

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE AGRONOMIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

ALINE GOMES DE MOURA E SILVA

**CARACTERIZAÇÃO BIOQUÍMICA DE AMÊNDOAS CRUAS
E TORRADAS DE CHICHÁ**
(*Sterculia striata* A. St. Hill & Naudin)

Goiânia
2009

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

ALINE GOMES DE MOURA E SILVA

**CARACTERIZAÇÃO BIOQUÍMICA DE AMÊNDOAS CRUAS
E TORRADAS DE CHICHÁ**

(Sterculia striata A. St. Hill & Naudin)

Dissertação apresentada à Coordenação do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Goiás como exigência para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Prof^a Dr^a Kátia Flávia Fernandes

Goiânia
2009

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(GPT/BC/UFG)

Silva, Aline Gomes de Moura e.
S586c Caracterização bioquímica de amêndoas cruas e torradas de
chichá (*Sterculia striata* A. St. Hill & Naudin) [manuscrito] /
Aline Gomes de Moura e Silva. – 2009.
55 f. : il., figs., tabs.

Orientadora: Profa. Dra. Kátia Flávia Fernandes.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás,
Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, 2009.

Bibliografia f. 47-55.

Inclui lista de tabelas, figuras, abreviaturas e siglas.

1. Amêndoa – Cerrados – Piauí (Estado) 2. *Sterculia striata*
3. Árvores frutíferas – Cerrados 4. Torrefação – Composição
química I. Fernandes, Kátia Flávia II. Universidade Federal de
Goiás, **Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos**. III.
Título.

CDU: 634.5(812.2:251.3)



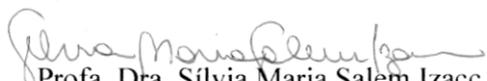
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

ALINE GOMES DE MOURA E SILVA

**CARACTERIZAÇÃO BIOQUÍMICA DE AMÊNDOAS
CRUAS E TORRADAS DE CHICHÁ
(*Sterculia striata* A. St. Hill & Naudin)**

Dissertação defendida e aprovada em 14 de setembro de 2009, pela Banca Examinadora constituída pelos membros


Prof. Dra. Kátia Flávia Fernandes
Orientador


Prof. Dra. Sílvia Maria Salem Izacc
Membro da Banca


Prof. Dr. Flávio Marques Lopes
Membro da Banca

AGRADECIMENTOS

À meus pais Íris e Francisco que com afeto me ensinam a ser persistente.

À minha avó Georgeta pelo incentivo.

À meus irmãos Stanley e Andersom e minha tia Juçara pela paciência, incentivo e momentos de descontração.

À Diracy Betânia Cavalcante Lemos Lacerda, principal colaboradora deste trabalho, por fornecer o material de estudo.

À minha orientadora: Kátia Flávia Fernandes que me deu a oportunidade de desenvolver este trabalho.

Às minhas colegas: Diva, Flávia, Jullyana e Priscilla pelo companheirismo.

Ao prof^o. Eduardo Ramirez Asquiere pelo carinho e paciência e por permitir o acesso ao Laboratório de Química e Bioquímica de Alimentos.

Aos prof^{os}: Heleno Dias Ferreira e José Ângelo Rizzo pela identificação da espécie realizada no Herbário da UFG.

Ao prof^o. Cirano José Ulhoa e pesquisadores do Laboratório de Enzimologia por permitirem a utilização do laboratório.

À prof.^a Mara Reis Silva por disponibilizar o Laboratório de Nutrição e Análise de Alimentos.

À pesquisadora Tânia da Silveira Agostini Costa e a mestranda Renata Miranda Lopes pelas análises realizadas na Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia.

À prof.^a Eliana Paula Fernandes pela análise realizada no Laboratório de Análises de Solos e Foliar.

Aos colegas do Laboratório de Química de Proteínas por solucionarem minhas dúvidas iniciais e pela boa convivência.

Aos professores do mestrado por todos os questionamentos e lições.

RESUMO

Muitas espécies do Cerrado ainda são pouco conhecidas, assim como suas características bioquímicas e seu potencial para processamento de alimentos. Este trabalho teve como objetivo caracterizar bioquimicamente a amêndoa de chichá da espécie *Sterculia striata* A. St. Hill & Naudin, oriunda de Corrente (Piauí) e verificar alterações na composição química e no teor de fatores antinutricionais após torrefação. A amêndoa de chichá mostrou-se ser um alimento com alto teor de proteínas, fibras, fósforo, cobre, zinco e manganês. A torrefação realizada a 205°C por 11 min resultou em perda de umidade de 6,0% para 2,1% e diminuição do fitato de 10,6 mg/g para 5,5 mg/g. A ausência de fatores antinutricionais como lectinas, taninos e inibidores de tripsina e alfa-amilase foi também um resultado importante. Verificou-se a ausência de peroxidase e polifenoloxidase e conteúdo de compostos fenólicos de 107,7 mg/100g e 108,9 mg/100g para amêndoas cruas e torradas, respectivamente. Por fim, têm-se ácidos graxos poliinsaturados linoléico (3,8%) e linolênico (2,3%), altos teores de monoinsaturados (40%) e saturados (34,5%) e presença de ácidos graxos ciclopropenoídicos. Assim, pode-se afirmar que a amêndoa de chichá é um alimento rico em nutrientes, mas é preciso investigar os efeitos da ingestão de ácidos ciclopropenoídicos na concentração encontrada. Este trabalho reforça a necessidade de conhecer e conservar as plantas nativas do Cerrado.

Palavras-chave: *Sterculia striata*, torrefação, antinutricionais, composição química.

ABSTRACT

Many species from Cerrado remain unknown in their biochemical characteristics and in their potential for food processing. This work had as objective to characterize the almond of chichá from the specie *Sterculia striata* A. St. Hill & Naudin, originated from Corrente (Piauí) in their biochemical components, analyze the changes in the chemical composition and the amounts of antinutritional factors after roasting. The almond of chicha presented high levels of protein, fiber, phosphorus, copper and manganese. The roasting held to 205°C for 11 minutes reduced the content of humidity from 6.0% to 2.1% and phytates from 10,6mg/g to 5.5 mg/g. There were no lectins, tannins, trypsin inhibitors and alpha-amylase was also a important result obtained. It was verified the absence of the enzymes polyphenol oxidase and peroxidase and a content of phenolics in the range of 107.7 mg/100g and 108.9 mg/100g in the raw and roasted almond respectively. The almond of chicha presented polyunsaturated fatty acids linoleic (3,8%) and linolenic acid (2,3%), high levels of monounsaturated (40%) and saturated (34.5%) and presence of fatty acids cyclopropanoid. Therefore, the almond chichá is rich in nutrients; however it is necessary to investigate the effects of eating cyclopropanoid in the concentration found in these almonds. This work reinforces the necessity of conservation and in deep studies of native plants from Cerrado.

Keywords: *Sterculia striata*, roasting, antinutritional, chemical composition.

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
1	Composição centesimal e valor energético da amêndoa crua e torrada de chichá	31
2	Comparação da composição centesimal da amêndoa crua da espécie <i>Sterculia striata</i> de diferentes estados	34
3	Teor de minerais da amêndoa crua e torrada de chichá	35
4	Fatores antinutricionais das amêndoas cruas e torradas do chichá.....	37
5	Composição em ácidos graxos da amêndoa crua e torrada de chichá	39
6	Compostos fenólicos totais da amêndoa crua e torrada do chichá	44

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Árvore do chichá	12
2	Flores do chichá	13
3	Fruto do chichá	14
4	Sementes do chichá em casca e descascadas	14
5	Cromatograma da análise por cromatografia a gás da fração lipídica da amêndoa de chichá crua	41

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADNS: ácido 3,5-dinitrossalicílico

DEAE: dietilaminoetil

IDR: ingestão diária recomendada

SDS: duodecil sulfato de sódio

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1	CERRADO	11
2.2	O CHICHÁ	12
2.3	FATORES ANTINUTRICIONAIS	15
2.3.1	Inibidores de enzimas	15
2.3.1.1	Inibidores de tripsina	16
2.3.1.2	Inibidores de amilases	17
2.3.2	Taninos	17
2.3.3	Fitatos	18
2.3.4	Lectinas	20
3	OBJETIVOS	22
3.1	OBJETIVO GERAL	22
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22
4	MATERIAL E MÉTODOS	23
4.1	OBTENÇÃO E ARMAZENAMENTO DAS SEMENTES	23
4.2	CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS AMÊNDOAS	23
4.2.1	Preparo da amostra	23
4.2.2	Composição centesimal	23
4.2.3	Análise de minerais	26
4.2.4	Análise de fatores antinutricionais	26
4.2.4.1	Inibidor de tripsina	26
4.2.4.2	Inibidor de amilase salivar e pancreática	27
4.2.4.3	Taninos	27
4.2.4.4	Fitato	27
4.2.4.5	Lectina	28
4.2.5	Perfil de ácidos graxos	28
4.2.6	Componentes bioquímicos	29
4.2.6.1	Atividade de peroxidase e polifenoloxidase	29
4.2.6.2	Compostos fenólicos totais	29
4.3	ANÁLISE ESTATÍSTICA	30
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
5.1	CARACTERIZAÇÃO DAS AMÊNDOAS DE CHICHÁ	31
5.1.1	Composição centesimal	31
5.1.2	Minerais	35
5.1.3	Fatores antinutricionais	37
5.1.4	Ácidos graxos	39
5.1.5	Peroxidase e polifenoloxidase	43
5.1.6	Compostos fenólicos	44
6	CONCLUSÕES	46
	REFERÊNCIAS	47

1 INTRODUÇÃO

Diversos frutos nativos do Cerrado são consumidos pela população sem o conhecimento de suas propriedades nutricionais. O chichá, pertencente à família *Malvaceae*, que apresenta como espécies mais comuns: *Sterculia chicha* St. Hill; *Sterculia apetala* Karst; *Sterculia foetida* L. e *Sterculia striata* St. Hill. et Naud, tem sua amêndoa popularmente consumida crua ou torrada ou ainda na forma de paçoca doce ou salgada.

Embora a composição dos alimentos indique seu valor nutritivo, não é suficiente do ponto de vista nutricional, já que os nutrientes não se tornam totalmente disponíveis ao organismo após a ingestão. Além da digestão e absorção, a presença de compostos que geralmente atuam nos mecanismos de defesa das plantas, os chamados fatores antinutricionais, diminuem a eficiência do metabolismo interferindo na utilização de nutrientes.

Pesquisas têm demonstrado que muitas vezes as condições de processamento são eficientes na redução destas substâncias para concentrações que não apresentam toxicidade e nem afetam nutricionalmente os alimentos. Além disto, alguns fatores considerados tóxicos têm apresentado potencial no desenvolvimento de fármacos ou ainda apresentam propriedades funcionais no que diz respeito à prevenção de doenças e até mesmo no seu tratamento.

Portanto, fica clara a necessidade de se estudar bioquimicamente um alimento, pois a partir do conhecimento de sua composição torna-se possível investigar o seu potencial tecnológico. No caso do chichá, além de sua importância ecológica, como meio de renovação de áreas desmatadas, é preciso conhecer o aspecto nutricional por meio de sua composição química.

Este trabalho teve como objetivo caracterizar bioquimicamente a amêndoa de chichá da espécie *Sterculia striata* A. St. Hill & Naudin, oriunda de Corrente (Piauí) e verificar alterações na composição química e no teor de fatores antinutricionais após torrefação. Desse modo divulga-se a flora do Cerrado e busca-se mostrar a viabilidade econômica da espécie, ressaltando-se que os componentes nutricionais podem variar em relação a uma mesma espécie por causa dos fatores ambientais.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1. CERRADO

A região do Cerrado abrange uma área de 2 milhões de km², correspondendo a 22% do território brasileiro, superado apenas pela Amazônia. No Brasil, está distribuído principalmente nos Estados de Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Tocantins, Bahia, Piauí, Maranhão e Distrito Federal. Possui a mais rica flora dentre as savanas do mundo com mais de 7000 espécies. Mas a agricultura moderna vem ocupando o Cerrado com pastagens e com culturas como soja, milho, arroz. Diversas espécies animais e vegetais estão ameaçadas de extinção e apenas 2,2% da área estão legalmente protegidas (KLINK; MACHADO, 2005; RATTER; RIBEIRO; BRIDGEWATER, 1997).

O clima da região é caracterizado tropical estacional, apresentando um período chuvoso (primavera e verão) e outro seco (outono e inverno). Os solos são antigos com relevo plano, apresentando acidez elevada, baixa capacidade de armazenamento de água e altos teores de alumínio. A vegetação apresenta potencial alimentar, madeireiro, combustível, agroindustrial, forrageiro, medicinal e ornamental. Caracterizam-se por troncos tortos, ramos retorcidos, cascas grossas e baixo porte. Distinguem-se mais de 40 tipos de paisagens como o cerradão, campo limpo, campo sujo, vereda, mata de galeria e mata calcárea. A fauna é constituída por mamíferos de pequeno porte, répteis, aves e insetos distribuídos em pequenas populações e alguns se encontram em extinção como tamanduá-bandeira, lobo-guará, tatu-bola, veado-campeiro e a onça-pintada (HARIDASAN, 2000; SILVA et al., 2001).

Com a ocupação agrícola e a exploração extrativista observa-se uma queda nas safras das frutas nativas tornando-se necessário fazer plantios para assegurar a sobrevivência e perpetuação das espécies, que, além disso, poderiam constituir uma fonte de renda aos pequenos agricultores, já que consumidos *in natura* ou processados, os frutos tais como: pequi, baru, araticum, cagaita, mangaba tem grande aceitação popular. O plantio das fruteiras do Cerrado tem inúmeras vantagens: fonte de alimento para comunidades indígenas e para fauna, abrigo para os animais nativos da região, recuperação de áreas desmatadas e proteção de nascentes e margens de rios (SILVA et al., 2001).

2.2 O CHICHÁ

O chichá também conhecido como xixá, amendoim-de-macaco, castanha-de-macaco, mendubi-guaçu, castanheiro-do-mato, arachachá, pau-rei, pertence à família Malvaceae, e é uma planta nativa do Cerrado. Apresenta como espécies mais comuns: *Sterculia chicha* St. Hil, árvore importante para fabricação de papel, pois seu crescimento é rápido e sua reprodução fácil; *Sterculia apetala* Karst, cujos frutos apresentam espinhos dificultando a retirada das sementes, fornece madeira para construção civil, canoas e alguns países plantam-na como árvore de sombra; *Sterculia foetida* L., originária da América do Norte foi introduzida no Brasil como árvore ornamental e de sombra, se adaptou muito bem, sendo uma das árvores exóticas mais comuns. A *Sterculia striata* A. St. Hill & Naudin é uma árvore que apresenta uma altura de 8 a 14 m por 7 a 10 m de diâmetro de copa, suas folhas são recortadas em 3 a 5 lobos que caem durante a época seca. Sua madeira é leve e mole, própria para obras internas, forros, artesanato, fabricação de palitos de fósforo e caixas. A árvore tem rápido crescimento e é tolerante a terrenos secos, tornando-se desta forma uma opção para recomposição de áreas degradadas (CORRÊA, 1984; LORENZI, 2002; SILVA et al., 2001). A árvore é mostrada na Figura 1.



