

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
FACULDADE DE NUTRIÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO E SAÚDE

PRISCILA LAÍS COELHO DE SOUZA

**QUALIDADE DE GRANOLA ELABORADA COM PASSAS
DE CAJU-DO-CERRADO E AMÊNDOA DE BARU**

Goiânia
2011

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR AS TESES E DISSERTAÇÕES ELETRÔNICAS (TEDE) NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico: ☒ **Dissertação** ☐ **Tese**

2. Identificação da Tese ou Dissertação

Autor (a):	Priscila Laís Coelho de Souza		
E-mail:	priscilalaismoon@hotmail.com		
Seu e-mail pode ser disponibilizado na página?	☒ Sim	☐ Não	
Vínculo empregatício do autor:	bolsista sem vínculo empregatício		
Agência de fomento:	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico	Sigla:	CNPq
País:	Brasil	UF:	GO
		CNPJ:	-
Título:	Qualidade de Granola Elaborada com Passas de Caju-do-Cerrado e Amêndoa de Baru		
Palavras-chave:	granola; <i>Anacardium othonianum</i> Rizz; <i>Dipteryx alata</i> Vog; Cerrado; características nutricionais		
Título em outra língua:	Quality of granola prepared with dried caju-do-cerrado (<i>Anacardium othonianum</i> Rizz) and baru almonds (<i>Dipteryx alata</i> Vog)		
Palavras-chave em outra língua:	granola; <i>Anacardium othonianum</i> Rizz; <i>Dipteryx alata</i> Vog; Cerrado; nutritional characteristics		
Área de concentração:	Qualidade de alimentos e dietas		
Data defesa: (dd/mm/aaaa)	29/03/2011		
Programa de Pós-Graduação:	Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Saúde, Nível Mestrado, da Faculdade de Nutrição da Universidade Federal de Goiás (FANUT/UFG)		
Orientador (a):	Profª Drª Mara Reis Silva		
E-mail:	marareis@fanut.ufg.br		
Co-orientador (a):*	-		
E-mail:	-		

*Necessita do CPF quando não constar no SisPG

3. Informações de acesso ao documento:

Liberação para disponibilização?¹ ☒ **total** ☐ **parcial**

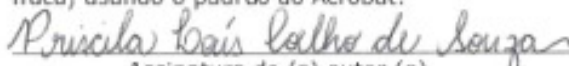
Em caso de disponibilização parcial, assinale as permissões:

☐ Capítulos. Especifique: _____

☐ Outras restrições: _____

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF ou DOC da tese ou dissertação.

O Sistema da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações garante aos autores, que os arquivos contendo eletronicamente as teses e ou dissertações, antes de sua disponibilização, receberão procedimentos de segurança, criptografia (para não permitir cópia e extração de conteúdo, permitindo apenas impressão fraca) usando o padrão do Acrobat.


Assinatura do (a) autor (a)

Data: 19 / 05 / 2011

¹ Em caso de restrição, esta poderá ser mantida por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Todo resumo e metadados ficarão sempre disponibilizados.

PRISCILA LAÍS COELHO DE SOUZA

QUALIDADE DE GRANOLA ELABORADA COM PASSAS DE CAJU-DO-CERRADO E AMÊNDOA DE BARU

Dissertação apresentada à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Saúde da Faculdade de Nutrição da Universidade Federal de Goiás, para obtenção do Título de Mestre em Nutrição e Saúde

Orientadora: Prof^a Dr^a Mara Reis Silva

Linha de pesquisa: Qualidade de Alimentos e Dietas

Projeto Financiado pelo CNPq Edital nº 70/2008, processo nº 135883/2009-1

Goiânia
2011

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

S729q Souza, Priscila Laís Coelho de.
Qualidade de granola elaborada com passas de caju-do-cerrado e amêndoa de baru [manuscrito] / Priscila Laís Coelho de Souza. - 2011.
82 f. : figs, tabs.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Mara Reis Silva.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Faculdade de Nutrição, 2011.

Bibliografia.

Apêndices.

Anexos.

1. Granola 2. *Anacardium othonianum* Rizz 3. *Dipteryx alata* Vog 4. Cerrado 5. Características nutricionais I. Título.

CDU: 634.6(213.54)

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO E SAÚDE

**BANCA EXAMINADORA DA
DEFESA DE MESTRADO**

Aluno(a): Priscila Laís Coelho de Souza

Orientador(a): Prof^a Dr^a Mara Reis Silva

Membros:

1. Dr^a Tânia da Silveira Agostini Costa

2. Prof^a Dr^a Maria Margareth Veloso Naves

3. Prof^a Dr^a Adriana Régia Marques de Souza (suplente)

4. Prof^a Dr^a Maria Raquel Hidalgo Campos (suplente)

5. Prof^a Dr^a Mara Reis Silva (orientadora)

Data: 29/03/2011

***Dedico este trabalho à minha família, alicerce da minha vida:
Ao meu pai Raimundo Nonato, meu mestre, amigo e orgulho
À minha mãe Stella, pelo apoio e dedicação
À minha irmã Geórgia, exemplo de coragem e determinação
Amo vocês...***

AGRADECIMENTOS

À Deus, por me dar a vida e a força para eu sempre continuar e tornar esta conquista possível.

