



LUCIANA SOARES DA CRUZ

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DA
CASCA, POLPA E SEMENTE DE ATEMOIA
'GEFNER'**

LAVRAS-MG

2011

LUCIANA SOARES DA CRUZ

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DA CASCA, POLPA E
SEMENTE DE ATEMOIA ‘GEFNER’**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agroquímica, área de concentração em Agroquímica e Agrobioquímica, para a obtenção do título de Mestre.

Orientadora

Dra. Luciana de Matos Alves Pinto

Coorientadora

Dra. Angelita Duarte Corrêa

LAVRAS-MG

2011

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

Cruz, Luciana Soares da.

Caracterização física e química da casca, polpa e semente de atemoia 'gefner' / Luciana Soares da Cruz.– Lavras : UFLA, 2011.

62 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2011.

Orientador: Luciana de Matos Alves Pinto.

Bibliografia.

1. Composição química. 2. Nutrientes. 3. Compostos bioativos. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 583.115

LUCIANA SOARES DA CRUZ

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DA CASCA, POLPA E
SEMENTE DE ATEMOIA ‘GEFNER’**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agroquímica, área de concentração em Agroquímica e Agrobioquímica, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 23 de fevereiro de 2011.

Dra Joelma Pereira UFLA

Dra. Celeste Maria Patto de Abreu UFLA

Dra. Luciana de Matos Alves Pinto
Orientadora

**LAVRAS-MG
2011**

Dedico

*A Deus,
por me dar força para não desanimar, durante os momentos mais difíceis.
Buscai em primeiro lugar o Reino de Deus e a sua justiça e todas as coisas vos
serão dadas em acréscimo (Mt 6,33).*

*Aos meus pais, Lúcio e Maria Emília,
pelo exemplo de dignidade e honestidade, por tanto amor e carinho incessantes.*

*As minhas irmãs, Fabiana, Adriana, Poliana e minha princesa Lana,
por nossa união, nossa amizade e companheirismo.*

*E ao meu noivo e companheiro, Evandro (meu príncipe),
pelo apoio incondicional, dedicação, paciência, compreensão e conforto nos
momentos de angústia e incerteza;
por não deixar de acreditar nunca que esse momento seria possível
e, principalmente, pelo seu imenso e puro amor.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, por suas bênçãos.

A minha família, pelo apoio e amor incondicionais.

Ao Evandro, pelo amor e dedicação constante, e a toda a sua família, pelo imenso carinho, em especial seus pais, Geralda e Zé Araújo, pelas palavras de sabedoria e coragem.

À professora Luciana de Matos Alves Pinto, pela orientação, esclarecimentos, amizade, paciência, apoio e ensinamentos.

À professora Angelita Duarte Corrêa, pela constante presteza, disposição, orientação, ensinamentos, dedicação, apoio, carinho e amizade.

À professora Celeste Maria Patto de Abreu, pelas diversas contribuições, orientações e ensinamentos.

A Maria Aparecida (Xulita), pela imensa paciência, carinho, sorriso, amizade, presteza constante e colaboração em todos os momentos.

A todos os colegas do laboratório e da pós-graduação, em especial a Rafaella, Mayara, Ana Paula, Luciana, Flávia, Vinícios, Cristina e Viviane, pela ajuda nas análises, pela boa vontade, carinho, amizade, companheirismo e ensinamentos.

A Rudmilla e Fabíola, pelos momentos de descontração em casa.

A Warlei e Vanil, pelas caronas de Janaúba a Lavras.

Aos funcionários do Departamento de Química, em especial Miriam e Shirley, pela gentileza e disposição constante.

Ao Departamento de Química e à UFLA pela oportunidade, e à Fapemig, pelo apoio financeiro.

E a todos que, de alguma forma participaram e contribuíram para a conclusão deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

RESUMO

A atemoia é um fruto híbrido derivado do cruzamento entre a fruta-do-conde, mais conhecida como ata (*Annona squamosa L.*), com a cherimoia (*Annona cherimola Mill.*). Este trabalho foi realizado com o objetivo de caracterizar os constituintes químicos das frações casca, polpa e semente do fruto híbrido atemoia variedade Gefner. Os frutos adquiridos e selecionados foram pesados e medidos. Foram separados em casca, polpa, semente e eixo floral, que também foram pesados para determinar suas proporções. Para o restante dos frutos, foram separadas as frações em 7 repetições de 13 frutos. Em seguida, as frações casca, polpa e sementes foram liofilizadas e armazenadas em freezer. Determinaram-se a proporção das frações do fruto, a composição centesimal, a vitamina C, os açúcares totais, os minerais e alguns compostos bioativos. A polpa representou cerca de 60% do peso do fruto, enquanto a casca, 28,13% e as sementes, 8,34%. O fruto apresentou, em média, 56 sementes, com diâmetro longitudinal de 10,79 cm e diâmetro transversal de 26,64 cm. Os maiores teores de proteína bruta, extrato etéreo e fibra alimentar foram encontrados nas sementes e casca. A casca se destacou nos teores de cinzas. A polpa apresentou os maiores teores de vitamina C e açúcares totais em relação às outras frações. A ordem da composição de macronutrientes na casca, na polpa e nas sementes da atemoia foi K>P>Ca>Mg; para os micronutrientes na casca e nas sementes, foi Fe>Zn>Cu>Mn>S e, na polpa, foi Fe>Zn>Mn>Cu>S. A casca apresentou os níveis mais altos de inibidores de tripsina e atividade hemaglutinante. Os teores de compostos fenólicos foram relativamente baixos no fruto.

Palavras-chave: Atemoia. Composição química. Nutrientes. Compostos bioativos.

ABSTRACT

The atemoya is a hybrid fruit derived from the cross between the sugar apple (fruta-do-conde), better known as ata (*Annona squamosa* L.) with the cherimoya (*Annona cherimola* Mill.). The purpose of this work was to characterize the chemical constituents of the fractions skin, pulp and seed of the hybrid fruit atemoya, variety Gefner. The fruits purchased and selected were weighted and measured. They were separated into skin, pulp, seed and eixo floral which were also weighted to determine their proportions. For the rest of the fruits, the fractions were separated into 7 replicates of 13 fruits. Next, the fractions skin, pulp and seeds were freeze-dried and stored in freezer. The proportion of the fruit fractions, the centesimal composition, vitamin C, total sugars, mineral and some bioactive compounds were determined. The pulp stood for about 60% of the fruit weight, while the skin 28.13% and the seeds 8.34%. The fruit presented on the average 56 seeds, with longitudinal diameter of 10.79 cm and transversal diameter of 26.64 cm. The largest contents of crude protein, ether extract and dietary fiber were found in both the seeds and skin. The skin stood out in the ash contents. The pulp presented the highest contents of vitamin C and total sugars in relation to the other fractions. The order of the composition of macronutrients in the skin, pulp and seeds of the atemoya was K>P>Ca>Mg; for the skin and seed micronutrients was Fe>Zn>Cu>Mn>S and in the pulp was Fe>Zn>Mn>Cu>S. The skin presented the higher levels of trypsin inhibitors and hemagglutinating activity. The phenolic compounds were relatively low in the fruit.

Keywords: Atemoia. Chemical composition. Nutrients. Bioactive compounds.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Classificação das substâncias fenólicas de acordo com o esqueleto básico.....	30
Tabela 2	Peso das frações da atemoia e respectivas proporções.....	41
Tabela 3	Composição centesimal, em g 100 g ⁻¹ de matéria seca, das frações da atemoia, variedade Gefner.....	43
Tabela 4	Teores de vitamina C (mg 100 g ⁻¹), açúcares totais (g 100 g ⁻¹) e minerais, em matéria seca, nas frações da atemoia, variedade Gefner.....	47
Tabela 5	Teores de inibidores de tripsina, compostos fenólicos e atividade hemaglutinante em matéria seca, nas frações da atemoia, variedade Gefner.....	49

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	OBJETIVOS.....	13
2.1	Objetivo geral.....	13
2.2	Objetivos específicos	13
3	REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
3.1	Origem e descrição da espécie (aspectos gerais).....	14
3.2	Constituintes químicos de frutos.....	16
3.3	Composição centesimal.....	16
3.3.1	Proteína bruta.....	17
3.3.2	Extrato etéreo ou lipídeos totais.....	18
3.3.3	Cinzas.....	18
3.3.4	Fibras alimentares.....	18
3.3.5	Extrato não nitrogenado.....	20
3.4	Minerais.....	20
3.5	Vitamina C.....	26
3.6	Compostos antinutritivos ou bioativos	27
3.6.1	Inibidores de tripsina	27
3.6.2	Compostos fenólicos.....	29
3.6.3	Lectinas.....	32
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	34
4.1	Análises físicas.....	34
4.2	Composição centesimal.....	35
4.2.1	Determinação de umidade.....	35
4.2.2	Determinação de proteína bruta.....	35
4.2.3	Determinação de extrato etéreo	36
4.2.4	Determinação de cinzas.....	36
4.2.5	Determinação de fibras alimentares	36
4.2.6	Determinação de extrato não nitrogenado (fração glicídica).....	37
4.3	Determinação de vitamina C	37
4.4	Determinação de açúcares totais.....	37
4.5	Determinação de minerais.....	37
4.6	Determinação de inibidor de tripsina.....	38
4.7	Determinação de compostos fenólicos	38
4.8	Atividade Hemaglutinante.....	38
5	ANÁLISE ESTATÍSTICA	39
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
6.1	Proporção das frações, comprimento, diâmetro, e número de semente do fruto atemoia.....	40

6.2	Composição centesimal.....	41
6.3	Vitamina C, açúcares totais e minerais.....	44
6.4	Compostos bioativos.....	48
7	CONCLUSÃO.....	50
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	51
	REFERÊNCIAS	52
	ANEXOS.....	60

1 INTRODUÇÃO

A atemoia é um fruto híbrido derivado do cruzamento entre um fruto tropical, a fruta-do-conde, mais conhecida como ata (*Annona squamosa* L.), com a cherimoia (*Annona cherimola* Mill.), nativa das regiões andinas do Chile, Peru, Bolívia, Equador e em locais de clima ameno.

Cerca de mil hectares de atemoia são plantados no Brasil. Os estados de Minas Gerais, Paraná e Bahia respondem por 18% dessa produção da fruta no país. São Paulo se destaca como maior produtor, com 43,8% do volume total do mercado brasileiro (CAXITO, 2009).

A atemoia apresenta características bem atrativas em relação à fruta-do-conde, sendo mais saborosa. Ela apresenta sabor doce ligeiramente acidulado, aromático, com menor número de sementes, possui vida pós-colheita mais prolongada e maior produtividade do que a fruta do conde (MOSCA; LIMA, 2003).

O cultivo dessa fruta vem sendo introduzido no norte de Minas Gerais, devido às condições edafoclimáticas bastante favoráveis. Nesta região há a possibilidade de se obter safras com produtividade elevada e qualidade dos frutos dentro dos padrões exigidos pelo mercado, tanto para indústria como para consumo *in natura*.