Figura 1. Árvore do chichá

Floresce durante os meses de dezembro a março e suas flores são pequenas e avermelhadas (LORENZI, 2002; SILVA et al., 2001). As flores estão ilustradas na Figura 2.



Figura 2. Flores do chichá
Fonte: Silva (1996).

Os frutos são cápsulas lenhosas alongadas com 3 a 5 lóculos, de coloração castanho-alaranjada. Cada planta apresenta cerca de 100 a 180 frutos que surgem nas extremidades dos ramos e amadurecem no período de junho a setembro tornando-a ornamental. O fruto, quando maduro, tem casca de coloração castanha (LORENZI, 2002; SILVA et al., 2001). Ao abrir-se deixa expor o interior com as sementes afixadas que podem variar de 9 a 20 unidades por fruto como apresentado na Figura 3.



Figura 3. Fruto do chichá

As sementes de chichá são ovóides de 2 cm de comprimento, apresentam duas cascas sendo uma externa fina, facilmente destacável, de cor negra e outra interna de cor cinza e uma amêndoa (Figura 4) que é popularmente consumida crua, cozida, torrada ou ainda na forma de paçoca doce ou salgada (SILVA et al., 2001; SILVA, 1996).



Figura 4. Sementes do chichá em casca e descascadas

Em estudo sobre a composição química do chichá cru (*Sterculia striata*), Oliveira et al. (2000) observaram que a composição de aminoácidos essenciais indica que as sementes de *Sterculia striata* possuem a histidina como aminoácido limitante para os grupos de crianças

de 2-5 e 10-12 anos e a fenilalanina mais tirosina, limitante apenas para o primeiro grupo. Porém, a amêndoa de chichá pode ser considerada uma fonte alternativa de grande parte dos aminoácidos indispensáveis como valina, isoleucina, leucina, lisina, treonina, metionina, triptofano e cisteína. Esta é considerada condicionalmente indispensável (INSTITUTE OF MEDICINE, 2005).

2.3 FATORES ANTINUTRICIONAIS

A presença de um determinado nutriente no alimento não garante sua utilização pelo organismo, pois sua forma química, quantidade, a presença de substâncias que podem formar complexos e o estado de saúde e nutrição do indivíduo interferem na absorção dos nutrientes. O termo biodisponibilidade de nutrientes está relacionado a proporção de nutriente ingerido que será eficientemente absorvido e convertido a sua forma ativa e também em uma proporção suficiente para suprir demandas fisiológicas em tecidos-alvo (COZZOLINO, 2007).

As matérias-primas vegetais podem apresentar substâncias sem valor nutritivo e que também podem diminuir este valor, são os chamados fatores antinutricionais, que podem ser classificados em dois grupos: substâncias antinutritivas e substâncias tóxicas (SGARBIERI, 1996).

Os compostos antinutritivos são aqueles que possuem ação de impedir a disponibilidade de certos nutrientes, geralmente minerais e proteínas, mas que por outro lado, podem apresentar alguns fatores benéficos como antiinflamatório, antioxidante e proteção ao câncer (COULTATE, 2004).

As substâncias tóxicas são aquelas que produzem lesões nos órgãos e tecidos e alterações fisiológicas que resultam em enfermidades, podendo causar a morte de pessoas e animais quando ingeridas (SGARBIERI, 1996).

Dentre os diversos fatores que podem afetar a biodisponibilidade dos nutrientes, destacam-se:

2.3.1 Inibidores de enzimas

São substâncias que interferem na atividade de enzimas digestivas, diminuindo a digestibilidade e a absorção de proteínas e carboidratos. Os mais importantes são os inibidores de proteases serínicas e amilases (SGARBIERI, 1996).

2.3.1.1 Inibidores de tripsina

Os inibidores de tripsina são encontrados em vegetais, como sementes de leguminosas, cereais e tubérculos. Nas leguminosas aparecem com frequência os inibidores da família de Kunitz que formam um complexo irreversível com a tripsina. Outro inibidor presente em sementes de leguminosas é o da família Bowman-Birk, que pode se ligar à tripsina e a quimotripsina em sítios independentes apresentando ação simultânea, sendo resistente à desnaturação e à inativação térmica e química. O complexo enzima-inibidor diminui o nível da enzima, o que estimula o pâncreas a produzir mais tripsina, provocando uma hipertrofia do órgão (COZZOLINO, 2007; SGARBIERI, 1996).

A soja apresenta os dois tipos de inibidores de tripsina. Em estudo comparando-se dois tratamentos - secagem prévia (55°C por 8 h) seguida de tostagem em forno (220°C de 10 a 15min) e apenas tostagem em forno (220°C por 50 min) - verificou-se que este último processo é eficaz quanto à inativação do inibidor de tripsina, além de melhorar a digestibilidade da proteína e que no tratamento sem secagem prévia houve menor reativação dos inibidores e maior aceitabilidade dos grãos de soja (FELIX, 2005). Já em feijões, o inibidor de tripsina presente nas variedades Carioca, Vermelho, Branco, Preto e Jalo, pode ser inativado por uso de microondas por 15 min (2,45 GHz), por cozimento à pressão (121°C e 141 kPa) por 15 min ou cozimento em banho-maria a 90 °C por 40 min ressaltando que o tempo e temperatura devem ser controlados para inativação completa (JOURDAN; NOREÑA; BRANDELLI, 2007).

A estabilidade térmica dos inibidores de tripsina é dependente de fatores como temperatura, duração, modo de aquecimento, tamanho das partículas, teor de umidade e da conformação estrutural do inibidor. Em estudo com a soja, estes inibidores tiveram atividades totalmente inativadas com o aquecimento dos grãos em água fervente por trinta minutos (CARVALHO et al., 2002). Em misturas de milho e soja, o inibidor de tripsina teve uma redução significativa com o processo de extrusão utilizando temperatura de 120°C (BERTIPAGLIA et al., 2008). Pode acontecer do tratamento térmico ser suficiente para a inativação, mas não para a eliminação. Com a ação do calor, os inibidores se ligam a outros componentes do grão e se tornam inativos, não ocorrendo desnaturação térmica, desta forma existe a possibilidade de que ao alcançarem o trato gastrointestinal e sofrerem a hidrólise enzimática, retornarem às suas formas ativas, e, portanto recuperarem a atividade inibitória. Outra questão é que alguns inibidores mesmo fragmentados (após hidrólise) ainda retêm capacidade de inibição (CARVALHO et al., 2002).

2.3.1.2 Inibidores de amilases

Os inibidores de alfa-amilase são encontrados em cereais (trigo, milho, centeio, sorgo), leguminosas (feijão, amendoim, grão de bico), tubérculos (cará, inhame) e frutas como a manga (FINARDI FILHO, 1990).

Os inibidores de alfa-amilase são classificados em quatro grupos: proteínas produzidas por plantas superiores, polipeptídeos pequenos produzidos por *Streptomyces*, carboidratos que contém nitrogênio produzidos por *Streptomyces* e compostos fenólicos. São relativamente estáveis ao calor e ativos contra alfa-amilases de animais e insetos, formando complexos estáveis. Estes são responsáveis por diminuir a velocidade de digestão do amido na saliva e no intestino delgado e conseqüentemente a liberação de glicose para o sangue (FUNKE; MELZIG, 2006; SGARBIERI, 1996). Algumas aplicações dos inibidores de amilases são citadas por Antunes (2008) como combate a pragas que utilizam amilases endógenas para se alimentar, prevenção de cáries, processamento de alimentos que contém carboidratos, tratamento de obesidade e diabetes.

2.3.2 Taninos

Os taninos são compostos de alto peso molecular, que conferem ao alimento a sensação de adstringência. Classificam-se em dois grupos, baseados em seu tipo estrutural: taninos hidrolisáveis e taninos condensados. O primeiro contém um núcleo central de glicose ou um álcool poliídrico, esterificado com ácido gálico ou elágico, e são prontamente hidrolisáveis com ácidos, bases ou enzimas. O segundo grupo são polímeros de catequina ou leucoantocianidina ou ambos, que não são facilmente hidrolisáveis por tratamento ácido (SOARES, 2002).

Os taninos ao formarem complexos com as proteínas diminuem a digestibilidade, inibem o crescimento e aumentam a excreção de nitrogênio fecal. São compostos que reagem covalentemente com grupamentos ϵ -amino dos resíduos de lisina inibindo a quebra da ligação peptídica na vizinhança deste resíduo, que seria catalisada pela tripsina. O teor de tanino na casca pode estar relacionado à coloração de certos grãos como o feijão, pois cultivar colorida apresenta um teor de tanino superior (RAMÍREZ-CADENAS; LEONEL; COSTA, 2008).

Os taninos condensados estão presentes na maioria dos alimentos e as condições climáticas e fertilidade do solo influem na sua estrutura, peso molecular e teor que por sua vez resultará em diferentes efeitos na qualidade nutricional das plantas. No caso de plantas forrageiras, alto teor de taninos condensados pode intoxicar os animais. Em níveis moderados

(3% a 4%) protegem as proteínas contra a degradação pelos microrganismos do rúmen aumentando o fluxo de proteínas a serem absorvidas pelo intestino. Em teores abaixo de 2%, a digestibilidade da proteína não é afetada, entretanto não se deve generalizar, pois estas características são dependentes do peso molecular, composição monomérica e distribuição espacial do tanino (GUIMARÃES-BEELEN et al., 2006).

Os frutos do caquizeiro são ricos em taninos, como são consumidos *in natura* certos cultivares necessitam remoção artificial da adstringência até atingirem níveis inferiores a 0,1%, que é imperceptível ao paladar. Um dos métodos que pode ser utilizado é a exposição ao vapor de álcool etílico hidratado por um período de vinte e quatro horas, sendo aconselhável o consumo de quatro a oito dias após o tratamento. Taninos altamente condensados são menos solúveis e apresentam menor capacidade de se ligar a outros componentes celulares (ANTONIOLLI et al., 2000).

Em feijões pretos crus e cozidos irradiados da variedade Diamante Negro não houve relação entre a dose de irradiação e o teor de tanino que foi reduzido apenas pelo processo de cozimento (MECHI; CANIATTI-BRAZACA; ARTHUR, 2005). Já em soja irradiada, o aumento das doses de radiação causou uma diminuição no tempo de cocção, não influenciou na composição nutricional e reduziu o teor de tanino e de inibidor de tripsina, que por sua vez também foi afetado pelo processo de cocção (TOLEDO, 2006).

Em estudo sobre chá verde verificou-se a ação do tanino na proteção das proteínas contra danos causados por radicais livres. A exposição a radicais livres induz alterações em aminoácidos, fragmentação, alterações na absorção e nas propriedades funcionais das proteínas. Observou-se também que o chá verde diminui a oxidação de lipídios e que o efeito é causado pelo tanino, mais especificamente pela presença de grupos gálicos, indicando uma correlação entre estrutura química e atividade antioxidante. Portanto, o chá verde, por apresentar grandes quantidades de taninos, é uma excelente fonte de antioxidantes naturais (NAKAGAWA et al., 2002).

2.3.3 Fitatos

Ácido fítico ou mio-inositol hexafosfato é um componente natural de sementes constituindo de 1% a 3% do peso das leguminosas e cereais, correspondendo de 60% a 90% do teor de fósforo. Os fitatos têm várias funções fisiológicas importantes para a planta durante o seu ciclo de vida, incluindo o armazenamento de fósforo, que fornecem matéria-prima para a formação das paredes celulares, após a germinação da semente (CÚNEO; AMAYA-

FARFAN; CARRARO, 2000). Na nutrição humana, os fitatos podem estar relacionados à diminuição na absorção de minerais como cálcio, ferro, zinco e magnésio (COZZOLINO, 2007).

O teor de ácido fítico depende das condições climáticas, da localização, das condições de irrigação e do tipo de solo em que as plantas crescem. O inositol hexa e penta fosfato são as formas com maior capacidade quelante. Para diminuir o efeito antinutricional do ácido fítico têm-se os métodos de cozimento, germinação, fermentação e adição de enzimas (fitase). No processo de cozimento, a perda de ácido fítico na água é observada durante um curto tempo, em cozimento por 45 min, o fitato encontrado na água pode ser reabsorvido. A germinação reduz consideravelmente o fitato de sementes ou grãos, assim como a fermentação em decorrência da ação da fitase endógena ou proveniente de microrganismos. A fitase inicia sua atividade a 60°C e é inativada a 70°C. Na maceração de feijões por dez horas a 60°C obteve-se uma hidrólise de 75% do ácido fítico e 25% restantes foram encontrados na água (URBANO et al., 2000).

É possível eliminar quase completamente o ácido fítico ativando a fitase endógena da semente, mas este processo requer a utilização da matéria-prima na sua forma *in natura*, emprego de reatores, inclusão de passos de hidratação, incubação, o que aumenta o custo do produto. No caso do farelo de arroz, o processo de estabilização, que compreende desengorduramento e tratamento térmico, inativa a enzima fitase e não altera o conteúdo de fitato. O uso de fitase comercial exógena mostrou ser pouco eficaz para a remoção de ácido fítico em farelo de arroz estabilizado, obtendo-se taxas de desfitatização baixas. A explicação para esta observação estaria na localização estratégica que a enzima endógena possui naturalmente com relação ao substrato, portanto qualquer tratamento que objetive a diminuição expressiva do nível de fitato deverá obrigatoriamente ser efetuado em etapa anterior ao aquecimento, de forma que a fitase endógena possa ser utilizada (CÚNEO; AMAYA-FARFAN; CARRARO, 2000).

Em arroz, o teor de fitatos é consideravelmente reduzido durante o beneficiamento com a retirada do farelo que contém de 85% a 92% de fitatos totais (ZANÃO, 2007). O feijão é rico em minerais, vitaminas e fibras, mas também apresenta taninos e fitatos. Tentativas de reduzir estes antinutrientes são extensivamente pesquisadas tais como: descascamento, maceração, cozimento e germinação. Com o cozimento de feijões macerados (maceração: quinze horas, temperatura ambiente e cozimento: quarenta minutos) obteve-se uma redução maior de taninos e fitatos do que o feijão sem maceração. Um fato importante é que os

processamentos têm diferentes efeitos sobre os teores de nutrientes conforme a cultivar (RAMÍREZ-CADENAS; LEONEL; COSTA, 2008).