Aos meus pais, pela batalha diária para me proporcionar o estudo e me tornar um ser humano e uma profissional melhores.

Ao meu pai, Raimundo Nonato, exemplo de pai, de homem, meu grande amigo e incentivador, por estar sempre ao meu lado neste trabalho e na vida.

À minha mãe Stella, pelo carinho e apoio, por se preocupar sempre comigo durante minha correria.

À minha irmã Geórgia, exemplo de coragem e determinação na sua família e na vida profissional.

Ao meu namorado Denis, por me apoiar e compreender minha correria, me escutar e confortar nos momentos difíceis, e vibrar comigo nas minhas conquistas.

À Prof^a Dr^a Mara Reis Silva, da Faculdade de Nutrição da Universidade Federal de Goiás (FANUT/ UFG), pela dedicação e orientação, e pela convivência que me amadureceu como pessoa e profissional.

À Prof^a Dr^a Maria Raquel Hidalgo Campos (FANUT/ UFG), por contribuir com suas idéias e pelo grande apoio nas análises microbiológicas.

À Prof^a Dr^a Katiuchia Pereira Takeuchi, da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos/ UFG, pela disposição e auxílio nas análises de textura.

À acadêmica de Nutrição Bárbara Martins Vieira, pela dedicação e apoio na elaboração das granolas e em algumas análises sensoriais e físico-químicas.

Aos colegas de laboratório: o Químico Tiago Dias, as Nutricionistas Tcherena de Amorim, Daniela Canuto, Amanda Goulart, Thaísa Anders, e o acadêmico de Nutrição Maurício Junio, pelo auxílio em algumas análises físico-químicas e pela tão agradável convivência.

Aos Técnicos Luiz Sávio Teixeira, do Laboratório Nacional Agropecuário de Goiás, e Francisco da Silva, da empresa Metais de Goiás S. A., pelas análises de minerais.

Ao Técnico de laboratório Winder Macusuel e ao Prof Dr Antonio Nonato, do Centro de Pesquisa em Alimentos da Escola de Veterinária / UFG, pelo apoio na análise de açúcares.

À minha turma de mestrado, padrão diamante, com pessoas iluminadas e inteligentes que me incentivaram nesta conquista.

À coordenação do Mestrado em Nutrição e Saúde da FANUT/ UFG, pelo apoio financeiro na execução e divulgação do trabalho em eventos científicos.

À Faculdade de Nutrição da Universidade Federal de Goiás, minha segunda casa, e aos funcionários que contribuíram para que minha pesquisa fosse possível.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela concessão de bolsa de pós-graduação, nível mestrado.

Ao nosso Cerrado, presente de Deus, fonte inesgotável de tantos recursos e riquezas.

RESUMO

A utilização racional de espécies frutíferas do Cerrado e a pesquisa de suas potencialidades nutricionais são de grande importância para o desenvolvimento socioeconômico de regiões nativas deste ecossistema. O uso da amêndoa de baru e do caju-do-cerrado em produtos mais saudáveis, como a granola, incentiva a inclusão de alimentos regionais saudáveis à dieta. O objetivo deste trabalho foi avaliar as características físicas e nutricionais, a qualidade microbiológica, a aceitabilidade e a estabilidade de granola elaborada com passas de caju-do-cerrado e amêndoa de baru. Os pedúnculos de caju-do-cerrado foram submetidos à desidratação osmótica e à secagem em estufa a 65 °C por 6 horas, para a obtenção de cajus passas. Foram elaboradas granolas com proporções de 5%, 10% e 15% de cajus passas e 10% de amêndoa de baru, em substituição às uvas passas pretas, castanha-de-caju e castanha-do-Brasil da granola controle. As granolas foram submetidas às análises microbiológicas e de aceitação em laboratório. A granola considerada mais aceita foi avaliada quanto à composição centesimal, minerais (Ca, Fe, Zn, Na, Mg, K e P), atividade de água e textura, durante 100 dias de armazenamento. As condições microbiológicas das granolas estavam em conformidade com a legislação. A granola com 10% de cajus passas obteve a maior aceitação. Além disso, teve maiores teores protéicos (11,74 g/100 g), de fibra alimentar (11,53 g/100 g) e de ferro (3,21 mg/100 g), e menores concentrações de umidade (5,70 g/100 g), atividade de água (0,31), sódio (57,77 mg/100 g), lipídeos (15,02 g/100 g), açúcares totais (33,09 g/100 g) e menor valor energético total (395,22 kcal/100 g), comparada à controle. Durante 100 dias de armazenamento, a granola com 10% de cajus passas foi considerada aceita por 85,54 a 95,24% dos provadores, e manteve a textura crocante mesmo com alterações de umidade e de atividade de água. O elevado potencial nutritivo da granola com frutos do Cerrado e a sua estabilidade poderão incentivar o consumo de frutos nativos e atender à demanda crescente por alimentos mais saudáveis e naturais.