A ingestão de carboidratos, proteínas, lipídeos, vitaminas, minerais e fibras alimentares pelos humanos precisa estar em equilíbrio. Esses elementos têm como principal função a formação e a regeneração de tecidos, assim como desempenham funções estruturais e energéticas além de funções nobres, como as de catalisadores biológicos, transportadores de nutrientes e metabólitos, defensores do organismo (anticorpos) e controladores do metabolismo (hormônios), dentre outras funções (TAVARES, 2001).

Subprodutos como a casca e as sementes de vegetais costumam ser descartados pela indústria e consumidores, mas poderiam ser aproveitados como fonte alternativa de nutrientes, e ser utilizados com segurança na alimentação humana. Assim, há necessidade de estudos sobre a caracterização química das frações polpa, casca e semente da atemoia. Esse híbrido pode reunir características desejáveis e relevantes vindas das duas espécies que participaram do seu cruzamento, sendo importante determinar seus constituintes químicos.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Caracterizar física e quimicamente as frações casca, polpa e sementes do fruto atemoia variedade Gefner.

2.2 Objetivos específicos

Especificamente, os objetivos foram:

- a) determinar o peso, diâmetro transversal e longitudinal dos frutos e o número de sementes;
- b) calcular a proporção de cada fração do fruto;
- c) determinar a composição centesimal;
- d) determinar vitamina C, açúcares totais e minerais;
- e) determinar os compostos bioativos: inibidores de tripsina, compostos fenólicos e lectinas.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Origem e descrição da espécie (aspectos gerais)

A família Annonaceae tem um elevado número de gêneros e espécies, a maioria nativa das regiões tropicais ou subtropicais. Muitas espécies são de interesse como frutíferas comerciais, cultivadas em vários países. As principais espécies produzidas nas regiões tropicais são a *Annona squamosa* L., conhecida popularmente no Brasil como fruta-do-conde, ata ou pinha e a *Annona muricata* L., a graviola, que recebe o nome de “guanabana”, nos países de língua espanhola e de “sour sop”, em inglês. Para as regiões subtropicais a espécie *Annona cherimola* Mill. e seu híbrido atemoia (*A. cherimola* x *A. squamosa*) são frutíferas de importância, com distribuição ainda restrita a alguns países (KAVATI, 1992).

A atemoia teve origem no ano de 1908, quando o primeiro cruzamento artificial foi realizado no United States Department of Agriculture’s Subtropical Laboratory, em Miami. Em um longo período houve certo desinteresse pela fruta, mas, na década de 40 do século XX, estudos foram iniciados em Israel, visando padronizar sua propagação (MORTON, 1987). O nome atemoia, para designar o híbrido, é resultante da fusão das letras “ate” (pronúncia inglesa de ata) e “moía” (as últimas letras da palavra cherimoia), sendo tecnicamente incorreto referir-se ao híbrido como annona-atemoia, pois não se trata de uma espécie (TOKUNAGA, 2000).

Os frutos da família Annonaceae possuem um pseudocarpo formado pela fusão dos carpelos e receptáculos dentro de uma massa carnosa. A forma do fruto é variável, indo de esferoide a ovoide e a superfície do fruto é coberta com auréolas em forma de U, que podem ser suaves ou pontudas (Figura 1). Os frutos da atemoieira, quando maduros, pesam, em média, 0,10 a 2,00 kg e, apesar

de seu aspecto rústico, são muito delicados e extremamente perecíveis (MARCELINI et al., 2003). A polpa é branca, comestível e facilmente separada das sementes (SANTOS et al., 2001).

A fruta atemoia desenvolve-se quando a temperatura máxima varia entre 22° e 28°C e a média das mínimas estão entre 10° e 20°C; para a maturação, em torno de 20° a 26°C como temperatura ótima (TOKUNAGA, 2000). Podem-se obter duas safras anuais em função da prática da poda de formação e frutificação na atemoeira.

A qualidade dos frutos é atribuída às suas características físicas que são responsáveis pela aparência externa como coloração da casca, tamanho e forma do fruto, que determinam a sua aceitabilidade inicial pelos consumidores. A qualidade interna dos frutos e suas características químicas são também de relevância, sendo conferidas por um conjunto de constituintes químicos da polpa, responsáveis pelo sabor e aroma característicos dos frutos e que tem função importante na aceitação final do fruto (CARVALHO; BOTREL, 1996).



Figura 1 Fruto atemoia
Fonte: Frutas...(2010)

3.2 Constituintes químicos de frutos

A pesquisa da composição química dos diversos alimentos utilizados cotidianamente na dieta humana, associada à crescente busca por alternativas alimentares e nutricionais, devido à escassez alimentar, principalmente em países subdesenvolvidos, gera a necessidade de estudos sobre a relação consumo/benefício dos alimentos. Esses estudos buscam elucidar os fatores nutricionais e antinutricionais presentes nas fontes alimentares convencionais ou alternativas, além de determinar padrões de consumo seguro para o ser humano. No Brasil, os elevados níveis de desnutrição e a escassez alimentar em determinadas regiões do país têm impulsionado a criação de programas sociais que combatam esses problemas com alternativa alimentar de elevado valor nutricional, baixo custo e fácil acesso (PEREIRA, 2007).

Os constituintes dos alimentos fundamentais à sobrevivência dos seres humanos e animais estão divididos em macronutrientes (carboidratos, proteínas e lipídios) e micronutrientes (vitaminas, minerais), além de conterem água e fibras alimentares, as quais apesar de não serem consideradas nutrientes, são essenciais à manutenção da boa saúde (LIMA, 2009).

3.3 Composição centesimal

A composição centesimal corresponde à proporção dos grupos homogêneos de substâncias presentes em 100 g de um alimento, exprimindo de forma grosseira o seu valor nutricional. Os grupos homogêneos de substâncias são aqueles compostos que se encontram em praticamente todos os alimentos, como umidade, cinzas ou resíduos minerais fixos, proteína bruta, extrato etéreo ou lipídeos totais, fibras alimentares, fração glicídica ou extrato não nitrogenado (VILAS BOAS, 2004).

3.3.1 Proteína bruta

As frutas são pobres em proteínas, em média, 1%, sendo a casca mais rica que a partes comestíveis (GONDIM et al., 2005).

As proteínas exercem funções essenciais em todos os processos biológicos. Entre essas funções podem ser destacadas: atividade catalítica, transporte e armazenamento, movimento coordenado, sustentação mecânica, proteção imunitária, geração e transmissão de impulsos nervosos, controle do crescimento e da diferenciação; como nos organismos superiores, no qual o crescimento e a diferenciação são controlados por fatores proteicos de crescimento como o fator de crescimento de nervos guia a formação de redes neurais (LEHNINGER; NELSON; COX, 2006).

Pessoas com dieta deficiente em proteínas podem exibir defeito na capacidade de concentrar a urina, pois os solutos mais abundantes nesse líquido são o NaCl e a ureia. Essa incapacidade de concentrar a urina reflete níveis de ureia, metabólito gerado pelo fígado pela degradação de proteína, reduzidos no líquido intersticial medular. Quando a ingestão de proteína é inadequada, ocorre diminuição da produção de ureia pelo corpo e, conseqüentemente, a osmolalidade do interstício medular fica menor. A ingestão de quantidades adequadas de proteína restabelece o gradiente intersticial medular de ureia (BERNE et al., 2000).

A deficiência de proteína ou de energia na dieta faz com que o organismo catabolize proteínas endógenas em maior proporção. Isso é mais frequente em crianças que não têm uma alimentação equilibrada em proteínas, promovendo síndromes conhecidas como Kwashiorkor e Marasmo. Esses problemas são sérios em países em desenvolvimento e podem ser atribuídos à falta de recursos ou aos elevados preços dos alimentos ricos em proteínas (CORRÊA, 2000).

3.3.2 Extrato etéreo ou lipídeos totais

O termo lipídeo ou extrato etéreo é empregado para gorduras e substâncias gordurosas e corresponde a toda fração do alimento extraída com solventes orgânicos. Estes solventes apolares extraem a fração lipídica neutra que inclui ácidos graxos livres, mono, di e triacilgliceróis, e alguns mais polares, como fosfolipídeos, glicolipídeos e esfingolipídeos. Esteróis (colesterol), pigmentos lipossolúveis, ceras, resinas e vitaminas podem ser extraídos apenas parcialmente (CECCHI, 2001).

3.3.3 Cinzas

A fração inorgânica ou mineral total de um alimento representa as cinzas. Todas as formas de matéria viva precisam de vários elementos inorgânicos para seus processos vitais normais.

As frutas são consideradas as principais fontes de minerais na dieta humana, sendo encontrados nas cascas teores mais elevados do que nas partes comestíveis (GONDIM et al., 2005).

3.3.4 Fibras alimentares

A definição clássica de fibra alimentar é proposta como uma classe de compostos vegetais constituída, principalmente, de polissacarídeos e substâncias associadas que, quando ingeridos, não sofrem hidrólise, digestão e absorção no intestino delgado de humanos (PROSKY, 2001). As fibras alimentares consistem dos remanescentes de células vegetais, polissacarídeos, lignina e substâncias associadas resistentes à hidrólise (digestão) pelas enzimas endógenas do tubo digestivo dos humanos. Estas macromoléculas incluem dois grupos

químicos: os com estrutura de polissacarídeos vegetais, representados pela celulose e hemicelulose e as pectinas (GONÇALVES et al., 2007).

As fibras alimentares são divididas em fração insolúvel (celulose, hemicelulose, lignina e amido resistente) e solúvel (hemiceluloses solúveis, pectinas, gomas e mucilagens), as quais exercem diferentes funções no organismo humano. Fibras insolúveis, como a celulose, encontrada nas paredes celulares de plantas, ajudam a dissipar e remover toxinas, por meio de vários mecanismos (AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION - ADA, 2008). A fibra insolúvel, por ter capacidade de reter água, causa aumento no volume fecal e na pressão osmótica, diminuindo o tempo de passagem do alimento pelo trato gastrointestinal. As fibras solúveis têm alta capacidade de fixar substâncias orgânicas e inorgânicas, sequestrando os sais biliares, o que acarreta aumento de sua excreção e, conseqüentemente, redução na sua circulação entero-hepática. Com isso, o organismo tenta suprir o déficit de sais biliares, sintetizando-os a partir de suas reservas de colesterol (MÁRQUES, 2001).

A ingestão de frutas e vegetais ricos em fibras são benefícios à saúde humana. O Food and Drug Administration (FDA) determinou um valor diário de 25 g de fibras para uma dieta de 2.000 kcal, sendo considerado satisfatório o consumo de 5 g de fibras em cada refeição (ADA, 2008).

Segundo Maihara et al. (2006), as fibras alimentares são de grande interesse, uma vez que dietas ricas em fibras estão associadas à melhor saúde do cólon, incidência reduzida de diabetes em adultos e pressão arterial e nível de colesterol menor. Dietas ricas em frutas e vegetais fornecem fibras necessárias para o bom funcionamento do intestino. A parede celular das plantas é fonte rica de fibras alimentares. Uma dieta rica em fibras está relacionada à prevenção de muitas doenças, entre elas o câncer (Mc DOUGAL et al., 1996).