O feijão, assim como o arroz, é um dos alimentos mais consumidos no Brasil, mas uma das dificuldades é diminuir as perdas causadas por insetos durante armazenamento, sendo uma alternativa a irradiação. Em feijões pretos cozidos da variedade Diamante Negro, doses entre 6 kGy e 8 kGy tiveram ação positiva na digestibilidade de proteínas e aumentaram o valor de ferro dialisado, no entanto, o processo de cozimento aumentou o teor de fitatos e o processo de irradiação teve efeito oposto sobre estes compostos em grãos crus e cozidos. Observou-se que o teor de fitato não interferiu na disponibilidade de ferro destes feijões e que o processo de irradiação não comprometeu o valor nutricional (MECHI; CANIATTI-BRAZACA; ARTHUR, 2005).

O ácido fítico em baixas concentrações apresenta efeitos positivos como: ação protetora ao câncer, redução na formação de cálculos renais, prevenção de enfermidades cardiovasculares, controle de cáries, retardo da digestibilidade do amido com consequente diminuição da resposta de glicose no sangue. Estudos com ratos sugerem o uso do ácido fítico como antídoto à intoxicação por chumbo por causa da sua capacidade de se unir a minerais (DOMÍNGUEZ; GÓMEZ; LEÓN, 2002).

2.3.4 Lectinas

As lectinas ou hemaglutininas são proteínas que reagem com um ou mais carboidratos que estão presentes na membrana dos eritrócitos provocando aglutinação, propriedade esta utilizada para sua detecção. Nos alimentos podem ser encontradas em sementes de leguminosas, em grãos de cereais e em tomates. As lectinas de leguminosas geralmente são tóxicas, pois ao se unirem aos carboidratos das células epiteliais intestinais causam uma diminuição da absorção de nutrientes do trato digestivo, provocando perda de peso e alteração da microflora intestinal (SGARBIERI, 1996; SHIBAMOTO; BJELDANES, 1996). A atividade da lectina decresce com a maturidade da planta e sua toxicidade varia de acordo com o vegetal: a lectina de rícino é muito tóxica, a lectina de soja tem uma toxicidade inferior e a lectina de tomate não é tóxica (WOBETO et al., 2007).

As lectinas podem ser utilizadas para: atuar no transporte e armazenamento de açúcares, diferenciar grupos sanguíneos, reconhecer células cancerosas, além do uso como material de afinidade em cromatografia de colunas (SGARBIERI, 1996; SHIBAMOTO; BJELDANES, 1996).

Apesar das semelhanças nas estruturas das lectinas existem diferenças em relação às suas atividades biológicas. Em estudo realizado com a lectina extraída da semente *Dioclea violácea* verificou-se sua ação antiinflamatória em ratos com artrite reumática induzida por zymosan, um polissacarídeo derivado do fungo *Saccharomyces cerevisiae*. Deve-se considerar que os efeitos variam de acordo com a dose e a espécie estudada. O uso de lectinas em microbiologia e parasitologia deve-se à capacidade de identificar os agentes infecciosos e de apresentar efeito protetor a infecções e doenças inflamatórias (PAIM, 2006).

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

- Estudar as características bioquímicas da amêndoa de chichá (*Sterculia striata* A. St. Hill & Naudin) oriunda da cidade de Corrente – Piauí.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar a composição centesimal da amêndoa crua e torrada de chichá;
- Determinar o teor de fibra alimentar total, solúvel e insolúvel da amêndoa crua e torrada;
- Quantificar o teor de minerais (Zn, Mn, P, Cu) da amêndoa crua e torrada;
- Determinar o perfil de ácidos graxos da amêndoa crua e torrada;
- Identificar e quantificar os fatores antinutricionais (lectina, inibidor de tripsina e amilase, taninos, fitatos) da amêndoa crua;
- Quantificar fatores antinutricionais que não foram eliminados pela torrefação.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 OBTENÇÃO E ARMAZENAMENTO DAS SEMENTES

As sementes de chichá foram colhidas de frutos maduros de uma única árvore, no ano de 2007, em propriedade rural na cidade de Corrente, região sul do Estado do Piauí na época da safra que nesta região se dá entre outubro-dezembro. As sementes foram estocadas em sacos plásticos e transportadas em temperatura ambiente até Goiânia, onde foram selecionadas e armazenadas em frascos de vidro em freezer a -18°C até sua utilização. A identificação da espécie foi realizada pelo Herbário da Universidade Federal de Goiás, utilizando-se ramos floridos e sementes, com exsicata depositada n° 30870.

4.2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS AMÊNDOAS

4.2.1 Preparo da amostra

Para as análises, as sementes foram descongeladas sob refrigeração e descascadas manualmente. A torrefação das amêndoas foi realizada em forno elétrico doméstico Black & Decker por 11 min a 205°C . As amêndoas cruas e torradas foram trituradas em moinho analítico modelo A11 Basic e passadas em peneiras de 40 mesh para obtenção das farinhas. As análises foram realizadas em triplicata.

4.2.2 Composição centesimal

A composição centesimal das amêndoas cruas e torradas foi determinada no Laboratório de Nutrição e Análise de Alimentos da Faculdade de Nutrição, e no Laboratório de Química e Bioquímica de Alimentos da Faculdade de Farmácia / UFG. As análises de fibra foram realizadas no Laboratório de Análise, Pesquisa e Consultoria em Alimentos (LABM) – Belo Horizonte.

Umidade

Pesou-se 3 g de amostra e submeteu-se a aquecimento em estufa (marca Luterco) a 105°C até obtenção de peso constante (AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS, 1984).

Cinzas

Realizou-se pelo método gravimétrico, após carbonização de 2,5 g de amostra submeteu-se a aquecimento em mufla (marca EDG, modelo EDGCon 3P F300) a 550°C até obtenção de peso constante (AOAC, 1984).

Lipídios

Foram extraídos e quantificados segundo a metodologia de Bligh e Dyer (1959). Pesou-se 2,5 g de amostra, transferiu-se para tubo de 70mL, adicionou-se 10mL de clorofórmio, 20mL de metanol e 8mL de água, agitou-se lentamente por 30 min. Acrescentou-se 10mL de clorofórmio e 10mL de solução de sulfato de sódio 1,5%, agitou-se por 2 min. Deixou-se em repouso por 90 min. Succionou-se a camada superior que foi descartada. Filtrou-se a camada inferior adicionando 1 g de sulfato de sódio ao papel de filtro. Transferiu-se 5 mL do filtrado para cadinho que foi submetido a aquecimento a 105°C por 1 h. Após pesagem do cadinho realizou-se o cálculo pela fórmula:

$$\% \text{ Lipídeos totais} = \frac{\text{Pesolipídeos} \times 4}{\text{amostra}(g)} \times 100$$

Carboidratos totais

Determinaram-se pelo método fenol sulfúrico utilizando-se uma curva padrão de glicose com concentrações de 10 a 90µg e as leituras feitas em espectrofotômetro (marca Alfa, modelo Femto 700plus) a 490nm. Pesou-se 0,03 g de amostra e dilui-se para 250 mL com água destilada. Transferiram-se alíquotas de 0,0; 0,2; 0,5; 0,8; 1,0; 1,2; 1,5 mL para tubos de ensaios. Acrescentou-se 2,0; 1,8; 1,5; 1,2; 1,0; 0,8; 0,5 mL de água destilada respectivamente. Adicionou-se a todos os tubos, 0,8 mL de fenol 5% e 5 mL de ácido sulfúrico concentrado. Agitaram-se os tubos e deixou-os em repouso por 30 min. Fez-se a leitura das absorbâncias a 490nm (DUBOIS et al., 1956).

Proteína

Utilizou-se a metodologia de micro Kjeldahl (AOAC, 1984). Amostras de 0,1 g foram pesadas e transferidas para um tubo de digestão, adicionou-se 0,05 g de mistura catalisadora e 5 mL de ácido sulfúrico concentrado. A digestão iniciou-se a 50 °C e aumentou-se gradativamente a temperatura com intervalos de 50 °C até atingir 300 – 350°C evitando-se a formação de espuma. Atingida a temperatura, a digestão continuou até as paredes internas dos

tubos ficarem perfeitamente limpas, a fumaça branca de dióxido de enxofre praticamente cessar e o líquido apresentar coloração verde-esmeralda límpida. Após esfriar em caixa de areia, conectou-se o tubo ao aparelho de destilação e a ponta do condensador foi mergulhada em um erlenmeyer de 250mL, contendo 10 mL de solução de ácido bórico a 2% e 3 gotas de indicador de Andersen. Adicionou-se lentamente solução de hidróxido de sódio 50% ao tubo contendo a amostra até o aparecimento de precipitado pardo escuro de óxido cúprico. A destilação foi realizada em destilador Tecnal (Modelo TE 036/1) controlando-se a temperatura até atingir o volume de 100 mL. O destilado foi titulado com solução de ácido clorídrico padronizado 0,02 N até aparecimento de coloração rósea. Calculou-se o teor de nitrogênio pela fórmula:

$$\% N = \frac{VxNx0,014}{amostra(g)} x 100$$

V = volume de ácido clorídrico usado na titulação do destilado.

N = normalidade do ácido clorídrico encontrada após padronização.

Para converter o teor de nitrogênio em proteína bruta multiplicou-se pelo fator de correção de 6,25.

Fibra

Determinou-se fibra alimentar total, solúvel e insolúvel, pelo método enzimático gravimétrico (AOAC, 1990). A amostra foi desengordurada pelo método de Soxhlet utilizando éter de petróleo segundo procedimento padrão (AOAC, 1984). Em seguida foi gelatinizada e hidrolisada pela alfa-amilase termo-estável, digerida por protease e amiloglucosidase em banho-maria à 60°C. Fez-se a filtração para obtenção da fibra insolúvel. O sobrenadante foi lavado com etanol e filtrado para obtenção da fibra solúvel. A soma das frações solúvel e insolúvel é a fibra alimentar total.

Valor energético

Foi estimado a partir dos dados da composição centesimal considerando-se os fatores de conversão de Atwater de 4 kcal/g, 9 kcal/g e 4 kcal/g para proteína, lipídio e carboidrato descontado o valor da fibra, respectivamente, segundo Merrill e Watt (1973).

4.2.3 Análise de minerais

As análises de minerais foram realizadas no Laboratório de Análises de Solos e Foliar da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos / UFG. Os teores de cobre, manganês e zinco foram determinados, após digestão nitroperclórica, por espectrofotometria de absorção atômica utilizando-se os parâmetros instrumentais (lâmpada, comprimento de onda, corrente da lâmpada e largura da fenda) específicos para cada nutriente. O teor de fósforo foi determinado por colorimetria após digestão nitroperclórica e diluição com solução de molibdato de amônio com leitura a 660nm (AOAC, 1995).

4.2.4 Análise de fatores antinutricionais

Os fatores antinutricionais das amêndoas cruas e torradas foram determinados no Laboratório de Química de Proteínas do Instituto de Ciências Biológicas/UFG. Para validação dos métodos, as análises foram realizadas em amostras que atuaram como controle, como soja e feijão. As leituras das absorbâncias foram realizadas em espectrofotômetro marca Biospectro, modelo SP-220.

Obtenção dos extratos

Foram preparados extratos com três tampões, acetato de sódio 0,05M pH 5,0 e fosfato de sódio 0,05M pH 7,0 e pH 8,0. Pesou-se 20 mg de amostra e adicionou-se 2 mL das soluções tampão anteriores, submeteu-se à agitação por 30 min sob refrigeração. Após centrifugação, foi coletado o sobrenadante para análises de inibição.

4.2.4.1 Inibidor de tripsina

Para o teste de inibição: aos extratos (0,3 mL) foram adicionados 0,1 mL de solução de tripsina de pâncreas bovino (0,5 mg/mL) e 0,1 mL de tampão fosfato (0,1M pH 7,6) para reação a 37°C por 10 min. Em seguida, adicionou-se 0,5 mL de solução de caseína 1% e após 10 min colocou-se 1,5 mL de solução de ácido tricloroacético 10% para precipitação. Fez-se a leitura da absorbância do sobrenadante a 280nm. Desta leitura é subtraída a absorbância do branco de inibição, no qual se utiliza apenas o extrato e o tampão. Para o teste de atividade da enzima faz-se a reação entre tripsina e caseína, desta absorbância é subtraída a leitura do branco da enzima que contém apenas tampão e caseína. Uma unidade de tripsina (UT) foi definida arbitrariamente como o aumento de 0,1 unidades de absorbância. Os resultados foram expressos como unidades de tripsina inibida (UTI) por mg de amostra, sendo uma unidade inibitória responsável pela inibição de uma unidade de tripsina (ARNON, 1970).

4.2.4.2 Inibidor de amilase salivar e pancreática

Para ensaio de inibidor de amilase salivar utilizou-se 0,02 mL de solução de alfa-amilase salivar em tampão acetato de sódio 0,1M pH 5,0, adicionou-se 0,02 mL de extrato, 0,06 mL de acetato de sódio 0,05M pH 5,0 e 0,1 mL de solução de amido 0,5 %. Incubou-se a 40°C por 15 min. Retirou-se 0,1 mL e adicionou-se 1 mL de solução de ADNS para reação em água fervente por 5 min e após resfriamento fez-se leitura da absorbância a 550nm. Do mesmo modo, fez-se o ensaio de inibidor de amilase pancreática com solução de alfa-amilase pancreática em tampão tris 0,1M pH 7,0; extrato preparado em pH neutro e solução tampão de fosfato 0,05M pH 7,0. A leitura da absorbância foi feita a 550nm. Desta leitura é subtraída a absorbância do branco de inibição, no qual se utiliza apenas o extrato e o tampão. Para o teste de atividade da enzima faz-se a reação entre amilase e amido, desta absorbância subtrai-se a leitura do branco da enzima que contém apenas tampão e amido. Construiu-se uma curva de calibração com concentrações de 0,02 a 0,14mg de glicose. Uma unidade de atividade de enzima foi definida como aquela que libera 0,1 micromol de açúcar redutor por 1 mL e por 1 minuto. Os resultados foram expressos como unidades de amilase inibida por mg de amostra, sendo uma unidade inibitória responsável pela inibição de uma unidade de amilase (BERNFELD, 1955).

4.2.4.3 Taninos

Foi realizado pelo método de precipitação de proteínas. A amostra foi desengordurada pelo método de Soxhlet (AOAC, 1984). Em seguida preparou-se extrato de 0,8 g de amostra desengordurada com 10 mL de metanol, sob agitação por 30 min à temperatura ambiente. À 1mL de extrato adicionou-se 2 mL de albumina de soro bovino (1mg/mL) e observou-se precipitação após 15 min. Depois de retirar o sobrenadante, dissolveu-se o precipitado com 4 mL de solução de duodecil sulfato de sódio (SDS 1%, tris 5% e isopropanol 20%) e 1mL de solução de cloreto férrico 0,01M (dissolvido em ácido clorídrico 0,01M) deixando em repouso por 30 min. Quantificaram-se os taninos a 510nm com curva de calibração de ácido tânico de 0,2 a 1,0mg (HAGERMAN; BUTLER, 1978).

4.2.4.4 Fitato

O fitato de 0,5 g de amostra foi extraído sob agitação com 10 mL de ácido clorídrico a 2,4% por 1 h em temperatura ambiente. Pipetou-se 5 mL do sobrenadante, completou-se o volume para 25 mL, retirou-se 10 mL e adicionaram-se ao trocador de íons DEAE (dietilaminoetil), que foi previamente ativado com lavagens de 15 mL de ácido clorídrico

0,5M, em seguida hidróxido de sódio 0,5M e água até neutralizar. Deixou-se o extrato e o DEAE agitando lentamente por 30 min. Filtrou-se a vácuo, lavou-se o resíduo com 15 mL de cloreto de sódio 0,1M e o filtrado foi descartado. Fez-se lavagem com cloreto de sódio 0,7M, retirando deste filtrado alíquotas de 0,2; 0,3; 0,4 e 0,5 mL, para tubos de ensaio. Adicionou-se 2,8; 2,7; 2,6 e 2,5 mL de água respectivamente. Acrescentou-se 3 mL de Reagente Wade (cloreto férrico 0,03% e ácido sulfossalicílico 0,3%) em todos os tubos. Deixou-se em repouso por 15 min e fez-se a leitura da absorbância a 500nm. Na presença de fitato, o ferro liga-se ao éster fosfato e por não estar disponível para reagir com o ácido sulfossalicílico resulta na diminuição da intensidade da cor rosa. A curva padrão é construída com concentrações de 5 a 40 µg de ácido fítico (LATTA; ESKIN, 1980).

4.2.4.5 Lectina

Foram preparados três extratos com 20 mg de amostra e 2 mL dos tampões glicina 0,1M pH 3,6 e pH 9,0 e cloreto de sódio 0,15M, agitaram-se por 30min em refrigeração. A 0,2 mL dos sobrenadantes dos extratos foram acrescentados 0,2 mL de solução de cloreto de sódio 0,15M e 0,2 mL de suspensão de eritrócitos de coelho a 2% (v/v) em cloreto de sódio 0,15M fazendo uma série de diluições na base 2 (2^1 , 2^2 , 2^3 , 2^4 , 2^5 , 2^6 , 2^7 , 2^8). Os tubos foram incubados a 37°C por 30 min e observou-se a formação de coágulos após 30 min em temperatura ambiente. O resultado em unidades de hemaglutinação (UH) é dado pelo inverso do expoente da maior diluição que foi observada a coagulação, segundo método de Vasconcelos et al. (1991).

4.2.5 Perfil de ácidos graxos

A análise de perfil de ácidos graxos foi realizada na Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. O óleo foi extraído das amêndoas pelo método de Bligh e Dyer (1959) e posteriormente foi realizada a metilação por catálise alcalina com hidróxido de potássio, segundo Murrieta, Hess e Rule (2003). O extrato de lipídios (0,1 mL) e 2 mL de hidróxido de potássio 0,2M foram aquecidos a 55°C por 1 h, resfriados em banho de gelo por 15 min, adicionou-se 3 mL de solução saturada de cloreto de sódio e 4 mL de hexano. Após centrifugação por 2 min a 2500rpm retirou-se a fração superior para injeção.

As amostras foram injetadas em triplicata em volume de 1,0 µL em cromatógrafo a gás equipado com coluna capilar DB-23 Agilent (50% cianopropil – metilpolisiloxano), com diâmetro interno de 0,25 mm, espessura do filme de 0,25 µm e 60 m de comprimento. A detecção foi feita com detector de ionização de chama (GC-FID Shimadzu). O fluxo da

coluna foi de 1,0 mL/min., com velocidade linear de 24 cm/seg, gás de arraste, hélio, temperatura do detector de 280°C, temperatura do injetor de 250°C, temperatura do forno inicialmente de 110°C por 5 min, aumentando gradativamente 5°C por minuto até atingir 215°C por 24 min. Os ácidos graxos foram identificados por comparação dos seus tempos de retenção com os de padrões de ésteres metílicos e quantificados por normalização das respectivas áreas.

4.2.6 Componentes bioquímicos

4.2.6.1 Atividade de peroxidase e polifenoloxidase

Prepararam-se extratos com 20 mg de amostra e 2,0 mL de tampão fosfato de sódio 0,1M pH 6,0 sob agitação e refrigeração por 30 min. Para o ensaio da peroxidase, utilizou-se 1,4 mL do tampão fosfato, 1,0 mL de pirogalol 0,013M e 0,5 mL de peróxido de hidrogênio 0,05M. Para o ensaio da polifenoloxidase, usou-se 2,4 mL de tampão fosfato e 0,5 mL de catecol 0,013M. O ensaio iniciou-se pela adição de 0,1 mL do sobrenadante do extrato e após 1 min fez-se a leitura da absorbância a 420nm em espectrofotômetro marca Biospectro, modelo SP-220. Uma unidade de enzima foi definida como aumento de 0,1 unidades de absorbância por minuto, segundo método descrito por Halpin et al. (1989).

4.2.6.2 Compostos fenólicos totais

Foram quantificados segundo o método de Zielinski e Kozłowska (2000). O extrato foi preparado com 1 g de amostra com adição de 10 mL de metanol 50%, repouso por 1h, filtração para balão de 25 mL, adição de 10 mL de acetona 70% ao resíduo da filtração com repouso por 1 h e novamente filtração no mesmo balão completando volume com água. Para reação, foram utilizados balões de 10 mL, adicionando-se 5 mL de água, 2 mL de extrato, 1 mL de reagente de Folin-Ciocalteou (diluição 1:10) e 1 mL de carbonato de sódio a 25%. Completou-se o volume dos balões com água. Agitou-se e deixou-se em repouso por 30 min, fez-se a leitura da absorbância a 700nm em espectrofotômetro UV/Vis (modelo Lambda 25, marca Perkin Elmer). Construiu-se uma curva de calibração com ácido gálico em concentrações de 0,02 a 0,1mg.

4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados das análises de composição centesimal, fatores antinutricionais, ácidos graxos, minerais e compostos fenólicos antes e após torrefação foram expressos como média e desvio-padrão e submetidos ao teste de Student utilizando-se o software Statistica versão 7.0.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 CARACTERIZAÇÃO DAS AMÊNDOAS DE CHICHÁ

5.1.1 Composição centesimal

As amêndoas apresentaram peso médio de $1,1 \pm 0,12$ g. Carvalho (2008), ao estudar amêndoas de chichá também coletadas no estado do Piauí, obteve peso médio de 0,9 g.

A composição centesimal das amêndoas cruas e torradas é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 - Composição centesimal e valor energético da amêndoa crua e torrada de chichá

Componentes (g/100g)¹	amêndoa crua	amêndoa torrada³
Umidade	$6,03 \pm 0,16^s$	$2,14 \pm 0,03^s$
Cinzas	$3,69 \pm 0,02^s$	$3,99 \pm 0,02^s$
Carboidratos totais	$44,39 \pm 0,32^{ns}$	$45,57 \pm 2,97^{ns}$
Lipídios	$25,13 \pm 0,26^s$	$26,15 \pm 0,19^s$
Proteínas	$20,78 \pm 0,2^s$	$22,14 \pm 0,05^s$
Fibra alimentar total	$12,30 \pm 0,5^s$	$10,40 \pm 0,4^s$
Fibra solúvel	$2,07 \pm 0,2^s$	$2,57 \pm 0,1^s$
Fibra insolúvel	$10,20 \pm 0,7^s$	$7,80 \pm 0,4^s$
Valor energético ²	131,28	139,38

¹ Dados apresentados como média \pm desvio-padrão.

² Calculada em kcal por porção de 30g.

³ torrefação a 205°C por 11 min.

Médias em uma mesma linha não diferem significativamente (ns) ou diferem (s) entre si pelo teste de t-Student ($P \leq 0,05$).

Em estudo realizado com frutos do Cerrado, Martins (2006) obteve para amêndoa crua de cajuí, também conhecido como cajuzinho-do-cerrado, o valor de lipídios de 26,40% próximo ao da amêndoa de chichá que obteve o menor valor (25,13%) em relação a todas as sementes comestíveis estudadas por Venkatachalam e Sathe (2006) como amêndoa, castanha-do-pará, castanha de caju, avelã, macadâmia, pistache e noz, cujos teores de lipídios variaram de 43,4% a 66,7%.

O teor de cinzas (3,69%) foi superior àqueles encontrados em amêndoas pouco conhecidas como amêndoa de coquinho-azedo (1,8%), de bocaiúva (1,99%), de cajuí (2,44%) e de castanha-do-gurguéia (2,5%) estudadas por Faria et al. (2008), Hiane (2006), Martins (2006) e Carvalho (2008), respectivamente. Denadai (2006), ao pesquisar a amêndoa de sapucaia obteve valor de cinzas (3,8%) próximo ao da amêndoa de chichá, mas a sapucaia destaca-se pelo alto teor de lipídios, 60,61%.

As amêndoas de chichá cruas e torradas podem ser consideradas com alto teor de proteína, pois apresentam mais de 20% da ingestão diária recomendada (IDR) por 100g em todos os segmentos: adultos, crianças, lactentes, gestantes e lactantes (BRASIL, 1998). O valor de proteína para amêndoa de chichá crua (20,78%) está dentro da faixa encontrada para leguminosas como feijão, grão-de-bico e lentilha de 19% a 23% (NEPA, 2006) e aos quantificados em sapucaia, 20,47% (DENADAI, 2006), amêndoa de cajuí, 22,01% (MARTINS, 2006) e pistache, 19,8% (VENKATACHALAM; SATHE, 2006).

O valor de carboidratos totais (44,39%) foi menor do que os teores presentes em importantes cereais como trigo, 75%, arroz, 78% e aveia 67% mas equivalente ao teor da linhaça de 44% (NEPA, 2006). O valor calórico da amêndoa crua (437,6 kcal/100g) e torrada (464,59 kcal/100g) é inferior ao do amendoim, 544kcal/100g, castanha-do-pará, 643 kcal/100g, da noz 620 kcal/100g (NEPA, 2006) e da amêndoa de baru 502 kcal/100g (TAKEMOTO et al., 2001).

Um alimento é considerado com alto teor de fibra quando contém acima de 6 g/100g e como fonte quando seu teor está acima de 3 g/100g (BRASIL, 1998). O conteúdo de fibra alimentar foi superior ao teor do amendoim de 8,0% (NEPA, 2006) e próximo ao da amêndoa de baru, 13,4% (TAKEMOTO et al., 2001).

A porção fibra de um alimento é classificada segundo a solubilidade em água em solúveis e insolúveis e estas frações apresentam diferentes funções. Em estudo para avaliar os efeitos da ingestão de fibras solúveis, Rocha et al. (2007) observaram que pacientes após três meses ingerindo 10 g/dia de fibra solúvel tiveram redução nos valores do índice de massa corporal e nos níveis de colesterol. A pectina (fibra solúvel) mostrou ser a responsável pelos efeitos observados em ratos que tiveram redução de ganho de peso, colesterol total e LDL (PIEIDADE; CANNIATTI-BRAZACA, 2003). Estes efeitos têm relação com a sensação de saciedade causada pela lenta taxa de esvaziamento gástrico e por dificultar a ação das enzimas digestivas diminuindo a absorção de nutrientes e aumentando sua excreção fecal, fato positivo com relação a diminuição de absorção de glicose e ácidos biliares. Estes ao serem eliminados fazem com que o fígado utilize o colesterol endógeno para produzir novos ácidos biliares (CARDENETTE, 2006; COZZOLINO, 2007).

O amido resistente é quantificado como fração insolúvel, mas tem efeitos fisiológicos semelhantes à fibra solúvel. Em experimento com ratos alimentados com banana verde, observou-se que o amido resistente resultou em pequena liberação de glicose e que assim os animais produziram menos insulina para manter níveis de glicose sanguíneo semelhante ao da

dieta controle. A maior parte do amido resistente foi fermentada no intestino (CARDENETTE, 2006).

As fibras insolúveis são parcialmente fermentadas, aceleram o trânsito intestinal e aumentam a massa fecal (CARDENETTE, 2006). Também dificultam a absorção de nutrientes quando ingerida em altas concentrações, conforme relatam Raupp et al. (2002) ao observarem que o conteúdo de minerais, proteínas e lipídios excretados por ratos aumentou em razão de adições crescentes de bagaço de mandioca hidrolisado que tem alto teor de fibra insolúvel.

O efeito das fibras na absorção de minerais ainda não está totalmente esclarecido e depende de vários fatores, como a natureza da fibra, quantidade de fibra e mineral ingerida e a fonte de minerais, pois aqueles presentes em vegetais geralmente estão menos disponíveis que os de origem animal. Outro fato é que as fibras geralmente estão associadas a outros compostos que diminuem a disponibilidade como o ácido fítico, taninos, oxalato, fenólicos. No entanto, a diminuição do pH causada pela fermentação da fibra pode auxiliar a biodisponibilidade dos minerais (COZZOLINO, 2007).

As propriedades das fibras podem ser alteradas pela interação das frações solúveis e insolúveis. Observou-se, em estudo com ratos alimentados com dietas contendo cevada com diferentes teores de fibra solúvel e insolúvel, que a interação entre as fibras fez com que em nenhuma das dietas ocorresse ganho de peso, mas naquelas com maior proporção de fibra solúvel, esta foi capaz de aumentar o teor de umidade e nitrogênio nas fezes e abaixar o pH, fato importante, pois inibe o crescimento de patógenos (MAYER, 2007).

Estudo realizado por Matias (2007) com fibras de amaranto e linhaça demonstrou que não se deve presumir o efeito fisiológico das fibras somente pelos teores determinados quimicamente. Em seu experimento não foi observado ação hipocolesterolêmica da fibra da linhaça que não foi capaz de seqüestrar os ácidos biliares e colesterol. Em contrapartida, o aumento do peso das fezes evidenciou a capacidade destas fibras em reterem água e serem parcialmente fermentadas pela flora intestinal.