A ingestão de fibra alimentar mostra-se benéfica para o metabolismo dos lipídeos, pois ocasiona alterações benéficas na absorção intestinal, ou seja,

acelera a excreção fecal, causando efeitos sobre os ácidos graxos e a síntese do colesterol. As fibras de frutas, legumes e vegetais têm sido associadas à redução do nível do colesterol sérico (GARCIA DIEZ et al., 1996).

3.3.5 Extrato não nitrogenado

Extrato não nitrogenado ou fração glicídica constitui a fração de carboidratos do alimento, com exceção da fração fibras. É a fonte de energia mais prontamente disponível dos alimentos, constituída por amido, nos cereais e legumes, por açúcares, como glicose, frutose e sacarose, nos frutos e lactose, no leite. É calculada a partir da soma das outras frações, subtraídas de cem (VILAS BOAS, 2004).

Segundo Lehninger, Nelson Cox (2006), os carboidratos representam a maior parte da dieta calórica do homem, animais e microrganismos. Eles também estão na posição central no metabolismo de plantas verdes e de outros organismos fotossintetizantes que precisam da energia solar para sintetizar carboidratos a partir de CO_2 e H_2O .

3.4 Minerais

Os minerais são componentes inorgânicos e compreendem dois grupos: os macronutrientes e os micronutrientes. Os macronutrientes devem estar presentes na dieta sob quantidades maiores, são eles: cálcio, fósforo, magnésio, potássio e enxofre. Micronutrientes como ferro, manganês, cobre e zinco são requeridos na dieta em quantidades muito pequenas, mas de igual importância (KRAUSE; MAHAN, 1991).

Os minerais regulam a atividade de diversas enzimas, o equilíbrio ácido-base, a pressão osmótica, a atividade muscular e nervosa, facilita a transferência

de compostos essenciais através das membranas e, em alguns casos, fazem parte dos elementos constituintes dos tecidos do organismo (SHILS; OLSON; SHIKE, 1994).

Inúmeras funções são desempenhadas pelos minerais nos organismos vivos. Entre elas se destacam: estrutural (N nos aminoácidos, Mg na clorofila), constituição dos ácidos nucleicos (P), sistema de transporte de elétrons (Fe), síntese de proteínas e carboidratos (K) e ativação enzimática (Cu, Mg, S e Ca). Nos líquidos corporais esses íons têm função de regular a atividade de enzimas, manter o equilíbrio ácido-base e a pressão osmótica e facilitar a transferência de substâncias essenciais através da membrana. Além disso, os íons fazem parte de estruturas dos tecidos corpóreos e estão envolvidos indiretamente no processo de crescimento (CZAJKA-NARINS, 1998).

O ferro é um nutriente essencial para todo o organismo vivo, sendo aproveitado em numerosas reações de óxido-redução, pois tem a propriedade de captar e perder elétrons de forma reversível. O ferro participa de processos vitais: no transporte de O₂ do pulmão aos tecidos, na reserva muscular de oxigênio, nos sistemas que intervêm no metabolismo energético, nas sínteses de proteínas dos ácidos nucleicos e nas mitoses celulares. A carência de ferro atinge, em maior ou menor grau, todas as células de um organismo vivo e se traduz por uma enfermidade sistêmica com múltiplos sintomas, conforme os órgãos afetados (SZARFARC; STEFANINI; LERNER, 1995).

Esse elemento participa do metabolismo de proteínas, ácidos nucleicos, carboidratos e lipídeos, através de enzimas (JARRET, 1979). Encontra-se ligado a algumas enzimas que exercem funções importantes para célula como, por exemplo, a carboxipeptidase, que degrada pequenos peptídeos no intestino delgado. O zinco funciona como cofator da anidrase carbônica e da álcool desidrogenase, enquanto a presença desse mineral na estrutura da aldolase nos microorganismos permite a transformação da frutose 1,6-bifosfato em

diidroxiacetona-fosfato e gliceraldeído-3-fosfato. O zinco também está presente na estrutura da RNA polimerase direcionada por DNA (LEHNINGER; NELSON; COX, 2006). A deficiência de zinco no organismo produz perda de apetite, retardo no crescimento e mudança na pele. Deficiência pronunciada tem sido constatada em algumas populações no Oriente Médio (MILLER, 1996).

Uma das funções do manganês é atuar como cofator de várias enzimas, como, por exemplo, arginase, ribonucleotídeo redutase, piruvato carboxilase, glutamina sintetase e superóxido dismutase mitocondrial, além de ativar outras proteínas. Como cofator da piruvato quinase, o manganês é importante para transformar o fosfoenolpiruvato em piruvato. O manganês também está associado à formação de tecido conjuntivo e ósseo, ao crescimento, à reprodução e aos metabolismos de carboidratos e lipídeos (CZAJKA-NARINS, 1998).

O cobre é um elemento traço para os animais. Desempenha papel na promoção da hematopoese, como também é exigido para atividade biológica normal de muitas enzimas (SERPE; FREITAS, 1991). É um elemento presente na estrutura da citocromo oxidase, sendo essencial para a transferência de elétrons para o O₂. Desempenha papéis na produção de energia mitocondrial, oxidação do ferro plasmático, proteção contra oxidantes e síntese de melanina e catecolaminas (LEHNINGER; NELSON; COX, 2006). Quando ingerido em quantidade excessiva, o cobre ocasiona lesões no fígado e nos rins, além da doença de Wilson, causada pelo acúmulo de cobre nos tecidos. Altas concentrações de cobre no sangue têm provocado infecções, infarto do miocárdio, doenças hepáticas, doenças malignas, várias anemias, tirotoxicose e esquizofrenia (SERPE; FREITAS, 1991).

O magnésio é um mineral bem representado no organismo humano, atingindo cerca de 20 a 28 g numa pessoa adulta. Desse conteúdo, aproximadamente 60% estão presentes nos ossos, 26% nos músculos e o restante nos tecidos moles e líquidos corpóreos. Este elemento estabiliza a estrutura do

ATP nas reações enzimáticas dependentes de ATP e age como cofator para mais de 300 enzimas. Entre as reações que exigem magnésio estão a síntese dos ácidos graxos e proteínas, a fosforilação oxidativa e seus derivados na via glicolítica, as reações de transcetolase e a formação da adenosina monofosfato cíclico - AMPc (LEHNINGER; NELSON; COX, 2006). O magnésio desempenha papéis na transmissão neuromuscular, causando efeitos contrários ao cálcio. Enquanto o cálcio aumenta a liberação do neurotransmissor acetilcolina no terminal do nervo levando à contração muscular, o magnésio bloqueia os canais de cálcio, impedindo sua entrada, relaxando a musculatura esquelética (BERNE et al., 2000). A deficiência de magnésio manifesta-se clinicamente por tremor, espasmo muscular, anorexia, náuseas e vômito, tetania, movimentos abruptos ou repetitivos; convulsões e coma também estão relacionados à falta desse mineral (CZAJKA-NARINS, 1998).

O cálcio é o mineral mais abundante no organismo, com cerca de 39% dos minerais corpóreos totais, estando cerca de 99% deles armazenados no osso, 0,9% no líquido intracelular e 0,1% no extracelular. Os íons cálcio representam um papel em muitos processos, inclusive na formação dos ossos, divisão e crescimento celulares, coagulação do sangue, acoplamento hormônio-resposta e acoplamento estímulo elétrico-resposta. Além disso, está envolvido na fotossíntese, na fosforilação oxidativa, na contração muscular, na liberação de neurotransmissores nos terminais nervosos e na atividade enzimática, além de apresentar funções em membranas celulares (MILLER, 1996).

A baixa concentração de cálcio ionizado no plasma, chamada de hipocalcemia, aumenta a excitabilidade das células nervosas e musculares e pode levar à tetania hipocalcêmica, que se caracteriza por espasmos do músculo esquelético. A alta concentração de cálcio ionizado no plasma, chamada hipercalcemia, pode produzir excitabilidade neuromuscular reduzida, arritmias cardíacas, letargia, desorientação e, até mesmo, a morte (BERNE et al., 2000).

Em estudos epidemiológicos tem sido demonstrado que um maior conteúdo de cálcio na dieta protege contra a hipercolesterolemia, diabetes não insulino-dependente e câncer de cólon e reto (CZAJKA-NARINS, 1998).

O fósforo é componente importante de muitas moléculas orgânicas, inclusive do DNA, do RNA, do ATP e intermediários das vias metabólicas. No DNA e no RNA está na forma de ésteres de fosfato. O ATP, que contém ligações de fosfato, é a principal fonte de energia para a célula. Nas membranas celulares, o fósforo está presente como fosfolipídeos. A fosforilação-desfosforilação é um importante passo de controle para ativar ou desativar muitas enzimas pelas quinases ou fosfatases celulares. Ele é um importante constituinte do osso. Sua concentração no plasma é importante na formação de ressonância óssea. Além disso, o fósforo inorgânico urinário é um tampão importante (ácido titulável) na manutenção do equilíbrio ácido-base. O sistema tampão de fosfato é importante no fluido intracelular e nos túbulos renais. Oitenta e seis por cento do fósforo inorgânico estão localizado nos ossos, 14% no líquido intracelular e 0,03% no extracelular (BERNE et al., 2000; LEHNINGER; NELSON; COX, 2006).

Devido à relativa abundância nos alimentos e à sua elevada taxa de absorção, a deficiência de fósforo é rara (SGARBIERI, 1987), porém, quando ocorre, resulta em anormalidades neuromusculares esqueléticas, hematológicas e renais (CZAJKA-NARINS, 1998). Na insuficiência renal crônica, os rins não podem excretar fósforo inorgânico, acumulando-se no corpo e elevando sua concentração no plasma. O hiperparatireoidismo crônico, durante a insuficiência renal crônica, pode levar a calcificações metastáticas, nas quais o cálcio e o fósforo inorgânico se precipitam nas artérias, tecidos moles e vísceras. A deposição de cálcio e fósforo inorgânico, no coração e nos tecidos pulmonares, pode causar falência miocárdica e insuficiência pulmonar, respectivamente (BERNE et al., 2000).

O potássio é um dos cátions mais abundantes no corpo e é imprescindível para muitas funções celulares. Apesar das flutuações da entrada de potássio na dieta, sua concentração nas células e no líquido extracelular permanece constante. O potássio total no corpo constitui 50 mEq kg^{-1} do peso corporal ou 3.500 mEq para um indivíduo de 70 kg . Noventa e oito por cento estão localizados dentro das células, onde sua média de concentração é de 150 mEq L^{-1} . Apenas 2% do potássio estão localizados no líquido extracelular, no qual sua concentração normal é de aproximadamente 4 mEq L^{-1} . Quando a concentração de potássio extracelular excede $5,0 \text{ mEq L}^{-1}$, há hipercalemia. Inversamente, há hipocalemia quando a concentração desse íon for menor que $3,5 \text{ mEq L}^{-1}$. O potássio influi na contratilidade muscular e desempenha, juntamente com o sódio, papel central na excitabilidade nervosa, pois repolariza a célula após disparo do potencial de ação (BERNE et al., 2000).