O chichá, por apresentar baixo teor de umidade (6,03%), é considerado um alimento de baixo risco microbiológico e também com menor susceptibilidade às reações bioquímicas. Os valores de umidade da amêndoa crua são comparáveis aos de amendoim cru, 6,0% (NEPA, 2006), pistache, 5,7% (VENKATACHALAM; SATHE, 2006) e amêndoa de baru, 6,1% (TAKEMOTO et al., 2001). A amêndoa de chichá apresentou uma composição equilibrada em relação aos teores de carboidratos, lipídios e proteína, quando comparadas as castanhas, cereais e leguminosas.

A torrefação é um tratamento térmico que pode melhorar a digestibilidade das proteínas, destruir substâncias antinutricionais, formar compostos aromáticos, causar escurecimento e evaporação de água. A perda de água provocada pela torrefação da amêndoa aumentou o teor relativo de grande parte dos demais constituintes (MELO et al., 1998). O teor de carboidratos não apresentou diferença significativa após a torrefação, provavelmente a amêndoa apresenta baixo teor de açúcares redutores. Estes são desidratados, polimerizados e parcialmente degradados a compostos orgânicos voláteis, água e gás carbônico. O amido pode ser parcialmente degradado liberando água e dióxido de carbono e outra porção do amido pode ser caramelizado ou até mesmo carbonizado dependendo do grau de torração. A celulose, hemicelulose e lignina não são muito afetadas pelas altas temperaturas (SIVETZ; FOOTE, 1963 apud SILVA, 2008).

A umidade (2,14%) e a proteína (22,14%) da amêndoa torrada se aproximaram aos valores da amêndoa de baru torrada com 2,43% de umidade e 21,82% de proteína após a torração de 180°C a 240°C por 10 a 15 min (MARTINS, 2006). Em comparação à castanha de pequi torrada a 90°C por 2 min, Paiva (2008) obteve valores de umidade de 2,6%, e cinzas, de 2,5%, próximos ao da amêndoa torrada de chichá, e para proteínas e lipídios, valores superiores de 26,9% e 43,3%, respectivamente.

Os resultados de três estudos sobre a composição química do chichá (*Sterculia striata* A. St. Hill & Naudin) estão apresentados na Tabela 2. Observa-se que o teor de umidade encontrado por Oliveira et al. (2000) foi maior que o dos demais trabalhos e que os resultados para lipídios e proteínas são compatíveis aos encontrados no presente estudo para a amêndoa de chichá crua.

Tabela 2 – Comparação da composição centesimal da amêndoa crua da espécie *Sterculia striata* de diferentes estados

Componentes (g/100g)	Amêndoa crua	Ceará ¹	Goiás ²	Piauí ³
Umidade	6,0	11,5	6,9	6,6
Cinzas	3,7	2,7	3,8	3,2
Carboidratos totais	44,4	40,6	48,4	45,1
Lipídios	25,1	25,4	21,2	27,7
Proteínas	20,8	19,9	19,6	17,4
Fibra Alimentar	12,3	—	10,3	—
Valor energético ⁴	437,6	—	421,1	499,2

¹ Oliveira et al. (2000); ² Silva et al. (2008); ³ Carvalho (2008); ⁴ Calculada em kcal/100g.

As amêndoas de chichá do estado de Goiás (SILVA et al., 2008) obtiveram resultados semelhantes a amêndoa crua para os teores de cinzas e em razão dos menores conteúdos de lipídios e proteínas apresentaram valor energético inferior. A amêndoa de chichá do estado de Piauí (CARVALHO, 2008) assemelha-se a amêndoa crua com relação aos valores de umidade, carboidratos e cinzas. O valor de carboidratos obtido por Carvalho (2008) está próximo ao teor observado no presente estudo na amêndoa torrada (45,57%).

A diferença entre sementes de mesma espécie pode ser explicada pela influência que o solo, a adubação, o clima, as condições pós-colheita e de estocagem exercem na sua composição (KOKUSZKA, 2005; VERA et al., 2009).

5.1.2 Minerais

Os minerais quantificados nas amêndoas cruas e torradas de chichá estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Teor de minerais da amêndoa crua e torrada de chichá

Mineral (mg/100g) ¹	Amêndoa crua	Amêndoa torrada ²
fósforo	1096,00 ± 1,5 ^s	856,00 ± 1,0 ^s
cobre	3,40 ± 0,5 ^{ns}	3,10 ± 0,2 ^{ns}
manganês	3,00 ± 0,1 ^{ns}	2,90 ± 0,5 ^{ns}
zinco	3,07 ± 0,4 ^{ns}	3,13 ± 0,8 ^{ns}

¹Resultados expressos em média ± desvio-padrão.

²Torrefação a 205°C por 11 min.

Médias em uma mesma linha não diferem significativamente (ns) ou diferem (s) entre si pelo teste de t-Student (P ≤ 0,05).

As amêndoas de chichá cruas e torradas podem ser consideradas de alto teor de fósforo, cobre, manganês, pois apresentam mais de 30% da IDR/100g tanto para adultos, crianças, gestantes. Já para o teor de zinco em relação ao IDR para adultos e crianças, as amêndoas cruas e torradas são consideradas como de alto teor e para gestantes e lactantes são consideradas como fonte, pois apresentam 27% da IDR (BRASIL, 1998; BRASIL, 2005).

O teor de fósforo das amêndoas de chichá é similar ao encontrado para castanha do Brasil, também conhecida como castanha-do-pará, de 853 mg/100g (NEPA, 2006), e a amêndoa de sapucaia, de 875 mg/100g (DENADAI, 2006) e elevado se comparado à amêndoa de baru de 358 mg/100g (TAKEMOTO et al., 2001), ao amendoim de 407 mg/100g e a noz de 396mg/100g (NEPA, 2006). Segundo Bianchi et al. (2006), o fósforo participa da estrutura de ossos e dentes e atua no metabolismo de carboidratos, proteínas e gorduras. Sua principal fonte é o leite, com aproximadamente 1242 mg/100g (NEPA, 2006). O consumo de

uma dieta de baixo teor de cálcio e alto teor de fósforo pode causar o hiperparatireoidismo secundário nutricional, que pode contribuir tanto para a mineralização óssea limitada durante o crescimento de adolescentes e adultos jovens, como para a perda de massa óssea em adultos (ANDERSON, 2005). A alta ingestão de fósforo geralmente está relacionada ao consumo de bebidas carbonatadas e alimentos com adição de fosfatos (COZZOLINO, 2007).

O cobre tem como principal fonte as vísceras como o fígado com cerca de 9 mg/100g. (NEPA, 2006). Sua deficiência pode resultar em menor elasticidade dos tecidos conjuntivos, rupturas espontâneas ou aneurismas das artérias e aorta e uma estrutura esquelética frágil (BIANCHI et al., 2006). Dentre os alimentos pesquisados, as amêndoas de chichá apresentaram os maiores teores de cobre em relação a amêndoa de baru, 1,45 mg/100g (TAKEMOTO et al., 2001); amêndoa de coquinho-azedo, 1,3 mg/100g (FARIA et al., 2008), castanha do Brasil, 1,79 mg/100g e amendoim, 0,78 mg/100g (NEPA, 2006). Aproximando-se do valor de outra amêndoa do cerrado, a sapucaia com 3,28 mg/100g (DENADAI, 2006). A intoxicação por cobre geralmente tem maior relação com a falha na excreção do que com a ingestão excessiva. Os sintomas de intoxicação por cobre são: salivação excessiva, náusea, vômito, diarreia, sangramento gastrointestinal, alterações renais, podendo ocorrer hemólise, taquicardia, convulsões, coma e necrose hepática (COZZOLINO, 2007).

O manganês está associado à formação do tecido ósseo e conectivo e ao metabolismo de lipídios e carboidratos (BIANCHI et al., 2006). Em pessoas com doença crônica no fígado e em neonatos, indivíduos cuja excreção da bile é baixa, o manganês pode tornar-se tóxico por causa do aumento de sua concentração (COZZOLINO, 2007). As amêndoas de chichá apresentaram um teor de manganês inferior ao da amêndoa de baru de 4,9 mg/100g (TAKEMOTO et al., 2001), a noz de 4,1mg/100g; ao nabo 4,4 mg/100g; e em relação ao tremoço, vegetal com o maior teor de zinco no valor de 79,8 mg/100g (NEPA, 2006). Teores semelhantes ao do chichá são encontrados em linhaça, 2,8 mg/100g e grão-de-bico, 3,2 mg/100g (NEPA, 2006).

O zinco auxilia na resposta imune, é considerado antioxidante e participa da biossíntese de proteínas e ácidos nucléicos, no entanto em altas concentrações pode interferir na biodisponibilidade de ferro e cobre (BIANCHI et al., 2006; COZZOLINO, 2007). Em carnes cozidas seu valor pode chegar a 8,1 mg/100g, ao passo que na castanha do Brasil é de 4,2 mg/100g, em gergelim, 5,5 mg/100g, linhaça 4,4 mg/100g (NEPA, 2006) e na amêndoa de baru, de 4,1mg/100g (TAKEMOTO et al., 2001). Todos estes valores são superiores aos da amêndoa de chichá, que se aproxima do encontrado para amendoim de 3,2 mg/100g. Em

estudo com a mesma espécie de chichá (*Sterculia striata*), mas proveniente do estado de Goiás, Silva et al. (2008) obteve um teor de zinco de 2,33 mg/100g.

5.1.3 Fatores antinutricionais

Em relação aos fatores antinutricionais, a amêndoa crua não apresentou inibidor de amilase salivar e pancreática, inibidor de tripsina, taninos e lectinas, conforme mostrado na Tabela 4. Estes resultados são similares aos encontrados por Oliveira et al. (2000), que não detectaram presença de lectina e inibidor de tripsina.

Foi quantificado fitato na amêndoa de chichá crua na concentração de 10,6 mg/g. Valor considerado baixo se comparado à farinha de trigo integral, de 22,20 mg/g (GARCÍA-ESTEPA; GUERRA-HERNÁNDEZ; GARCÍA-VILLANOVA, 1999); a soja, de 14,3 mg/g (HIDVÉGI; LÁSZTITY, 2002); farelo de arroz, de 39,2 mg/g; farelo de trigo, de 40,4 mg/g e gergelim, de 32,0 mg/g (SANT'ANA et al., 2000). Aproxima-se aos teores de ervilha, de 10,2 mg/g (HIDVÉGI; LÁSZTITY, 2002); farinha de milho, de 10,78 mg/g e de sorgo 10,12 mg/g (GARCÍA-ESTEPA; GUERRA-HERNÁNDEZ; GARCÍA-VILLANOVA, 1999).

Tabela 4 - Fatores antinutricionais das amêndoas cruas e torradas do chichá

Antinutricional (mg/g)	Amêndoa crua	Amêndoa torrada¹
Inibidor de tripsina	ND ²	ND
Inibidor de amilase salivar	ND	ND
Inibidor de amilase pancreática	ND	ND
Lectinas	ND	ND
Taninos	ND	ND
Fitato ³	10,6 ± 0,08 ^s	5,5 ± 0,06 ^s

¹ torrefação a 205°C por 11 min.

² ND – não detectado.

³ dados apresentados como média ± desvio-padrão.

s: médias diferem significativamente pelo teste t ($P \leq 0,05$).

Em concentrações de 1,5 mg/g a 3,5 mg/g, o fitato é encontrado em alimentos como castanha de caju, castanha-do-pará, macadâmia, pistache, amêndoas, noz (VENKATACHALAM; SATHE, 2006). Na farinha de aveia, está presente em 7,44 mg/g, arroz, 5,52 mg/g (GARCÍA-ESTEPA; GUERRA-HERNÁNDEZ; GARCÍA-VILLANOVA, 1999) e batata-doce, 6,9 mg/g (MEDONA et al., 2007).

O ácido fítico é considerado um antinutricional em virtude da sua capacidade de se ligar a proteínas, amido, minerais (cálcio, fósforo, ferro, zinco) e impedir a digestão destes nutrientes. Mas vários fatores influenciam na capacidade de complexação dos fitatos, como o

tipo de proteína da dieta, número de íons fosfato, concentração dos minerais e do próprio fitato, pH do meio, presença de fitase, taninos, fibras e ácido ascórbico (COZZOLINO, 2007; DOMÍNGUEZ; GOMEZ; LEON, 2002; OLIVEIRA et al., 2003).

Em dietas com adições crescentes de fitato, variando de 14,7 mg/g a 117,6 mg/g, não se observou alteração no peso de ratos e no valor nutritivo das dietas, mas Oliveira et al. (2003) ressaltam que os resultados encontrados em ensaios *in vivo* e *in vitro* se diferenciam porque provavelmente outros componentes antinutricionais estão presentes no alimento. Ao avaliar a biodisponibilidade de ferro em refeições compostas de arroz, feijão, carne e tomate, Fantini et al. (2008) relataram que os teores de ácido fítico de 0,94 mg/g a 1,99 mg/g não exerceram efeito inibitório.

Em estudos para redução de fitato, observou-se com o cozimento em panela de pressão por 40 min após maceração por 16 h que feijões cariocas diminuíram seus teores de 13,82 mg/g para 2,04 mg/g (OLIVEIRA et al., 2003), fato que não ocorreu com experimento realizado por Mechi, Caniatti-Brazaca e Arthur (2005) que, ao cozinharem feijões da variedade Diamante Negro em autoclave por 10 min a 121°C, obtiveram um aumento do teor de fitato de 8,02 mg/g para 9,64 mg/g. De acordo com Hossain e Becker (2002), a diminuição do teor de fitato durante a maceração é causada pela lixiviação dos íons fitato na água por causa da influência do gradiente de concentração e a perda é em função da permeabilidade adquirida pelo grão. Alajaji e El-Adawy (2006) conseguiram reduzir o teor de fitato (1,21 mg/g para 0,75 mg/g) sem diminuir o valor nutricional de grãos-de-bico ao cozinhá-los em microondas por 15 min a 2,45 GHz.

As amêndoas de chichá após torrefação a 205°C por 11 min reduziram o conteúdo de fitato de 10,6 mg/g para 5,5 mg/g. Do mesmo modo, Togashi (1993), ao processar amêndoas de baru torrando-as a 200°C por 15 min, conseguiu reduzir o teor de fitato de 1,6 mg/g para 0,6mg/g. A diminuição durante tratamento térmico é explicada por Hossain e Becker (2002) pela hidrólise causada pelo calor e formação de complexos insolúveis.