O íon potássio é necessário para o metabolismo dos carboidratos (ativação de enzimas na degradação e síntese) e proteínas (estimula a entrada de aminoácidos nas células). Combina-se também com o cálcio para formar hidroxipatita, o maior constituinte inorgânico presente nos dentes e ossos. A deficiência de potássio pode resultar em severas diarreias, mau funcionamento dos rins e acidose diabética, manifestando-se por fraqueza muscular, irritabilidade nervosa, irregularidade cardíaca e desequilíbrio mental (CZAJKA-NARINS, 1998).

O enxofre é um mineral amplamente distribuído em alimentos. É constituinte dos aminoácidos sulfurados essenciais, metionina e cisteína, que podem ser limitantes em algumas dietas (MILLER, 1996). Além disso, os complexos I, II e III da cadeia respiratória mitocondrial possuem grupos prostéticos constituídos de ferro-enxofre que são essenciais no transporte de elétrons na fosforilação oxidativa para produção de ATP (LEHNINGER; NELSON; COX, 2006).

3.5 Vitamina C

A vitamina C (ácido ascórbico e ácido dehidroascórbico) é um pó cristalino, branco, solúvel em água e fortemente redutor, oxidando-se facilmente na exposição ao calor, luz, presença de cobre e pH alcalino (ANTUNES, 1994).

O ácido ascórbico é facilmente absorvido no intestino delgado e, provavelmente por difusão, é transportado para os tecidos pelo sangue. Ele tem múltiplas funções no organismo, sendo necessário para a produção e a manutenção do colágeno nos tecidos fibrosos, promovendo a cicatrização dos ferimentos, fraturas e contusões (KRAUSE; MAHAN, 1991).

O ácido ascórbico é um cofator para a enzima prolil-hidroxilase, que hidroxila prolina no colágeno. Uma deficiência de vitamina C impede a formação de fibrilas de colágeno, produzindo os sintomas de escorbuto (doença caracterizada por afrouxamento dos dentes, lesões cutâneas e má cicatrização de feridas). A maioria das vitaminas é obtida por meio de uma dieta equilibrada (PRATT; CORNELLY, 2006).

A vitamina C está envolvida na formação dos hormônios esteroides, na hidroxilação do triptofano e na síntese da serotonina, sendo necessária também no processo de indução ao sono e de relaxamento. A vitamina C participa da regulação da síntese de colágeno, carnitina e colesterol, aumenta a absorção de ferro dos alimentos de origem vegetal, melhora a função imunológica e tem atividade antioxidante (FETT, 2002).

De acordo com Halliwell (1996), a vitamina C e os compostos fenólicos agem como antioxidantes hidrofílicos, enquanto os carotenoides agem como antioxidantes lipofílicos.

3.6 Compostos antinutritivos e bioativos

São chamadas de antinutritivas aquelas substâncias que, de alguma forma, provocam a destruição de nutrientes essenciais ou prejudicam o organismo alterando a digestão, a absorção e o metabolismo (ARAÚJO, 2004). Entretanto, algumas dessas substâncias, dependendo da concentração, podem trazer benefícios à saúde. Portanto, elas passaram a ser denominadas de compostos bioativos. Então, os compostos bioativos se referem a aqueles que podem trazer benefícios ou malefícios à saúde humana. Não são muito encontrados na parte comestível dos frutos, entretanto, podem ser encontrados na casca e semente em quantidades consideráveis.

Alguns vegetais têm a capacidade de sintetizar uma extensão de produtos químicos que originam reações tóxicas, quando ingeridos pelo homem e por animais. No decorrer do tempo, o homem aprendeu, por experiência, a evitar plantas causadoras de envenenamento agudo e, assim, desenvolveu métodos para evitar ou eliminar a toxicidade (TAVARES, 2001).

A síntese de substâncias tóxicas pelos tecidos vegetais e animais tem como principal objetivo a sua própria defesa e, quando ingeridos pelo homem, provocam reações de toxicidade que, na maioria das vezes, não representam alto risco de intoxicação, por estarem presentes em concentrações muito baixas nos alimentos (BARCELOS, 2004).

3.6.1 Inibidores de tripsina

Inibidores de enzimas digestivas são substâncias químicas (a maioria proteínas) presentes nos tecidos vegetais, como sementes, raízes e outros e em animais, como, por exemplo, na clara de ovo, cuja função básica é de defesa do tecido contra agentes prejudiciais ao desenvolvimento normal do vegetal ou

animal (insetos predadores e microrganismos). Essas substâncias, quando ingeridas, inibem a ação de enzimas importantes para o metabolismo normal do organismo do homem (GENOVESE; LAJOLO, 2000).

Os inibidores de tripsina bloqueiam a ação de enzima, que é produzida pelo pâncreas, resultando em aumento excessivo da concentração plasmática do hormônio colecistoquinina. Dessa forma, o pâncreas é continuamente estimulado a liberar mais enzimas, provocando a hipertrofia pancreática e a redução da taxa de crescimento (SGARBIERI, 1987).

Os inibidores de proteases são, na maioria, proteínas que inibem as enzimas que digerem proteínas e as transformam em aminoácidos. São capazes de inibir as atividades da tripsina, quimiotripsina e carboxipeptidase e também a amilase, que degrada o amido. Tripsina, quimiotripsina e carboxipeptidase são enzimas digestivas produzidas pelo pâncreas na forma de seus zimogênios enzimaticamente inativos: tripsinogênio, quimotripsinogênio e procarboxipeptidase e levados até o intestino, quando se tornam ativas, para realizarem a digestão das proteínas (BARCELOS, 2004).

Evidência epidemiológica mostrou que os inibidores de tripsina diminuíram a incidência dos principais cânceres humanos nas populações que consumiram alimentos contendo esses inibidores (TROLL; KENNEDY, 1993).

O mecanismo de inativação dos inibidores pelo calor úmido provavelmente envolve a desnaturação com rearranjo de pontes dissulfeto, importantes na manutenção da integridade dos sítios de ligação (BURNS, 1987).

A inibição dos inibidores é dependente do tempo e da temperatura utilizados no tratamento térmico. Condições como as utilizadas no cozimento convencional são geralmente suficientes para inativação significativa ou mesmo completa dos inibidores de proteases. Muitos alimentos comercializados, como, por exemplo, produtos de soja, são termicamente tratados de forma a inativar entre 73% e 94% dos inibidores, eliminando o efeito negativo sobre animais

experimentais e, provavelmente, sobre o ser humano (GENOVESE; LAJOLO, 2000).

3.6.2 Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos de origem vegetal são produtos que variam de substâncias de baixo peso molecular a pesos moleculares mais elevados, com estruturas mais complexas, como os taninos condensados e hidrolisáveis e ligninas (CARVALHO; GOSMANN; SCHENKEL, 2000).

As substâncias fenólicas podem ser classificadas segundo o tipo do esqueleto básico apresentado na Tabela 1, em que C6 corresponde ao anel aromático e CX à cadeia substituinte, com X átomos de carbono (CARVALHO; GOSMANN; SCHENKEL, 2000). Os compostos fenólicos são distribuídos nas plantas e se apresentam em vários tecidos utilizados como alimento pelos animais. Essas substâncias encontram-se distribuídas nas folhas, ramos, flores, frutos e sementes de grande número de plantas. São substâncias quimicamente bastante ativas e que, nas formas reduzidas ou oxidadas, podem reagir, reversível ou irreversivelmente, com proteínas, produzindo alterações em suas propriedades funcionais e nutricionais, principalmente sua digestibilidade e a biodisponibilidade de lisina e de outros aminoácidos essenciais (SGARBIERI, 1996).

Os compostos fenólicos são responsáveis pela sensação de adstringência dos alimentos vegetais, contêm um grande número de hidroxilas ou outros grupos funcionais e por isso são capazes de formar ligações cruzadas estáveis com proteínas e outras macromoléculas, precipitando-as. Quatro tipos de ligações estão envolvidos nos complexo tanino-proteína: ligação de hidrogênio, interação hidrofóbica, atração eletrostática e ligação covalente associada com oxidação (CHUNG et al., 1998).

Tabela 1 Classificação das substâncias fenólicas de acordo com seu esqueleto básico¹

Esqueleto básico	Classe de substâncias fenólicas
C6	Fenóis simples, benzoquinonas
C6-C1	Ácidos fenólicos
C6-C2	Acetofenonas e ácidos fenilacéticos
C6-C3	Fenilpropanóides: ácidos cinâmicos e substâncias análogas, fenilpropenos, cumarinas, isocumarinas e cromonas
C6-C4	Naftoquinonas
C6-C1-C6	Xantonas
C6-C2-C6	Estilbenos, antraquinonas
C6-C3-C6	Flavonoides e isoflavonoides
(C6-C3) ₂	Lignanas/neolignanas
(C6-C3-C6) ₂	Biflavonoides
(C6) _n	Melaninas vegetais
(C6-C3) _n	Ligninas
(C6-C1) _{glicosídeos}	Taninos hidrolisáveis
(C6-C3-C6) _n	Taninos condensados

¹ (CARVALHO; GOSMANN; SCHENKEL, 2000).

As propriedades de sabor, odor e coloração de diversos vegetais têm como constituintes responsáveis os compostos fenólicos. Devido a essas propriedades, substâncias fenólicas são empregadas nas indústrias de alimentos e bebidas, como flavorizantes e corantes. Exemplos são o aldeído cinâmico e a vanilina, que têm uso em alimentos. Por outro lado, fenóis tais como hidroquinona, ácido elágico e ésteres do ácido gálico possuem propriedades de defesa das plantas, além de participarem na inter-relação de animais e vegetais, com atividades de inibição da germinação de sementes, do crescimento de fungos e de plantas em geral (LEITÃO et al., 1997).

As cumarinas são utilizadas para o tratamento de doenças da pele, tais como psoríase, hanseníase, vitiligo, leucoderma, micoses, dermatite e eczemas. Entretanto, o uso terapêutico dessas substâncias está relacionado à incidência crescente de câncer de pele, o que lhes confere toxicidade. Por isso, sua utilização necessita de uma avaliação risco-benefício (SIMÕES et al., 2000).

Plantas ricas em taninos são empregadas na medicina tradicional como remédios para o tratamento de diversas moléstias orgânicas, tais como diarreia, hipertensão arterial, reumatismo, hemorragias, feridas, queimaduras, problemas estomacais (azia, náusea, gastrite e úlcera gástricas), problemas renais e do sistema urinário e processos inflamatórios em geral (SIMÕES et al., 2000).

Os compostos fenólicos vêm sendo reportados por possuírem atividade antioxidante contra os radicais livres, a qual está associada às propriedades redox dos grupos hidroxil e à sua relação com diferentes partes da estrutura química (BENAVENTE-GARCIA et al., 1999).

As frutas, principais fontes dietéticas de compostos fenólicos, em função de fatores intrínsecos (cultivar, variedade, estágio de maturação) e extrínsecos (condições climáticas e edáficas), apresentam, em termos quantitativos e qualitativos, composição variada desses constituintes. Por sua vez, eficácia da

ação antioxidante depende da estrutura química e da concentração destes fitoquímicos no alimento (MARTINEZ-VALVERDE; PERIAGO; ROS, 2000).

3.6.3 Lectinas

As lectinas (ou hemaglutininas) são glicoproteínas, capazes de se ligar a mono ou oligossacarídeos específica e reversivelmente, mas são destituídas de atividade catalítica e, diferentemente dos anticorpos, não são produtos de uma resposta imune (SHARON; LIS, 2001).

Lectinas são capazes de reconhecer sítios específicos em moléculas e se ligarem reversivelmente a carboidratos específicos na superfície de membranas (sacarídicos ou glicoproteicos) sem alterar a estrutura covalente das ligações glicosídicas dos sítios. Devido a essa propriedade, as lectinas podem se ligar a certos componentes da membrana das células sanguíneas, provocando hemaglutinação. Daí serem denominadas hemaglutininas. Posteriormente, descobriu-se que essas interações ocorrem também com glóbulos brancos ou com outros tipos de células. Têm, ainda, a capacidade de estimular a divisão de alguns tipos de células (LIS; SHARON, 1998).

As lectinas possuem propriedades negativas quanto à interferência nos processos de digestão, absorção e utilização de nutrientes. Como as lectinas não são degradadas durante sua passagem pelo trato digestivo, elas podem reconhecer resíduos de carboidratos presentes nas células intestinais, ligando-se aos mesmos (VASCONCELOS; OLIVEIRA, 2004).

A toxicidade e a resistência térmica das lectinas são bastante variáveis entre espécies de leguminosas e mesmo entre variedades de uma mesma espécie. Apresentam, em geral, massa molecular entre 80.000 e 130.000 g mol⁻¹ e um teor de sacarídeo em suas moléculas entre 5% e 13% (SGARBIERI, 1987).

Cada molécula de lectina contém, tipicamente, dois ou mais sítios de ligação a carboidratos – são di ou polivalentes. Portanto, quando elas reagem com células, por exemplo, eritrócitos, elas não combinarão apenas com açúcares na sua superfície, mas também promoverão uma ligação cruzada das células e sua subsequente precipitação, um fenômeno referido como aglutinação das células. A aglutinação de eritrócitos (hemácias), ou a atividade hemaglutinante das lectinas, é o principal atributo dessas proteínas e é usada rotineiramente, para a sua detecção e caracterização (LIS; SHARON, 1998).

Nos últimos anos, evidências acumularam-se para suportar a ideia de que, quando as plantas são submetidas a estímulos bióticos ou abióticos, elas respondem por meio da expressão de lectinas citoplasmáticas e ou nucleares. A localização e a regulação da expressão dessas lectinas indicam que elas estão envolvidas em interações proteína-carboidrato endógenas específicos. Esses novos achados sugerem que as lectinas podem estar envolvidas na sinalização e na regulação celular (VAN DAMME et al., 2004).

As lectinas podem ligar-se a receptores glicoproteicos do trato digestivo de insetos e provocar efeitos deletérios locais ou sistêmicos que podem repelir ou retardar o crescimento ou, até mesmo, matar o inseto (PEUMANS et al., 2000). A característica biológica de atuar como um inseticida natural na defesa do vegetal é de grande potencial econômico, visto que os genes das lectinas são bons candidatos a conferir resistência contra pragas em produtos agrícolas transgênicos (CAVADA et al., 1998).

4 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Bioquímica, no Departamento de Química da Universidade Federal de Lavras, em Lavras, MG.

4.1 Análises físicas

O pomar, onde a atemoia foi cultivada, está situado no município de Jaíba, localizado no norte de Minas Gerais, durante o ciclo agrícola 2009/2010. Situa-se sob coordenadas geográficas compreendidas entre 14°33' e 15°28' latitude sul e 43°29' e 44°06' de longitude oeste, a 500 m de altitude. A temperatura média anual é de 24°C e as médias de verão e inverno são 32° e 19,5°C, respectivamente. A precipitação pluviométrica média anual é de 871 mm, concentrando o período chuvoso entre novembro e março. A insolação é de 2.763 horas anuais e a umidade relativa média de 70,6%; no período seco, a umidade relativa do ar pode chegar a extremos de 20% (RODRIGUES; SOUTO; MENEGUCCI, 2002). O solo é do tipo Latossolo com textura areno argilosa, irrigado por meio de microaspersão.

Os 200 frutos adquiridos foram colhidos no estágio de maturação adequado, no estágio de vez, acondicionados em caixas de papelão e enviados, via terrestre, para Lavras, MG, distante 1.000 km de Jaíba. Este transporte refrigerado (20°C) levou aproximadamente 10 horas.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 7, sendo 3 tratamentos, casca, polpa e sementes, com 7 repetições.

Em Lavras, os frutos foram transferidos para o Laboratório de Bioquímica, onde foram selecionados quanto à ausência de defeitos, ao tamanho e ao estágio de maturação, formando 7 repetições de 13 frutos cada, com 3

tratamentos casca, polpa e sementes, totalizando 91 frutos. Um fruto de cada repetição foi pesado e utilizado para as medidas do diâmetro longitudinal e transversal. Em seguida, esse fruto foi aberto e as frações casca, polpa, sementes e eixo floral foram separadas, pesadas e o número de sementes contadas.

Doze frutos de cada uma das sete repetições restantes também foram separadas nas frações casca, polpa e sementes e liofilizadas, moídas em moinho e armazenadas em freezer até a realização das análises.

Foram feitas determinações do peso dos frutos em balança semianalítica com sensibilidade de 0,001 g. O diâmetro longitudinal e transversal dos frutos foi medido com o uso de um paquímetro digital. O número de sementes foi contado em cada fruto.

4.2 Composição centesimal

As análises da composição centesimal correspondem a umidade, proteína bruta, extrato etéreo, cinzas, fibras alimentares e fração glicídica ou extrato não nitrogenado.

4.2.1 Determinação de umidade

As amostras das frações do fruto, casca, polpa e sementes foram secas em estufa, a 65°C, até peso constante, segundo metodologia da Association of Official Analytical chemists - AOAC (2005).

4.2.2 Determinação de proteína bruta

A proteína bruta foi determinada com base no conteúdo de nitrogênio

total, dosado pelo método Kjeldahl, que consiste em aquecer a substância nitrogenada em ácido sulfúrico concentrado, em presença de catalisador, de maneira que o nitrogênio e o hidrogênio presentes sejam convertidos em sal amoniacal. O nitrogênio é deslocado sob a forma de amônia, na etapa de destilação. O destilado é então titulado e é conhecido o teor de nitrogênio da amostra analisada. O fator 6,25 foi utilizado para a obtenção do teor de proteína bruta (AOAC, 2005).

4.2.3 Determinação de extrato etéreo

O processo foi baseado na extração de substâncias solúveis em éter etílico, utilizando-se o extrator contínuo tipo Soxhlet. Após a evaporação do solvente, o teor de extrato etéreo foi determinado por diferença de peso (AOAC, 2005).

4.2.4 Determinação de cinzas

As cinzas foram determinadas nas amostras, pelo método da AOAC (2005), por incineração do material em mufla entre 550°C, até queima total da matéria orgânica.

4.2.5 Determinação de fibras alimentares

Após a digestão enzimática das amostras, o extrato foi filtrado e o resíduo levado à estufa e representou a fibra insolúvel. Ao filtrado foram adicionados quatro volumes de etanol, deixando-se em repouso por 24 horas. Depois, recolheu-se o precipitado que foi lavado com etanol 78% e 95% e acetona, representando a fibra solúvel. Os cadinhos contendo as fibras foram

levados à estufa por 24 horas e a quantidade de fibras solúvel e insolúvel determinada por diferença de peso (AOAC, 2005).

4.2.6 Determinação do extrato não nitrogenado

O extrato não nitrogenado (ENN) foi calculado por diferença (AOAC, 2005):

$$\text{ENN} = 100 - (\text{proteína bruta} + \text{extrato etéreo} + \text{cinzas} + \text{fibra alimentar}).$$

4.3 Determinação de vitamina C

O teor de vitamina C foi determinado pelo método colorimétrico descrito por Strohecker e Henningg (1967). O ácido ascórbico foi extraído com ácido oxálico. Após filtração, a vitamina C foi dosada no extrato, empregando-se o 2,4-dinitrofenilhidrazina, usando o ácido ascórbico como padrão.

4.4 Determinação de açúcares totais

Os açúcares totais foram extraídos pelo método de LANE-ENYON AOAC (2005) e determinados pelo método de Antrona (DISCHE, 1962).

4.5 Determinação de minerais

Os teores dos macrominerais (Mg, Ca, P, K e S) e dos microminerais (Fe, Zn, Mn, e Cu) foram determinados segundo Malavolta, Vittie e Oliveira (1989). Os extratos foram obtidos por digestão nitroperclórica. O fósforo e o enxofre foram determinados por colorimetria, segundo método da AOAC

(2005); ferro, zinco, manganês, cobre, magnésio e cálcio por espectrofotometria de absorção atômica e potássio por fotometria de chama.

4.6 Determinação de inibidores de tripsina

Os inibidores de tripsina foram determinados segundo o método de Kakade, Simons e Liener (1969), utilizando BAPNA (benzoil-DL-arginina-p-nitro-anilida) como substrato.

4.7 Determinação de compostos fenólicos

A extração dos compostos fenólicos foi realizada com metanol 50%, em refluxo por três vezes consecutivas, a 80°C e os extratos reunidos, evaporados até 25 mL e submetidos à dosagem de compostos fenólicos utilizando-se o reagente de Folin-Denis, o qual é reduzido pelos fenóis a um complexo de coloração azul em solução alcalina, que é medido a 760 nm (AOAC, 2005).

4.8 Atividade hemaglutinante

As lectinas foram extraídas com uma solução salina (NaCl 0,85 g100 g⁻¹) tamponada com tampão fosfato pH 7,4, com agitação à temperatura ambiente, por três horas. Foi utilizada uma placa de microtitulação, à qual foram adicionadas diluições na base 2 do extrato e, em seguida, foi adicionada uma suspensão de eritrócitos a 2% de sangue humano tipo A Rh+. Após 1 hora, foi feita a determinação de qual a maior diluição capaz de promover hemaglutinação (CALDERÓN DE LA BARCA; OCHOA; VALENCIA, 1985).