Segundo Siqueira, Mendes e Arruda (2007), um balanço adequado entre mineral e fitato garante que o mineral seja absorvido e que o fitato atue como hipoglicemiante, anticancerígeno e antioxidante. Em alimentos com reduzido teor de minerais, deve-se realizar modos de preparo que sejam capazes de reduzir o teor de fitatos.

5.1.4 Ácidos graxos

A amêndoa de chichá é fonte de ácidos graxos monoinsaturados e saturados, como pode ser observado na Tabela 5. Os monoinsaturados auxiliam a redução do colesterol total e do LDL sem reduzir o HDL, em contrapartida o consumo em excesso de alimentos ricos em gordura saturada pode elevar a quantidade do colesterol total e do LDL e reduzir o HDL (LOBANCO, 2007; LÓPEZ; MORE; SERRA, 2009; RIQUE; SOARES; MEIRELLES, 2002).

O principal ácido graxo saturado é o ácido palmítico. Seu teor (28,9%) foi menor que o óleo de dendê, 36,8% (NEPA, 2006) e maior que da castanha-do-pará, 15,1% (VENKATACHALAM; SATHE, 2006). O principal ácido graxo insaturado é o ácido oléico, como é observado na amêndoa torrada, na qual foi possível quantificar separadamente o ácido oléico e o vacênico.

Tabela 5 - Composição em ácidos graxos da amêndoa crua e torrada de chichá

Ácidos graxos (%)	Cadeia	Amêndoa crua ¹	Amêndoa torrada ^{1,2}
Láurico	C 12:0	0,1 ± 0,01 ^{ns}	0,0 ± 0,00 ^{ns}
Mirístico	C 14:0	0,1 ± 0,00 ^{ns}	0,1 ± 0,01 ^{ns}
Miristoléico	C 14:1	0,1 ± 0,00 ^{ns}	0,1 ± 0,00 ^{ns}
Palmítico	C 16:0	28,99 ± 0,07 ^{ns}	28,92 ± 0,20 ^{ns}
Palmitoléico	C 16:1	2,49 ± 0,02 ^{ns}	2,51 ± 0,04 ^{ns}
Esteárico	C 18:0	2,48 ± 0,18 ^s	2,76 ± 0,08 ^s
Malválico*		3,02 ± 0,47 ^{ns}	2,83 ± 0,12 ^{ns}
Oléico	C 18:1	-----	35,28 ± 0,18
Vacênico	C 18:1 CIS 11	-----	1,24 ± 0,28
Oléico + Vacênico	C 18:1	36,99 ± 0,32	-----
Esterculíco*		13,64 ± 0,21 ^{ns}	13,42 ± 0,23 ^{ns}
Linoléico	C 18:2	3,77 ± 1,05 ^{ns}	4,22 ± 0,40 ^{ns}
Linolênico	C 18:3	2,26 ± 0,01 ^{ns}	2,27 ± 0,01 ^{ns}
Araquídico	C 20:0	2,71 ± 0,62 ^{ns}	2,64 ± 0,21 ^{ns}
Gadoléico	C 20:1	0,40 ± 0,20 ^{ns}	0,28 ± 0,03 ^{ns}
Erúico	C 22:1	0,25 ± 0,02 ^{ns}	0,26 ± 0,04 ^{ns}
Lignocérico	C 24:0	0,06 ± 0,08 ^{ns}	0,15 ± 0,12 ^{ns}
Saturados		34,41	34,53
Monoinsaturados		40,19	39,61
Polinsaturados		6,02	6,49
Não Identificados		19,73	19,35

¹Resultados expressos em média ± desvio-padrão.

²Torrefação a 205°C por 11 min.

Médias em uma mesma linha não diferem significativamente (ns) ou diferem (s) entre si pelo teste de t-Student (P ≤ 0,05).

* Identificado por comparação com estudo de Aued-Pimentel et al. (2004).

O teor de ácido oléico (35,28%) foi maior que o relatado na literatura para a linhaça, 22,7% (MOURA, 2008), óleo de girassol, 25,15%, amendoim 16,7% (NEPA, 2006) e castanha-do-pará, 28,7% (VENKATACHALAM; SATHE, 2006). Aproximou-se ao óleo de milho, 33% (NEPA, 2006) e da sapucaia, 33,9% (DENADAI, 2006) e foi inferior ao azeite de oliva, 74% (NEPA, 2006), ao baru, 50,4% (TAKEMOTO et al., 2001) e a avelã 83,9% (VENKATACHALAM; SATHE, 2006).

Na amêndoa de chichá estão presentes os ácidos graxos essenciais: linoléico e linolênico. Os ácidos graxos essenciais são precursores das prostaglandinas e tromboxanos que fazem parte do grupo de hormônios eicosanóides. Estão envolvidos nos processos inflamatórios, agregação de plaquetas, regulação do sistema nervoso, contratilidade uterina. Alterações destas substâncias podem estar relacionadas à síndrome de tensão pré-menstrual como demonstra Rocha Filho (2007), em estudo no qual um grupo de mulheres foram submetidas a tratamento com ingestão de cápsulas com ácidos graxos essenciais e observou-se melhora dos sintomas pré-menstruais.

Os ácidos graxos do grupo ômega 3 originam os eicosanóides da série ímpar, que tem efeito protetor contra câncer, por exemplo, de cólon, e tem menor potencial inflamatório que os da série par, provenientes do grupo ômega 6 que, se produzidos em grandes quantidades, contribuem para formação de trombos e desordens alérgicas e inflamatórias. Portanto, uma alta taxa ômega 6/ômega 3 está relacionada a doenças cardiovasculares, inflamatórias, câncer e osteoporose (COULTATE, 2004; MARTIN et al., 2006; ROYNETTE et al., 2004; SIMOPOULOS, 2006).

Martin et al. (2006) relatam que as recomendações de vários autores e órgãos de saúde em diferentes países convergem para o intervalo de 4:1 a 5:1 (ômega 6 : ômega 3). Para a amêndoa de chichá foi encontrada uma relação inferior, de aproximadamente 2:1. Segundo Simopoulos (2006), a taxa de 2,5:1 tem efeito na redução da proliferação de células em pacientes com câncer colorretal. Já a taxa 5:1 auxiliou no tratamento de pacientes com asma e as taxas de 2:1 e 3:1 beneficiaram pacientes com artrite. Portanto, a taxa ótima pode variar de acordo com a doença considerada. A dose terapêutica de ômega 3 depende do grau de severidade da doença resultante da predisposição genética.

Em relação ao ácido linoléico, a amêndoa de chichá (3,8-4,2%) está abaixo de 16,2% encontrado no amendoim (NEPA, 2006), 14% na linhaça (MOURA, 2008), 28% no baru (TAKEMOTO et al., 2001), 59,8% na noz, 16,9% na castanha de caju sendo superior apenas ao teor obtido na macadâmia, 1,8% (VENKATACHALAM; SATHE, 2006).

O ácido linolênico é encontrado em quantidades significativas na linhaça (44,66%) (MOURA, 2008), no óleo de soja (5,7%), óleo de canola (6,8%) (NEPA, 2006) e na noz (13,17%) (VENKATACHALAM; SATHE, 2006). O teor na amêndoa de chichá (2,3%) aproximou-se ao da macadâmia (2,58%), e foi superior ao da castanha de caju (0,32%); pistache (0,86%); da avelã (0,24%); da castanha-do-pará (0,18%) (VENKATACHALAM; SATHE, 2006) e do amendoim (0,04%) (NEPA, 2006).

O cromatograma obtido na análise dos ésteres metílicos dos ácidos graxos da amêndoa de chichá crua é apresentado na Figura 5.

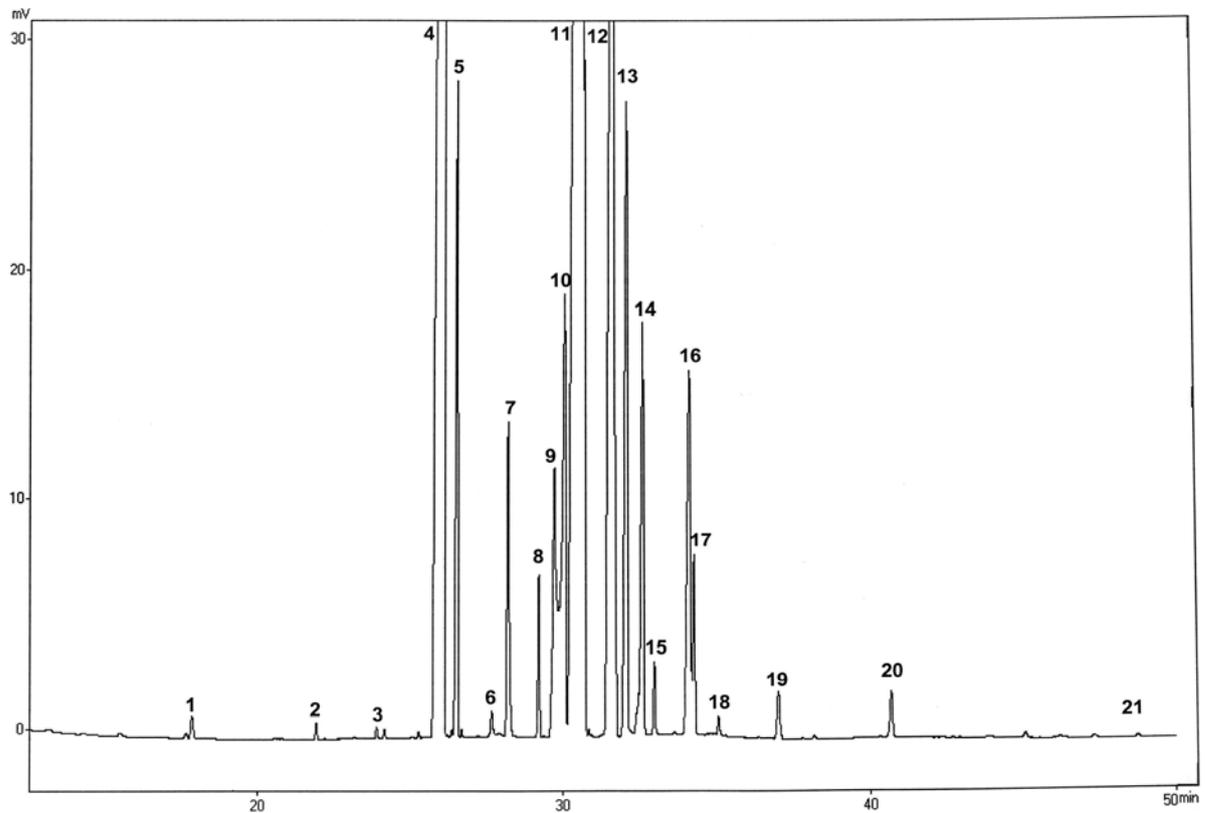


Figura 5. Cromatograma da análise por cromatografia a gás da fração lipídica da amêndoa de chichá crua. 1. Láurico; 2. Mirístico; 3. Miristoléico; 4. Palmítico; 5. Palmitoléico; 6,7,8. Não identificados; 9. Esteárico; 10. Não identificado; 11. Oléico + Vacênico; 12. Não identificado; 13. Linoléico; 14. Linolênico; 15. Não identificado; 16. Araquidônico; 17 e 18. Não identificados; 19. Gadoléico; 20. Erúico; 21. Lignocérico.

A mesma espécie de chichá foi estudada por Chaves, Barbosa e Moita Neto (2004), que obtiveram valores similares para o ácido palmitoléico (2,6%) e também não registraram picos separados, computando juntos os valores de ácido oléico e vacênico (35,9%). Em relação ao linolênico, obtiveram valor inferior (0,3%), entretanto o teor de linoléico foi três vezes superior (12,0%). A composição lipídica determinada por Diniz et al. (2008) indicou valores superiores aos encontrados no presente estudo para os ácidos graxos, palmítico

(31,90%), oléico (41,73%) e linoléico (10,73%). Segundo Sasaki (2008), a variação da composição em ácidos graxos de uma mesma espécie pode ser decorrente de várias razões como diferentes fases de maturação das sementes, diferenças entre as populações, no equipamento utilizado para quantificação, épocas diferentes de coleta.

Pela metodologia empregada não foi possível identificar todos os ácidos graxos, mas de acordo com Aued-Pimentel et al. (2004), que estudaram a mesma espécie de chichá oriunda do estado do Piauí, tem-se a presença de grupos ciclopropênicos (seriam os picos 10 e 12 da Figura 5). Os ácidos graxos ciclopropenoídicos, como os ácidos estercúlico e malvático estão presentes na família Malvaceae (PAWLOWSKI, 1985 apud CHAVES; BARBOSA; MOITA NETO, 2004). O teor de ácido malvático encontrado (3,0%) foi inferior ao determinado por Aued-Pimentel et al. (2004), de 3,9% e por Chaves, Barbosa e Moita Neto (2004), de 4,6% e superior ao de Diniz et al. (2008), de 2,34%. Já o ácido estercúlico (13,0%) foi superior aos obtidos por Aued-Pimentel et al. (2004), Chaves, Barbosa e Moita Neto (2004) e Diniz et al. (2008), de 11,2%, 11,9% e 5,3% respectivamente.

Chaves, Barbosa e Moita Neto (2004) ressaltam que o óleo extraído pelo método de Soxhlet não apresentou sinais referentes a anel ciclopropeno, indicando que foram destruídos com o aquecimento na etapa de extração. No entanto, a torrefação da amêndoa a 205°C por 11 minutos não reduziu os teores desses ácidos (estercúlico e malvático), como observado na Tabela 5.

Ainda é incerto o efeito que podem causar em humanos. Pesquisas relatam que o ácido estercúlico é um inibidor da enzima Δ^9 -dessaturase que converte o ácido esteárico em ácido oléico, podendo alterar a permeabilidade da membrana celular e inibir a reprodução. Este ácido é suspeito de ser carcinogênico ou cocarcinogênico em experimentos realizados com ratos e peixes. No entanto, existem estudos que demonstram efeito antitumoral com relação ao câncer de mama. Os efeitos deste ácido são dependentes da dose ingerida e da estrutura química, se estão na forma livre ou na forma éster (ANDRIANAIVO-RAFEHIVOLA; SIESS; GAYDOU, 1995; AUED-PIMENTEL et al., 2004; CHAVES; BARBOSA; MOITA NETO, 2004; KHOO et al., 1991). São necessários mais estudos para verificar as concentrações tóxicas e se outras substâncias podem potencializar as atividades destes ácidos.

5.1.5 Peroxidase e polifenoloxidase

As enzimas polifenoloxidase e peroxidase são importantes nos alimentos do ponto de vista nutricional, de coloração e *flavor*. A polifenoloxidase é uma enzima que ocasiona a oxidação de compostos fenólicos com formação de melaninas, pigmento responsável pelo escurecimento de frutas, certos vegetais e bebidas. Esse escurecimento acarreta perdas na indústria de alimentos, pois a alteração na aparência diminui a qualidade e o valor de mercado. Além disso, um dos compostos intermediários, quinona, pode interagir com aminoácidos. Em alguns alimentos esse escurecimento é desejável como chá, café, cacau, ameixa seca (ARAÚJO, 2006).

No caso do cacau, a polifenoloxidase reduz a adstringência causada pelos compostos fenólicos melhorando o sabor, também reduz os teores de antocianidinas que influenciam na coloração (LIMA et al., 2001). A oxidação dos polifenóis pela polifenoloxidase é um fator positivo em alguns alimentos, pois como os polifenóis não estão livres para se complexarem com o ferro deixam-no disponível (MATUSCHEK; SVANBERG, 2002).

A peroxidase na presença de peróxido de hidrogênio causa oxidação de compostos fenólicos, destruição de vitamina C, descoloração de carotenóides e antocianinas e formação de *flavor* indesejável em enlatados (ARAÚJO, 2006). Pesquisas indicam o potencial das peroxidases para aplicação em tratamentos de efluentes industriais contaminados com fenóis, no processo de branqueamento das indústrias de papel, uso em kits de diagnóstico para quantificar ácido úrico, glicose e colesterol e na produção de biocombustíveis (HAMID; REHMAN, 2009).

Não foram encontradas as enzimas peroxidase e polifenoloxidase no extrato da amêndoa de chichá crua.

5.1.6 Compostos fenólicos

Compostos fenólicos são encontrados em hortaliças, frutas, cereais, chás, café, cacau, vinho, contribuem na defesa da planta contra microorganismos e insetos e na pigmentação, textura, sabor amargo e adstringente dos frutos (COZZOLINO, 2007). Na Tabela 6 estão apresentados os teores de compostos fenólicos da amêndoa crua e torrada.

Tabela 6 - Compostos fenólicos totais da amêndoa crua e torrada de chichá

Amostra	Fenólicos totais (mg/100g)	
	Base úmida ¹	Base seca ¹
Amêndoa crua	107,70 ± 3,3 ^{ns}	114,61 ± 3,5 ^{ns}
Amêndoa torrada ²	108,94 ± 2,8 ^{ns}	111,32 ± 2,9 ^{ns}

¹ Dados apresentados como média ± desvio-padrão.

² torrefação a 205°C por 11 min.

ns: médias não diferem significativamente pelo teste t ($P \leq 0,05$).

O teor de fenólicos assemelha-se ao encontrado em pêra 120 mg/100g em base seca (CAI et al., 2004). É inferior aos valores das castanhas portuguesas estudadas por Vasconcelos et al. (2007) que variaram de 1580 mg/100g a 2269 mg/100g, aos valores em base seca de berinjela, 1080 mg/100g, tomate, 420 mg/100g, brócolis, 630 mg/100g, espinafre, 900 mg/100g, laranja, 510 mg/100g (CAI et al., 2004). Acima de 1g/100g, o teor de fenólicos é considerado elevado e prejudicial à digestibilidade de proteínas (SANTOS, 2006).

O teor de fenólicos depende das condições de processamento, conforme Barbosa et al. (2006), que obtiveram valores em base seca para o grão de soja de 200 mg/100g, para proteína texturizada 148 mg/100g e farinha integral 183 mg/100g. Santos (2006) também verificou diminuição nos teores de fenólicos de folhas de brócolis, couve e couve-flor após fervura. Em estudo com café torrado a 200°C por 6, 8 e 10 min, Nascimento (2006) relata que, de acordo com o grau de torrefação, houve diminuição do teor de fenóis totais, com o tempo de 10 min, o valor foi de 6.370 mg/100g. Na amêndoa de chichá, o teor de compostos fenólicos não foi alterado em virtude do processamento térmico, pois não há diferença significativa entre os valores de fenólicos das amêndoas cruas e torradas.

Os fenólicos totais englobam ácidos fenólicos, flavonóides, taninos, fenóis simples, cumarinas, ligninas, tocoferóis, dentre outros. A importância de se determinar o teor de fenólicos está relacionada às propriedades benéficas como ação vasodilatadora, antimicrobiana, antiinflamatória e antioxidante que está associada à prevenção de doenças cardiovasculares, envelhecimento, câncer e também à conservação de alimentos lipídicos. Por outro lado, a presença destes compostos pode ocasionar escurecimento dos alimentos,

afetarem a disponibilidade de minerais como o ferro e interferir na digestibilidade de proteínas e outros nutrientes ao se unir a enzimas digestivas. Entretanto, cada fenólico revela diferente atividade biológica (ANGELO; JORGE, 2007; MARTÍNEZ-VALVERDE; PERIAGO; ROS, 2000; MATUSCHEK; SVANBERG, 2002; ZDUNCZYK et al., 2002). No caso das amêndoas de chichá, o escurecimento enzimático é improvável, apesar da presença de polifenóis, por causa da ausência das enzimas peroxidase e polifenoloxidase.

6 CONCLUSÕES

- A amêndoa de chichá da espécie *Sterculia striata* A. St. Hill & Naudin coletada na cidade de Corrente - Piauí apresenta alto teor de proteína, fibra, fósforo, cobre e manganês. Em relação ao zinco, é considerada como alto teor para adultos e crianças, e como fonte para gestantes e lactantes.
- Não foram encontrados inibidores de tripsina, inibidores de alfa amilase salivar e pancreática, lectinas e taninos.
- Foi determinado teor de fitato que reduziu após torrefação das amêndoas.
- O perfil de ácidos graxos indica ser boa fonte de monoinsaturados, principalmente ácido oléico.
- As amêndoas são pouco suscetíveis ao escurecimento enzimático.
- Estudos complementares devem ser realizados para verificar a biodisponibilidade dos minerais encontrados e os efeitos dos ácidos graxos ciclopropenoídicos na concentração encontrada, assim como métodos para sua redução.

REFERÊNCIAS

- ALAJAJI, S. A.; EL-ADAWY, T. A. Nutritional composition of chickpea (*Cicer arietinum* L.) as affected by microwave cooking and other traditional cooking methods. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v.19, p. 806-812, 2006.
- ANDERSON, J. J. B. Minerais. In: MAHAN, L. K.; ESCOTT-STUMP, S. **Alimentos, Nutrição e Dietoterapia**. 11. ed. São Paulo: Roca, 2005. cap. 5, p. 115-153.
- ANDRIANAIVO-RAFEHIVOLA, A. A.; SIESS, M. -H.; GAYDOU, E. M. Modifications of hepatic drug metabolizing enzyme activities in rats fed baobab seed oil containing cyclopropenoid fatty acids. **Food and Chemical Toxicology**, Oxford, v. 33, n. 5, p. 377-382, 1995.
- ANGELO, P. M.; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos - uma breve revisão. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 66, n.1, p.1-9, 2007.
- ANTONIOLLI, L. R.; CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A.; SCARPARE FILHO, J. A. Remoção da adstringência de frutos do caquizeiro 'Giombo' sob diferentes períodos de exposição ao vapor de álcool etílico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Rio de Janeiro, v.5, n. 10, p. 2083-2091, 2000.
- ANTUNES, A. F. **Atividade inibitória de extratos vegetais do cerrado sobre alfa-amilases**. 2008. 99f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) – Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília, Brasília, 2008.
- ARAÚJO, J. M. A. **Química de alimentos: teoria e prática**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2006. 478p.
- ARNON, R. Papain. **Methods in Enzymology**, New York, v. 19, p. 226-234, 1970.
- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 14. ed. Washington: AOAC, 1984. 1141p.
- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 15. ed. Washington: AOAC, 1990. 1106 p.
- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 16. ed. Washington: AOAC, 1995. 2000p.
- AUED-PIMENTEL, S.; LAGO, J. H. G.; CHAVES, M. H.; KUMAGAI, E. E. Evaluation of a methylation procedure to determine cyclopropenoids fatty acids from *Sterculia striata* St. Hil et Naud seed oil. **Journal of Chromatography A**, Amsterdam, v. 1054, p. 235-239, 2004.
- BARBOSA, A. C. L.; HASSIMOTTO, N. M. A.; LAJOLO, F. M.; GENOVESE, M. I. Teores de isoflavonas e capacidade antioxidante da soja e produtos derivados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 4, p. 921-926, 2006.
- BERNFELD, P. Amylases alpha and beta. **Methods in Enzymology**, New York, v.1, p.149-158, 1955.

BERTIPAGLIA, L. M. A.; MELO, G. M. P.; SUGOHARA, A.; MELO, W. J.; BERTIPAGLIA, L. A. alterações bromatológicas em soja e milho processados por extrusão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 11, p. 2003-2010, 2008.

BIANCHI, M. L. P.; RUZ, M.; FRANCESCOTTO, H. D. C.; TIRAPEGUI, J. Minerais. In: TIRAPEGUI, J. **Nutrição: fundamentos e aspectos atuais**. São Paulo: Atheneu, 2006. cap. 6, p. 73-83.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, Ottawa, v. 37, n. 8, p. 911-917, 1959.

BRASIL. **Portaria nº 27 de 13 de janeiro de 1998**. Aprova regulamento técnico referente à Informação Nutricional Complementar. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/e-legis/>>. Acesso em: 26 jun. 2009.

BRASIL. **Resolução RDC nº 269 de 22 de setembro de 2005**. Regulamento técnico sobre a ingestão diária recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/e-legis/>>. Acesso em: 26 jun. 2009.

CAI, Y.; LUO, Q.; SUN, M.; CORKE, H. Antioxidant activity and phenolic compounds of 112 traditional Chinese medicinal plants associated with anticancer. **Life Science**, Beijing, v. 74, p. 2157-2184, 2004.

CARDENETTE, G. H. L. **Produtos derivados de banana verde (*Musa spp.*) e sua influência na tolerância à glicose e na fermentação colônica**. 2006. 175f. Doutorado (Ciência dos Alimentos) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

CARVALHO, M. R. B.; KIRSCHNIK, P. G.; PAIVA, K. C.; AIURA, F. S. Avaliação da atividade dos inibidores de tripsina após digestão enzimática em grãos de soja tratados termicamente. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 15, n. 3, p. 267-272, 2002.

CARVALHO, M. G. **Barra de cereais com amêndoas de chichá, sapucaia e castanha-do-gurguéia, complementadas com casca de abacaxi**. 2008. 92f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

CHAVES, M. H.; BARBOSA, A. S.; MOITA NETO, J. M. Caracterização química do óleo da amêndoa de *Sterculia striata* St. Hil. Et Naud. **Química Nova**, São Paulo, v. 27, n. 3, p. 404-408, 2004.

CORRÊA, M. P. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. v. 2. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1984. 707p.

COULTATE, T. P. **Alimentos: a química de seus componentes**. 3. ed. Porto alegre: Artmed, 2004. 368p.

COZZOLINO, S. M. F. **Biodisponibilidade de nutrientes**. 2. ed. Barueri: Manole, 2007. 992p.

CÚNEO, F.; AMAYA-FARFAN, J.; CARRARO, F. Distribuição dos fitatos em farelo de arroz estabilizado e tratado com fitase endógena. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 20, n. 1, p. 94-98, 2000.

DENADAI, S. M. S. **Estudo nutricional *in vivo* e *in vitro*, com ênfase em proteínas antinutricionais e tóxicas, de amêndoas de sapucaia (*Lecythis pisonis* Camb.)**. 2006. 148f. Tese (Doutorado em Ciências da Saúde) – Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2006.

DINIZ, Z. N.; BORA, P. S.; QUEIROGA NETO, V.; CAVALHEIRO, J. M. O. *Sterculia striata* seed kernel oil: characterization and thermal stability. **Grasas y aceites**, Sevilha, v. 59, n. 2, p. 160-165, 2008.

DOMINGUEZ, B. M.; GOMEZ, M. V. I.; LEON, F. R. Ácido fítico: aspectos nutricionales e implicaciones analíticas. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, v. 52, n. 3, p.219-231, 2002.

DUBOIS, M.; GILLES, K. A.; HAMILTON, J. K.; REBERS, P. A.; SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Chemistry**, Washington, v. 28, n. 3, p. 350-356, 1956.

FANTINI, A. P.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G.; SOUZA, M. C.; MANSI, D. N. Disponibilidade de ferro em misturas de alimentos com adição de alimentos com alto teor de vitamina C e de cisteína. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n.2, p. 435-439, 2008.

FARIA, J. P.; ARELLANO, D. B.; GRIMALDI, R.; SILVA, L. C. R.; VIEIRA, R, F., SILVA, D. B.; AGOSTINI-COSTA, T. S. Caracterização química da amêndoa de coquinho-azedo (*Butia capitata* var *capitata*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n.2, p. 549-552, 2008.

FELIX, M. A. **Análise química e sensorial dos grãos de soja (*Glycine Max. (L.) Merril*) tostados por diferentes tratamentos**. 2005. 101f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

FINARDI FILHO, F. **Estrutura molecular comparativa dos isoinibidores de alfa-amilase do feijão (*Phaseolus vulgaris*)**. 1990. 97f. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1990.

FUNKE, I.; MELZIG, M. F. Traditionally used plants in diabetes therapy-phytotherapeutics as inhibitors of alfa-amylase activity. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 1-5, 2006.

GARCÍA-ESTEPA, R. M.; GUERRA-HERNÁNDEZ, E.; GARCÍA-VILLANOVA, B. Phytic acid content in milled cereal products and breads. **Food Research International**, Barking, v. 32, p. 217-221, 1999.