5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

As análises foram realizadas segundo técnicas usuais do software SISVAR. Quando a análise de variância mostrou diferença significativa, o teste de Tukey foi usado para comparação das médias, com probabilidade de 5%.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Proporção das frações, diâmetro longitudinal e transversal e número de sementes de atemoia

Na Tabela 2 são apresentados o peso da atemoia e o das suas frações.

Observa-se que a polpa representou cerca de 60% do peso do fruto, enquanto a casca e as sementes, juntas, representaram cerca de 36% do peso do fruto, sendo a casca com 28,13% e as sementes com 8,34%. O eixo floral representa cerca de 1,4%.

A atemoia apresentou, em média, $56,0 \pm 9,0$ sementes, diâmetro longitudinal de $10,79 \pm 1,23$ cm e diâmetro transversal de $26,64 \pm 1,7$ cm.

Os resultados deste trabalho são comparáveis aos de Neves e Yuhara (2003) que, caracterizando os frutos de atemoia, variedade Gefner, produzidos no norte do Paraná, constataram que a polpa constituiu 63% do fruto, a casca 25%, as sementes 6%, o eixo floral 1,5% e o peso total de 275 g.

A atemoia variedade Gefner é um fruto que apresenta características de tamanho desejável, menores que os de outras variedades de atemoia. Neves e Yuhara (2003) encontraram os seguintes pesos totais dos frutos atemoia nas variedades PR-3, com 368,3 g; Thompson, com 313,4 g e African Pride, 357,4 g.

Roesler et al. (2007), estudando os constituintes nutricionais de araticum (*Annona crassiflora*), destacaram as sementes que representaram 13% do fruto. A fração polpa do araticum representou 53% do fruto. Observou-se que o araticum apresentou maior número de sementes, entretanto, menor porcentagem de polpa com relação à atemoia.

Houve perdas de 2,03%, em média, devido ao manuseio durante a obtenção das frações.

Tabela 2 Peso das frações do fruto atemoia e respectivas proporções

Amostra	(g)	(%)
Fruto	321,09±28,60	100
Casca	90,19±9,65	28,13±2,31
Polpa	193,58±20,46	60,26±3,05
Semente	26,79±4,68	8,34±1,23
Eixo floral	4,38±0,50	1,36±0,12
Perdas	6,52±3,72	2,03±1,2

*Os dados são a média de 7 frutos ± desvio padrão

6.2 Composição centesimal

Os resultados da composição centesimal de atemoia encontram-se na Tabela 3 e a análise de variância na Tabela 1, do Anexo.

As sementes apresentaram os teores mais elevados de proteína bruta e extrato etéreo (EE) seguidas pela casca. A maioria das frutas apresenta na polpa baixos níveis de proteínas e EE, mas o fruto atemoia variedade Gefner apresentou teores mais elevados.

Em relação às cinzas, os níveis mais elevados foram encontrados na casca, seguida pela polpa e sementes. Os teores de fibras alimentares (FA), de modo geral, foram altos e as sementes se destacaram com os mais elevados de fibra insolúvel. Já em relação à FA solúvel, a polpa mostrou os teores mais elevados, seguida pelas sementes. Na casca não foi detectada fibra solúvel.

Roesler et al. (2007), realizando estudo dos constituintes nutricionais de araticum (*Annona crassiflora*), encontraram, para as sementes, teores de EE de 15,1 g 100 g⁻¹MS, proteínas 10,4 g 100 g⁻¹MS, enquanto, para as cinzas, 1,14 g

100 g⁻¹MS. Na polpa e na casca encontraram teores de cinza de 0,77 g 100 g⁻¹MS e 0,61 g 100 g⁻¹MS, respectivamente. Observou-se que os teores desses nutrientes em qualquer fração estudada foram inferiores ao da atemoia variedade Gefner.

Agostini et al. (1995), realizando estudo sobre a polpa do fruto marolo (*Annona coriaceae*), encontraram composição média de 77 g 100 g de umidade, 4,34 g 100 g⁻¹MS de proteína bruta, 13 g 100 g⁻¹MS de lipídeos, 21,7 g 100 g⁻¹MS de fibra e 4,34 g 100 g⁻¹MS de resíduos minerais fixos. Observou-se que, na atemoia, os teores de umidade, de proteína fibras e de resíduo mineral fixo foram superiores aos do marolo. Entretanto, o teor de EE no marolo foi elevado em relação ao da polpa de atemoia.

O ENN constitui-se, principalmente, de açúcares. Assim, o maior teor foi encontrado na polpa, seguido pela casca. A casca mantém uma porção de polpa agarrada a ela, sendo, portanto, parte desses açúcares atribuídos à polpa. Observou-se que as sementes apresentaram baixíssimo teor de ENN.

Freire (2001) determinou o teor de óleo bruto em sementes de mamona, encontrando 48,6 g 100 g⁻¹MS. Observou-se que o teor de EE das sementes de atemoia foi inferior ao da mamona, entretanto, 27,32 g 100 g⁻¹MS é um teor significativo, principalmente quando se considera que as sementes são descartáveis, representando 8% do fruto, podendo, assim, agregar valor ao mesmo.

Tabela 3 Composição centesimal, em g 100g⁻¹ de matéria seca, das frações de atemoia variedade Gefner

Frações do fruto	Proteína bruta	Extrato etéreo	Cinzas	Fibra alimentar			ENN
				Insolúvel	Solúvel	Total	
Casca	10,88b	2,80b	5,64a	52,82b	ND**	52,83b	27,85b
Polpa	6,84 c	1,51c	4,74b	20,56a	2,48	23,04c	63,91a
Sementes	14,79a	27,32a	1,73c	56,00c	1,53	57,53a	0,16c

Os dados são a média das 7 repetições.

Letras diferentes indicam diferença significativa, pelo teste de Tukey, com probabilidade de 5%

Umidade das frações (g 100g⁻¹): da polpa, 86,5±1,58; da casca, 58,7±1,57 e da semente, 31,6±1,29.

*ENN: Extrato não nitrogenado.

**ND: Não detectado.

6.3 Vitamina C, açúcares totais e minerais

Os resultados de vitamina C, açúcares totais e minerais estão apresentados na Tabela 4 e a análise de variância consta nas Tabelas 2 e 3 do anexo.

Os teores de vitamina C nas frações do fruto mostraram que a casca apresentou maiores teores, com 105,41 mg 100 g⁻¹ MS. A polpa também apresentou nível considerável, com 60,97 mg 100g⁻¹ MS. As sementes foram muito inferiores à polpa e à casca, com 8,18 mg 100 g⁻¹MS.

Philippi (2002) encontrou teor elevado de vitamina C na acerola, de 1.677,5 mg 100 g⁻¹ matéria fresca. A polpa da atemoia apresentou teor muito mais baixo que a da acerola, que é uma das frutas mais rica em vitamina C. Entretanto, a polpa da atemoia foi superior à polpa do marolo, com teor de 8,2 mg 100 g⁻¹ MS (AGOSTINI et al., 1995).

A ingestão diária recomendada (IDR) de vitamina C é de 60 mg, para um indivíduo adulto (AGENCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA, 2004). Portanto, a casca representa boa fonte desta vitamina, podendo ser utilizada nas indústrias de alimentos e de cosméticos. A ingestão de 57 g de pó de casca de atemoia variedade Gefner representa, em média, 60 mg de vitamina C ingerida, o que supriria praticamente a necessidade diária.

Os níveis de açúcares totais da casca e sementes foram baixos e diferentes significativamente da polpa, cujo teor foi bastante elevado (58,05 g 100 g⁻¹ MS).

Roesler et al. (2007), estudando os constituintes químicos nas frações do fruto araticum, gênero *Annona*, encontraram os seguintes teores de açúcares totais, 19,05 g 100 g⁻¹MS na polpa, 19,23 g 100 g⁻¹MS na casca e 20,14 g 100 g⁻¹MS nas sementes. Observou-se que a atemoia apresentou nível superior apenas na polpa; já a casca e as sementes foram inferiores.

Agostini, Cecchi e Barrera-Arellano (1995), estudando a polpa do fruto marolo (*Annona coriaceae*), encontraram teores de açúcares totais de 56,5 g 100 g⁻¹MS, tendo a atemoia apresentado nível um pouco superior ao do marolo.

O potássio foi o elemento, entre os macrominerais, o que apresentou teores mais elevados, sendo maior na fração polpa, seguido da casca. De modo geral, as frutas são bastante ricas em potássio, principalmente a casca.

As sementes apresentaram os maiores teores de fósforo e cálcio, comparados com a polpa e a casca de atemoia variedade Gefner. Segundo Menguel e Kirkby (1987), a semente é a fração da fruta na qual ocorre maior acúmulo de fósforo e a grande proporção de fósforo na semente pode estar associada à presença de fitina, composto tido como reserva de fósforo para a germinação. Devido à relativa abundância de fósforo nos alimentos e à sua elevada taxa de absorção, a deficiência de fósforo é rara em humanos (SGARBIERI, 1987).

Gondim et al. (2005), analisando minerais em cascas de abacate, abacaxi, banana, mamão, maracujá, melão e tangerina, demonstrou que as cascas de tangerina são boa fonte de minerais, com maiores concentrações de potássio (1.175,5 mg 100 g⁻¹ MS), seguido do cálcio (941 mg 100 g⁻¹ MS) e magnésio (313,5 mg 100 g⁻¹ MS). Nota-se que a casca de atemoia apresenta teor mais alto de potássio, com 1.660 mg 100 g⁻¹ MS e menores em cálcio, 140 mg 100 g⁻¹ MS e magnésio, com 120 mg 100 g⁻¹ MS, quando comparado com a tangerina.

Os teores de magnésio foram baixos e não houve diferença significativa entre as três frações, com teor médio de 0,12 g 100 g⁻¹MS.

Em relação ao enxofre, observou-se que não houve diferença significativa entre as frações do fruto atemoia, cujos teores médios foram de 0,16 g 100 g⁻¹.

As sementes também apresentaram maiores teores em todos os microminerais analisados: cobre, manganês, zinco e ferro e a polpa, os menores.

Neste trabalho, o teor de manganês foi $13,6 \text{ mg kg}^{-1}$ nas sementes, $7,2 \text{ mg kg}^{-1}$ na casca e $5,8 \text{ mg kg}^{-1}$ na polpa, sendo estatisticamente diferentes.

A ingestão média diária de cobre pelo homem deve ser de 2 a 5 mg e a absorção ao redor de 0,6 a 1,6 mg. De 0,5 a 1,3 mg de cobre são excretados pela bÍlis, 0,01 a 0,06 mg pela urina e grande proporção pelas fezes (ANGELUCCI; MANTOVANI, 1981). O cobre tem papel importante na ativação enzimática. Os teores de cobre no fruto atemoia variedade Gefner foram de $19,9 \text{ mg kg}^{-1}$ nas sementes, $10,78 \text{ mg kg}^{-1}$ na casca e 5 mg kg^{-1} na polpa. Os teores de zinco foram altos nas sementes ($36,7 \text{ mg kg}^{-1}$), seguido da casca ($11,6 \text{ mg kg}^{-1}$) e polpa ($6,6 \text{ mg kg}^{-1}$), sendo estatisticamente diferentes.