- GUIMARÃES-BEELLEN, P. M.; BERCHIELLI, T. T.; BEELEN, R.; ARAÚJO FILHO, J.; OLIVEIRA, S. G. Characterization of condensed tannins from native legumes of the Brazilian northeastern semi-arid. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 63, n. 6, p. 522-528, 2006.
- HAGERMAN, A. E.; BUTLER, L. G. Protein precipitation method for the quantitative determination of tannins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 26, p. 809-812, 1978.
- HALPIN, B.; PRESSEY, R.; JEN, J.; MONDY, N. Purification and Characterization of Peroxidase Isoenzymes from Green Peas (*Pisum sativum*). **Journal of Food Science**, Chicago, v. 54, p.644-649, 1989.
- HAMID, M.; -REHMAN, K-UR. Potential applications of peroxidases. **Food Chemistry**, Londres, v.115, p.1177-1186, 2009.
- HARIDASAN, M. Nutrição mineral de plantas nativas do Cerrado. Revista **Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v. 12, n. 1, p. 54-64, 2000.
- HIANE, P. A. **Estudo nutricional, com ênfase em proteínas antinutricionais e tóxicas, de amêndoas da bocaiúva, espécie *Acrocomia aculeata* (Jacq) Lodd., do Estado de Mato Grosso do Sul**. 2006. 80f. Tese (Doutorado em Ciências da Saúde) – Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2006.
- HÍDVÉGI, M.; LÁSZTITY, R. Phytic acid content of cereals and legumes and interaction with proteins. **Periodica Polytechnica Chemical Engineering**, Budapeste, v. 46, n.1-2, p. 59-64, 2002.
- HOSSAIN, M. A.; BECKER, K. *In vitro* rumen degradability of crude protein in seeds from four *Sesbania* spp. and the effects of treatments designed to reduce the levels of antinutrients in the seeds. **Animal feed science and technology**, Amsterdam, v. 95, p. 49-62, 2002.
- INSTITUTE OF MEDICINE (IOM). FOOD AND NUTRITION BOARD (FNB). Protein and amino acids. In: IOM. FNB. **Dietary references intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids**. Washington DC: USA National Academies, 2005. p. 589-768.
- JOURDAN, G. A.; NOREÑA, C. P.Z.; BRANDELLI, A. Inactivation of trypsin inhibitor activity from Brazilian varieties of beans (*Phaseolus vulgaris* L.). **Food Science and Technology International**, Londres, v. 13, n. 3, p. 195-198, 2007.
- KHOO, D. E.; FERMOR, B.; MILLER, J.; WOOD, C. B.; APOSTOLOV, K.; BARKER, W.; WILLIAMSON, R. C. N.; HABIB, N. A. Manipulation of body fat composition with sterculic acid can inhibit mammary carcinomas in vivo. **British Journal of Cancer**, Edinburgh, v. 63, p. 97-101, 1991.
- KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação de Cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, Belo Horizonte, v. 1, n.1, p. 147-155, 2005.
- KOKUSZKA, R. **Avaliação do teor nutricional de feijão e milho cultivados em sistemas de produção convencional e agroecológico na região centro-sul do Paraná**. 2005. 113f.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

LATTA, M.; ESKIN, M. A simple and rapid colorimetric method for phytate determination. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 28, n. 6, p. 1313-1315, 1980.

LIMA, E. D. P. A.; PASTORE, G. M.; BARBERY, S. D. F.; GARCIA, N. H. P.; BRITO, E. S.; LIMA, C. A. A. Obtenção e utilização da enzima polifenoloxidase extraída de polpa de pinha (*Annona squamosa* L.) madura no melhoramento do sabor do cacau (*Theobroma cacao* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n.3, p. 709-713, 2001.

LOBANCO, C. M. **Rotulagem nutricional de alimentos salgados e doces consumidos por crianças e adolescentes**. 2007. 92f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

LÓPEZ, A. M.; MORE, R. A. L.; SERRA, J. D. Hipercolesterolemia: abordagem terapêutica. **Anales de Pediatría**, Barcelona, v. 70, n. 5, p. 488-496, 2009.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 4. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. 352p.

MARTIN, C. A.; ALMEIDA, V. V.; RUIZ, M. R.; VISENTAINER, J. E. L.; MATSHUSHITA, M.; SOUZA, N. E.; VISENTAINER, J. V. Ácidos graxos poliinsaturados ômega 3 e ômega 6: importância e ocorrência em alimentos. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 19, n.6, p. 761-770, 2006.

MARTÍNEZ-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.

MARTINS, B. A. **Avaliação físico-química de frutos do cerrado *in natura* e processados para a elaboração de multimisturas**. 2006. 61f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Produção Sustentável) - Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2006.

MATIAS, A. C. G. **Avaliação de efeitos fisiológicos da fração fibra alimentar dos grãos de amaranto (*Amaranthus cruentus* L.) e linhaça (*Linum usitatissimum* L.)**. 2007. 90f. Tese (Doutorado em Saúde Pública) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

MATUSCHEK, E.; SVANBERG, U. Oxidation of polyphenols and the effect on *in vitro* iron accessibility in a model food system. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 67, n.1, p. 420-424, 2002.

MAYER, E. T. **Caracterização bromatológica de grãos de cevada e efeito da fibra alimentar na resposta biológica de ratos**. 2007.75f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

MECHI, R.; CANIATTI-BRAZACA, S. G.; ARTHUR, V. Avaliação química, nutricional e fatores antinutricionais do feijão preto (*Phaseolus vulgaris* L.) irradiado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 1, p. 109-114, 2005.

MEDONA, G. N.; MBOME, I. L.; AGBOR-EGBE, T.; MBOFUNG, C. M. F. Antinutritional factors changes occurring in trifoliolate yam (*Dioscorea dumetorum*) tubers after harvest. **Food Chemistry**, Londres, v. 102, p. 716-720, 2007.

MELO, M. L. P.; MAIA, G. A.; SILVA, A. P. V.; OLIVEIRA, G. S. F.; FIGUEIREDO, R. W. Caracterização físico-química da amêndoa da castanha de caju (*Anacardium occidentale* L.) crua e torrada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 18, n. 2, p. 184-187, 1998.

MERRIL, A. L. WATT, B. K. **Energy value of foods: basis and derivation**. Washington: United States Department of Agriculture, 1973. 105p.

MOURA, N. C. **Características físico-químicas, nutricionais e sensoriais de pão de forma com adição de grãos de linhaça (*Linum usitatissimum*)**. 2008. 94f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

MURRIETA, C. M.; HESS, B. W.; RULE, D. C. Comparison of acidic and alkaline catalysts for preparation of fatty acid methyl esters from ovine muscle with emphasis on conjugated linoleic acid. **Meat science**, Barking, v.65, p.523-529, 2003.

NAKAGAWA, T.; YOKOZAWA, T.; TERASAWA, K.; SHU, S.; JUNEJA, L. R. Protective activity of green tea against free radical and glucose mediated protein damage. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 50, p. 2418-2422, 2002.

NASCIMENTO, P. M. **Estudo da composição química, atividade antioxidante e potencial odorífico de um café conillon, em diferentes graus de torrefação e análise comparativa com café arábica**. 2006. 90f. Dissertação (Mestrado em Química) – Instituto de Química, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2006.

NEPA. **Tabela brasileira de composição centesimal**. Campinas: NEPA-UNICAMP, 2006. 105p.

OLIVEIRA, J. T. A.; VASCONCELOS, I. M.; BEZERRA, L. C. N. M.; SILVEIRA, S. B.; MONTEIRO, A. C. O.; MOREIRA, R. A. Composition and nutritional properties of seeds from *Pachira aquatica* Aubl, *Sterculia striata* St. Hil et Naud and *Terminalia catappa* Linn. **Food Chemistry**, Oxford, v. 70, p. 185-191, 2000.

OLIVEIRA, A. C.; REIS, S. M. P. M.; CARVALHO, E. M.; PIMENTA, F. M. V.; RIOS, K. R.; PAIVA, K. C.; SOUSA, L. M.; ALMEIDA, M.; ARRUDA, S. F. Adições crescentes de ácido fítico à dieta não interferiram na digestibilidade da caseína e no ganho de peso em ratos. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 16, n.2, p. 211-217, 2003.

PAIM, L. B. **Ação antiinflamatória da lectina de semente de *Dioclea violacea* na artrite induzida por zymosan**. 2006. 60f. Dissertação (Mestrado em Clínica Médica) – Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.

- PAIVA, A. P. **Estudos tecnológico, químico, físico-químico e sensorial de barras alimentícias elaboradas com subprodutos e resíduos agroindustriais**. 2008. 131f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Departamento de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.
- PIEIDADE, J.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Comparação entre o efeito do resíduo do abacaxizeiro (caule e folha) e da pectina cítrica de alta metoxilação no nível de colesterol sanguíneo em ratos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 2, p. 149-156, 2003.
- RAMÍREZ-CADENAS, L.; LEONEL, A. J.; COSTA, N. M. B. Efeito do processamento térmico sobre o teor de nutrientes e de fatores antinutricionais de diferentes cultivares de feijão comum. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 1, p. 200-213, 2008.
- RATTER, J. A.; RIBEIRO, J. F.; BRIDGEWATER, S. The Brazilian cerrado vegetation and threats to its biodiversity. **Annals of Botany**, Londres, v. 80, p. 223-230, 1997.
- RAUPP, D. S.; MARQUES, S. H. P.; ROSA, D. A.; CALDI, C. M.; CREMASCO, A. C. V.; BANZATTO, D. A. Arraste via fecal de nutrientes da ingestão produzido por bagaço de mandioca hidrolisado. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 59, n. 2, p. 235-242, 2002.
- RIQUE, A. B. R.; SOARES, E. A.; MEIRELLES, C. M. Nutrição e exercício na prevenção e controle das doenças cardiovasculares. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v. 8, n. 6, p. 244-253, 2002.
- ROCHA, R.; COTRIM, H. P.; SIQUEIRA, A. C.; FLORIANO, S. Fibras solúveis no tratamento da doença hepática gordurosa não- Alcoólica: estudo piloto. **Arquivos de Gastroenterologia**, São Paulo, v. 44, n. 4, p. 350-352, 2007.
- ROCHA FILHO, E. A. P. **Ação dos ácidos graxos poliinsaturados essenciais na síndrome de tensão pré-menstrual e as repercussões sobre a prolactina e o colesterol total**. 2007. 57f. Dissertação (Mestrado em Neuropsiquiatria e Ciências do Comportamento) – Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2007.
- ROYNETTE, C. E.; CALDER, P. C.; DUPERTUIS, Y. M.; PICHARD, C. N-3 polyunsaturated fatty acids and colon cancer prevention. **Clinical Nutrition**, Saint Louis, v. 23, p. 139-151, 2004.
- SANT’ANA, L. F. R.; COSTA, N. M. B.; OLIVEIRA, M. G. A.; GOMES, M. R. A. Valor nutritivo e fatores antinutricionais de multimisturas utilizadas como alternativa alimentar. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 3, p. 129-135, 2000.
- SANTOS, M. A. T. Efeito do cozimento sobre alguns fatores antinutricionais em folhas de brócolí, couve-flor e couve. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 30, n. 2, p. 294-301, 2006.
- SASAKI, M. **Lipídios, carboidratos e proteínas de sementes de leguminosas do cerrado**. 2008. 75f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

SGARBIERI, V. C. **Proteínas em alimentos protéicos**: propriedades, degradações, modificações. São Paulo: Varela, 1996. 517p.

SHIBAMOTO, T.; BJELDANES, L. F. **Introducción a la toxicología de los alimentos**. Zaragoza: Acribia, 1996. 203p.

SILVA, S. **Frutas no Brasil**. São Paulo: Empresa das Artes, 1996. 230p.

SILVA, D. B.; SILVA, J. A.; JUNQUEIRA, N. T. V.; ANDRADE, L. R. M. **Frutas do cerrado**. Brasília: Embrapa, 2001. 179p.

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

SILVA, J. R. **Otimização do processo de torração do café pelo monitoramento de parâmetros e propriedades físicas e sensoriais**. 2008. 71f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Departamento de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

SIMOPOULOS, A. P. Evolutionary aspects of diet, the omega-6/omega-3 ratio and genetic variation: nutritional implications for chronic diseases. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, Paris, v. 60, p. 502-507, 2006.

SIQUEIRA, E. M. A.; MENDES, J. F. R.; ARRUDA, S. F. Biodisponibilidade de minerais em refeições vegetarianas e onívoras servidas em restaurante universitário. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 20, n.3, p. 229-237, 2007.

SOARES, S. E. Ácidos fenólicos como antioxidantes. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 15, n. 1, p. 71-81, 2002.

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

TOGASHI, M. **Composição e caracterização química e nutricional do fruto do baru (*Dipteryx alata*, Vog.)**. 1993. 119f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Nutrição) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1993.

TOLEDO, T. C. F. **Avaliação dos efeitos da radiação ionizante de ⁶⁰Co em propriedades físicas, químicas e nutricionais de diferentes cultivares de grãos de soja *Glycine max* (L.)**. 2006. 113f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

URBANO, G.; LÓPEZ-JURADO, M.; ARANDA, P.; VIDAL-VALVERDE, C.; TENORIO, E.; PORRES, J. The role of phytic acid in legumes: antinutrient or beneficial function? **Journal of Physiology and Biochemistry**, Pamplona, v. 56, n. 3, p. 283-294, 2000.

VASCONCELOS, I. M.; CAVADA, B. S.; MOREIRA, R. A.; OLIVEIRA, J. T. A. Purification and partial characterization of a lectin from the seeds of *Dicloea guianensis*. **Journal of Food Biochemistry**, Connecticut, v. 15, p.137-154, 1991.

VASCONCELOS, M. C. B. M.; BENNETT, R. N.; ROSA, E. A. S.; CARDOSO, J. V. F. Primary and secondary metabolite composition of kernels from three cultivars of portuguese chestnut (*Castanea sativa* Mill.) at different stages of industrial transformation. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 55, n.9, p. 3508-3516, 2007.

VENKATACHALAM, M.; SATHE, S. K. Chemical composition of selected edible nut seeds. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 54, p. 4705-4714, 2006.

VERA, R.; SOARES JÚNIOR, M. S.; NAVES, R. V.; SOUZA, E. R. B.; FERNANDES, E. P.; CALIARI, M.; LEANDRO, W. M. Características químicas de amêndoas de barueiros (*Dipteryx alata* Vog.) de ocorrência natural no cerrado do estado de Goiás, Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 1, p. 112-118, 2009.

ZANÃO, C. F. P. **Características físico-químicas e sensoriais do arroz (*Oryza sativa* L.) irradiado e o efeito no desenvolvimento de *Sitophilus oryzae* L.** 2007. 79f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

ZDUNCZYK, Z.; FREJNAGEL, S.; WRÓBLEWSKA, M.; JUSKIEWICZ, J.; OSZMIANSKI, J.; ESTRELLA, I. Biological activity of polyphenol extracts from different plant sources. **Food Research International**, Barking, v. 35, p. 183-186, 2002.

ZIELINSKI, H.; KOZLOWSKA, H. Antioxidant Activity and Total Phenolics in Selected Cereal Grains and Their Different Morphological Fractions. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 48, p. 2008-2016, 2000.

WOBETO, C.; CORRÊA, A. D.; ABREU, C. M. P.; SANTOS, C. D.; PEREIRA, H. V. Antinutrients in the cassava (*Manihot esculenta* Crantz) leaf powder at three ages of the plant. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n.1, p. 108-112, 2007.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)