Os teores de ferro foram considerados elevados para todas as frações, sendo estatisticamente diferentes, obtendo-se $36,9 \text{ mg kg}^{-1}$ na semente, $23,9 \text{ mg kg}^{-1}$ na casca e $21,9 \text{ mg kg}^{-1}$, na polpa. Segundo Szarfarc, Stefanini e Lerner (1995), o ferro é um nutriente essencial para todo o organismo vivo, sendo aproveitado em numerosas reações de óxido-redução.

As sementes de atemoia apresentaram teores consideráveis de zinco com $36,7 \text{ mg kg}^{-1}$, seguido na casca com $11,6 \text{ mg kg}^{-1}$ e com valor mais inferior ao da polpa com $6,6 \text{ mg kg}^{-1}$.

A IDR de ferro é de 14 mg e a de zinco é de 15 mg (ANVISA, 2004). A ingestão de 100 g de pó de casca e sementes de atemoia variedade Gefner, respectivamente, representa 2,40 mg de ferro e 3,69 mg de zinco 1,16 mg e 3,67 mg, sendo essas quantidades consideradas baixas, e não suprimindo as necessidades diárias.

Tabela 4 Teores, em matéria seca, de vitamina C (mg 100 g⁻¹), açúcares totais (g 100 g⁻¹), macrominerais g 100 g⁻¹ e os microminerais mg kg⁻¹, nas frações de atemoia variedade Gefner

Frações do fruto	Vitamina C	Açúcares totais	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Mn	Zn	Fe
Casca	105,41 ±2,56 a	12,92 ±0,68b	0,19 ±0,00b	1,66 ±0,09b	0,14 ±0,01b	0,12 ±0,01a	0,17 ±0,01a	10,78 ±0,37b	7,20 ±0,68b	11,60 ±0,88b	23,96 ±0,90b
Polpa	60,97 ±1,66 b	58,05 ±2,75a	0,15 ±0,02c	1,70 ±0,16a	0,13 ±0,01c	0,12 ±0,01a	0,16 ±0,02a	5,06 ±0,53c	5,84 ±0,36c	6,60 ±1,03c	21,89 ±0,59c
Semente	8,18 ±0,70 c	2,19 ±0,07c	0,21 ±0,01a	0,50 ±0,03c	0,18 ±0,01a	0,12 ±0,01a	0,16 ±0,03a	19,95 ±1,26a	13,65 ±0,99a	36,70 ±1,85a	36,93 ±1,55a

Os dados são a média de 7 repetições ± desvio padrão. .

Letras diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Umidade das frações (g 100g⁻¹): da polpa, 86,50±1,58; da casca, 58,70±1,57 e da semente, 31,60±1,29.

6.4 Compostos bioativos

Os compostos bioativos, inibidores de tripsina, compostos fenólicos e lectinas, das frações do fruto atemoia são mostrados na Tabela 5, e a análise de variância dos compostos fenólicos consta na Tabela 2 do anexo.

A casca apresentou maiores teores de inibidores de tripsina que a polpa, casca com $176,67 \mu\text{mol min}^{-1} \text{g}^{-1} \text{MS}$ e a polpa com $95,16 \mu\text{mol min}^{-1} \text{g}^{-1} \text{MS}$, não tendo sido detectados nas sementes.

Os compostos fenólicos se encontraram em maior quantidade na casca do que nas outras frações, com $94,19 \text{ mg } 100\text{g}^{-1} \text{MS}$, seguidos das sementes, que apresentaram $53,02 \text{ mg } 100\text{g}^{-1} \text{MS}$ e polpa com $10,38 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1} \text{MS}$. Segundo Roesler et al. (2007), as sementes de araticum (*Annona crassiflora*) se destacaram em compostos fenólicos, com $136,99 \text{ g kg}^{-1} \text{MS}$, a casca com $90,72 \text{ g kg}^{-1} \text{MS}$ e a polpa, com $20,31 \text{ g kg}^{-1} \text{MS}$. Verificou-se que a atemoia variedade Gefner mostrou níveis inferiores desses compostos.

Não se detectou atividade hemaglutinante na semente do fruto atemoia, entretanto, a casca apresentou $2.617,29 \text{ UH mg proteína}^{-1} \text{MS}$ e a polpa, $722,35 \text{ UH mg proteína}^{-1} \text{MS}$. Estes valores são muito baixos e não causariam malefícios à saúde do organismo.

Tabela 5 Teores de inibidores de tripsina, compostos fenólicos e atividade hemaglutinante em matéria seca, nas frações do fruto atemoia variedade Gefner

Frações do fruto	Inibidores tripsina ($\mu\text{mol min}^{-1} \text{g}^{-1}$)	Fenólicos totais ($\text{mg } 100 \text{g}^{-1}$)	Lectina (UH mg proteína⁻¹)*
Casca	176,67± 2,22	94,19±5,25a	2617,29±34,14
Polpa	95,16±19,15	10,38±0,46c	722,35±78,13
Semente	ND	53,02±3,69b	ND **

Os dados são a média de 7 repetições \pm desvio padrão. .

Letras diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

Umidade das frações ($\text{g } 100\text{g}^{-1}$): da polpa, 86,50±1,58; da casca, 58,70±1,57 e da semente, 31,60±1,29.

*O valor expressa o inverso do título da maior diluição na base 2 que ainda produziu aglutinação visível em número de unidades hemaglutinantes (UH) em cada 100 μL de amostra utilizados no ensaio com sangue humano tipo A Rh +.

**ND: Não detectado.

7 CONCLUSÃO

A polpa representa cerca de 60% do peso do fruto, enquanto a casca representa 28,13% e as sementes, 8,34% da atemoia. O fruto apresenta, em média, 56 sementes e tamanho desejável para o consumidor, com diâmetro longitudinal de 10,79 cm e diâmetro transversal de 26,64 cm.

As sementes se destacaram com teores elevados de proteína bruta, extrato etéreo e fibra insolúvel, seguido pela casca. Os teores de cinzas apresentam-se mais elevados na casca, seguida pela polpa. A polpa se destaca em FA solúvel, entre as frações.

Os teores de vitamina C são maiores na casca, e nas sementes com níveis relativamente mais baixos, enquanto os açúcares totais destacaram-se na polpa.

A ordem da composição mineral da atemoia na casca, polpa e sementes foi, para os macronutrientes, K>P>Ca>Mg; para os micronutrientes na casca e nas sementes, foi Fe>Zn>Cu>Mn>S e na polpa, foi Fe>Zn>Mn>Cu>S.

A casca apresenta nível mais alto de inibidores de tripsina que a polpa e não foi detectado nas sementes. As cascas também mostram os maiores teores de compostos fenólicos entre as frações, porém, esses níveis são considerados relativamente baixos.

A atividade hemaglutinante das frações do fruto atemoia foi relativamente baixa e, provavelmente, não causaria malefícios à saúde do organismo.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mais estudos deverão ser realizados com a casca e as sementes de atemoia para que ela possa ser aproveitada na alimentação humana. Com os resultados apresentados no presente estudo, essas duas frações, casca e sementes, poderão ser aproveitadas, agregando maior valor ao fruto, já que representam em torno de 40% do total do fruto.

REFERÊNCIAS

AGENCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Ingestão diária recomendada (IDR) para proteínas, vitaminas e minerais**. Disponível em: <[http://WWW.anvisa.gov.br/base/visadoc/CP/CP\[8989\].pdf](http://WWW.anvisa.gov.br/base/visadoc/CP/CP[8989].pdf)>. Acesso em: 7 fev. 2011.

AGOSTINI, T.; CECCHI, H.; BARRERA-ARELLANO, D. Chemical characterization of the oil and pulp of marolo (*Annona coriacea*). **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, v. 45, n. 3, p. 237-41, Sept. 1995.

AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION. Position of the American dietetic: health implication of dietary fiber. **Journal of the American Dietetic Association**, Chicago, v. 108, n. 10, p. 1716-1731, Oct. 2008.

ANGELUCCI, E.; MANTOVANI, D. M. B. **Contaminantes metálicos em alimentos**. Campinas: ITAL, 1981. 50 p.

ANTUNES, A. J. Perdas de nutrientes no processamento de alimentos. In: SEMINARIO BRASILEIRO DE ALIMENTOS ENRIQUECIDOS, 1., 1994, Campinas. **Resumos...** Campinas: ITAL, 1994. p. 8-13.

ARAÚJO, J. M. A. **Química de alimentos: teoria e prática**. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2004. 478 p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of Association of Official Analytical Chemists**. 18. ed. Maryland, 2005. 1094 p.

BARCELOS, M. F. P. **Substâncias tóxicas naturais em alimentos**. Lavras: UFLA, 2004. 114 p.

BENAVENTE-GARCIA, O. et al. Antioxidant activity of phenolics extracted from *Olea europaea* L. leaves. **Food Chemistry**, London, v. 68, p. 457-468, 1999.

BERNE, R. M. et al. **Fisiologia**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000. 1034 p.

BURNS, R. A. Protease inhibitors in processed plant foods. **Journal of Food Protection**, Des Moines, v. 50, n. 2, p. 161-165, 1987.

CALDERÓN DE LA BARCA, A. M.; OCHOA, J. L.; VALENCIA, M. E. Effect of extraction of a hemagglutinin on the nutritive value of *Amaranthus leucocarpus* seeds. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 50, p. 1770- 1772, 1985.

CARVALHO, J. C. T.; GOSMANN, G.; SCHENKEL, E. P. Compostos fenólicos simples e heterosídicos. In: SIMÕES, C. M. O. et al. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. Porto Alegre: UFRS; Florianópolis: UFSC, 2000. p. 433-449.

CARVALHO, V. D.; BOTREL, N. Característica da fruta de exportação. In: GORGATTI NETTO, A. et al. **Abacaxi para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita**. Brasília: Embrapa, 1996. p. 7-15. (FRUPEX, 23).

CAVADA, B. S. et al. Purification and characterization of a lectin from seeds of *Vatairea macrocarpa* Duke. **Phytochemistry**, Oxford, v. 49, n. 3, p. 675-680, Oct. 1998.

CAXITO, A. M. **Atemoia do Jaíba/MG seduz a Europa**. Portal Abanorte. Disponível em: < <http://www.abanorte.com.br/noticias/noticias-principal/atemoia-do-jaiba-mg-seduz-a-europa/>>. Acess em: 9 maio 2009.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análises de alimentos**. São Paulo: UNICAMP, 2001. 212 p.

CHUNG, K. T. et al. Tannins and human health: a review. **Critical Review in Food Science and Nutrition**, London, v. 38, n. 6, p. 421-464, 1998.

CORRÊA, A. D. **Farinha de folhas de mandioca – (*Manihot esculenta* Crantz cv. Baiana)**: efeito de processamentos sobre alguns nutrientes e antinutrientes. 2000. 108 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.

CZAJKA-NARINS, D. M. Minerals. In: MAHAN, L. K.; ESCOTT-STUMP, S. (Ed.). **Krause: alimentos, nutrição e dietoterapia**. 9. ed. São Paulo: Roca, 1998. p. 123-166.

DISCHE, Z. General color reactions. In: WHISTLER, R. L.; WOLFRAM, M. L. (Ed.). **Carboidrate chemistry**. New York: Academic, 1962. p. 477-512.

FETT, C. **Ciência da suplementação alimentar**. 2. ed. Rio de Janeiro: Sprint, 2002. 390 p.

FREIRE, R. M. M. Ricinoquímica. In: AZEVEDO, D. M. P.; LIMA, E. F. **O agronegócio da mamona no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p. 295-335.

FRUTAS Brasil: cultura da atemoia. Disponível em: < <http://minhasfrutas.blogspot.com/2009/04/cultura-da-atemoia.html>>. Acesso em: 23 out. 2010

GARCIA-DIEZ, F. et al. Pectin feeding influences fecal bile acid excretion, hepatic bile and cholesterol synthesis and serum cholesterol in rats. **The Journal of Nutrition**, Bethesda, v.126, n. 7, p. 1766-1771, July 1996.

GENOVESE, M. I.; LAJOLO, F. M. Inativação dos inibidores de proteases de leguminosas. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, Campinas, v. 34, n. 2, p. 107-112, jul./dez. 2000.

GONÇALVES, M. C. R. et al. Fibras dietéticas solúveis e suas funções nas dislipidemias. **Revista Brasileira de Nutrição Clínica**, São Paulo, v. 2, n. 22, p. 167-174, 2007.

GONDIM, J. A. M. et al. Composição centesimal e de minerais em cascas de frutas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 4, p. 825-827, out./dez. 2005.

HALLIWELL, B. Antioxidants in human health and disease. **Annual Review of Nutrition**, Palo Alto, v.16, p.33-50, 1996.

JARRET, W. D. A review of the important trace elements in dairy products. **Australian Journal of Dairy Technology**, Melbourne, v. 34, n. 1, p. 28-34, 1979.

KAKADE, M. L.; SIMONS, N.; LIENER, I. E. Na evaluation of natural vs. Synthetic substrates for measuring the antitryptic activity of soybean sample. **Cereal Chemistry**, St. Paul, v. 46, p. 518-526, Sept. 1969.

KAVATI, R. O cultivo da atemóia. In: DONADIO, L. C.; MARTINS, A. B. G.; VALENTE, J. P. **Fruticultura tropical**. Jaboticabal: FUNESP, 1992. p. 39-70.

KRAUSE, M. V.; MAHAN, L. K. **Alimentos, nutrição e dietoterapia**. Tradução de Alcía Regina de Almeida et al. São Paulo: Roca, 1991. 981 p.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Lehninger princípios de bioquímica**. 4. ed. São Paulo: Sarvier, 2006. 1202 p.

LEITÃO, S. G. et al. Antifeedant activity of two phenylpropanoid glucosides from *Aegiphila obducta* against *Chilo partellus* larvae. **Insect Science Application**, Nairobi, v. 16, p. 375-378, 1997.

LIMA, A. J. B. **Caracterização e atividade antioxidante da jaboticaba** [*Myrciaria cauliflora* (Mart.) O. Berg]. 2009. 159 p. Tese (Doutorado em Agroquímica) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

LIS, H.; SHARON, N. Lectins: carbohydrate-specific proteins that mediate cellular. **Chemical Reviews**, Columbus, v. 98, n. 2, p. 637-674, Mar./Apr. 1998.

MAIHARA, V. A. et al. Avaliação nutricional de dietas de trabalhadores em relação a proteínas, lipídeos, carboidratos, fibras alimentares e vitaminas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 3, p. 672-677, jul./set. 2006.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: POTAFÓS, 1989. 201 p.

MÁRQUES, L. R. **A fibra terapêutica**. 2. ed. São Paulo: CRF, 2001. 175 p.

MARTINEZ-VALVERDE, I.; PERIAGO, M. J.; ROS, G. Significado nutricional de los compuestos fenólicos de la dieta. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, v. 50, n. 1, p. 5-18, 2000.

MC DOUGAL, G. J. et al. Plant cell walls as dietary fibre: range, structure, processing and function. **Journal of the Science Food and Agriculture**, London, v. 70, n. 2, p. 133-150, Feb. 1996.

MILLER, D. D. Minerals. In: FENEMA, O. R. (Ed.). **Food chemistry**. 3. ed. New York: M. Dekker, 1996. p. 617-649.

MOSCA, J. L.; LIMA, G. P. P. Atividade respiratória de atemóia (*Annona cherimola* Mill. x *Annona squamosa* L.) cv. Gefner, durante o amadurecimento. In: INTERAMERICAN SOCIETY FOR TROPICAL HORTICULTURE, 1., 2003, Fortaleza. **Proceedings...** Fortaleza: ISTH, 2003. p. 109-110.

NEVES, C. S. V. J.; YUHARA, E. N. Caracterização dos frutos de cultivares de atemóia produzidos no norte do Paraná. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 24, n. 2, p. 311-314, jul./dez. 2003.

PEREIRA, C. A. **Hemaglutinina de folhas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz)**: purificação parcial e toxicidade. 2007. 43 p. Dissertação (Mestrado em Agroquímica) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

PEUMANS, W. J. et al. Fruit-specific lectins from banana and plantain. **Planta**, Berlin, v. 211, n. 6, p. 546-554, Nov. 2000.

PHILIPPI, S. T. **Tabela de composição de alimentos**: suporte para decisão nutricional. 2. ed. São Paulo: Coronário, 2002. 135 p.

PRATT, C. W.; CORNELLY, K. **Bioquímica essencial**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. 716 p.

PROSKY, L. What is dietary fibre? New look at the definition. In: -----.
Advanced dietary fibre technology. London: Blackwell Science, 2001. p. 63-76.

RODRIGUES, M. G. V.; SOUTO, R. F.; MENEGUCCI, J. L. P. Efeito da poda da última penca do cacho da bananeira prata anã (AAB) irrigada na produção de frutos no norte de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 24, n.1, p.108-110, abr. 2002.

ROESLER, R. et al. Atividade antioxidante de frutas do cerrado. **Ciência Tecnologia Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 1, p. 53-60, jan./mar. 2007.

SANTOS, C. R. et al. **Produção de atemóia no submédio São Francisco**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2001. 10 p. Comunicado Técnico. Disponível em: <<http://www.repdigital.cnptia.embrapa.br/bitstream/CPATSA/25782/1/COT103.pdf>>. Acesso em: 28 ago. 2009.

SERPE, E. R.; FREITAS, R. J. S. Avaliação do cobre e zinco em alimentos de consumo diário. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 2, n. 9, p. 141-148, 1991.

SGARBIERI, V. C. **Alimentação e nutrição**: fator saúde e desenvolvimento. São Paulo: Almed, 1987. 387 p.

SGARBIERI, V. C. **Proteínas em alimentos protéicos**: propriedades, degradações e modificações. São Paulo: Varela, 1996. 571 p .

SHARON, N.; LIS, H. Lectins. In: **ENCYCLOPEDIA of lyfe sciences**. New York: 2001. p.1-9.

SHILS, M. E.; OLSON, J. A.; SHIKE, M. **Modern nutrition in health and disease**. 8. ed. Philadelphia: Leo & Febiger, 1994. 2069 p.

SIMÕES, C. M. O. et al. **Farmacognosia**: da planta ao medicamento. Porto Alegre: UFRGS; Florianópolis: UFSC, 2000. p. 387-415.

STROHECKER, R.; HENNING, H. M. **Analisis de vitaminas**: metodos comprobados. Madrid: Paz Montalvo, 1967. 428 p.

SZARFARC, S. C.; STEFANINI, M. L. R.; LERNER, B. R. Anemia nutricional no Brasil. **Cadernos de Nutrição**, São Paulo, v. 9, p. 5-24, 1995.

TAVARES, G. **Elaboração e análises de um alimento alternativo destinado à complementação alimentar de populações carentes**. 2001. 105 p. Tese (Doutorado em Ciências dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

TOKUNAGA, T. **A cultura da atemóia**. Campinas: CATI, 2000. 80 p. (Boletim técnico, 233).

TROLL, W.; KENNEDY, A. R. **Protease inhibitors as cancer chemopreventive agents**. New York: Plenum, 1993.

VAN DAMME, J. M. et al. Cytoplasmic/nuclear plant lectins: a new story. **TRENDS in Plant Science**, London, v. 9, n. 10, p. 484-489, Oct. 2004

VASCONCELOS, I. M.; OLIVEIRA, J. T. A. Antinutritional properties of plant lectins. **Toxicon**, Oxford, v. 44, n. 4, p. 385-403, Sept. 2004.

VILAS BOAS, E. V. B. **Avaliação nutricional dos alimentos**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2004. 80 p.

ANEXO A

Tabela 1A	Resumo da análise de variância da composição centesimal das frações do fruto atemoia, variedade Gefner.....	61
Tabela 2A	Resumo da análise de variância de vitamina C, açúcares totais e dos compostos fenólicos das frações do fruto atemoia, variedade Gefner.....	62
Tabela 3A	Resumo da análise de variância dos minerais das frações do fruto atemoia, variedade Gefner.....	62

Tabela 1A Resumo da análise de variância da composição centesimal das frações do fruto atemoia variedade Gefner

FV	G	Quadrado médio					
		Proteína bruta	Extrato etéreo	Cinzas	Fibras solúveis	Fibras insolúveis	Fibras totais
Tratamento	2	110,77**	1480,39**	29,26**	-	2691,35**	2421,78**
Erro	18	0,18	0,38	0,09		3,09	3,42
CV(%)		4,01	5,89	7,45	-	4,08	4,16

*Significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste F.

**Significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste F.

NS= Não significativo.

Tabela 2A Resumo da análise de variância de vitamina C, açúcares totais e compostos fenólicos das frações do fruto atemoia variedade Gefner

FV	GL	Quadrado Médio		
		Vitamina C	Carboidratos	Compostos fenólicos
Tratamento	2	16584,13**	6152,59**	12294,69**
Erro	18	3,27	2,68	13,79
CV(%)		3,11	6,72	7,07

*Significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste F.

**Significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste F.

NS= Não significativo.

Tabela 3 Resumo da análise de variância dos minerais das frações do fruto atemoia variedade Gefner

FV	GL	Quadrado médio								
		P	K	Ca	Mg	S	Cu	Mn	Zn	Fe
Tratamento	2	0,0062 **	3,24**	0,0058 **	0,0001NS	0,0003NS	394,55**	121,87**	1822,09 **	465,41**
Erro	3	0,0001	0,11	0,0001	0,00007	0,0004	0,67	0,52	1,74	1,18
CV(%)		6,33	8,36	7,30	6,88	12,33	6,88	8,12	7,23	3,95

*Significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste F.

**Significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste F.

NS= Não significativo.