Palavras-chave: granola; *Anacardium othonianum* Rizz; *Dipteryx alata* Vog; Cerrado; características nutricionais

ABSTRACT

The rational use of fruit species from Cerrado and the research about their nutritional potential are important to the socioeconomic development of the native regions from this ecosystem. The use of baru almond and caju-do-cerrado in healthier foods like granola encourages the inclusion of healthy regional foods into the diet. The aim of this study was to evaluate the physical and nutritional characteristics, microbiological quality, acceptability and stability of granola made with dried caju-do-cerrado and baru almonds. The caju-do-cerrado was subjected to osmotic dehydration and drying at 65 °C for 6 hours to obtain dried fruits. Granolas were prepared with 5%, 10% and 15% dried caju-do-cerrado and 10% of baru almonds, replacing the black raisins, cashew nuts and Brazil nuts of the control granola. The granolas were submitted to microbiological analysis and acceptance in laboratory. The most acceptable granola was evaluated by its proximate composition, minerals (calcium, iron, zinc, sodium, magnesium, potassium and phosphorus), water activity and texture, during 100 days of storage. The microbiological conditions of granolas were in accordance to the law. The granola with 10% dried caju-do-cerrado obtained the highest acceptance. Moreover, it had higher protein content (11.74 g/100 g), dietary fiber (11.53 g/100 g) and iron (3.21 mg/100 g), and lower concentrations of moisture (5.70 g/100 g), water activity (0.31), sodium (57.77 mg/100 g), lipids (15.02 g/100 g), total sugar (33.09 g/100 g) and total energy value (395.22 kcal/100 g) compared to control. During 100 days of storage, the granola with 10% dried caju-do-cerrado was considered acceptable to 85.54 to 95.24% of the consumers, and kept the crunchy texture even with changes of moisture and water activity. The high nutritional potential of granola with Cerrado fruits and its stability may encourage consumption of native fruits and deal with the growing demand for healthier and more-natural foods.

Keywords: granola; *Anacardium othonianum* Rizz; *Dipteryx alata* Vog; Cerrado; nutritional characteristics

SUMÁRIO

	CAPÍTULO 1	09
1	INTRODUÇÃO	09
2	OBJETIVOS	14
2.1	Objetivo geral	14
2.2	Objetivos específicos	14
3	MATERIAIS E MÉTODOS	15
3.1	Materiais	15
3.2	Processamento do caju-do-cerrado em passas	15
3.3	Elaboração das granolas	17
3.4	Análises microbiológicas	18
3.5	Análises sensoriais	19
3.6	Análises físicas e químicas	20
3.6.1	Composição centesimal e valor energético total	20
3.6.2	Açúcares redutores, não-redutores, totais e amido	22
3.6.3	Minerais	22
3.6.4	Atividade de água	22
3.6.5	Textura	23
3.7	Avaliação da estabilidade	23
3.8	Análise estatística	24
	REFERÊNCIAS	25
	CAPÍTULO 2 – Artigo científico	31
	CAPÍTULO 3 – Considerações Finais	61
	APÊNDICES	62
	ANEXOS	67

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o país de maior biodiversidade do mundo, pois abriga cerca de 14% das espécies do planeta. Neste panorama, destaca-se o Cerrado, o segundo maior ecossistema brasileiro, que ocupa aproximadamente 2 milhões de km², correspondendo a 20% do território nacional. Está localizado na Zona Tropical do Planalto Central, distribui-se na região Centro-Oeste e nos Estados de Minas Gerais, Tocantins, Bahia, Piauí e Maranhão (SANO et al., 2008).

A biodiversidade do Cerrado é expressiva pela sua heterogeneidade de ambientes, com abrangência de 20% a 50% das espécies brasileiras e 5% das espécies mundiais, dependendo do grupo taxonômico considerado (MACHADO et al., 2004). A flora deste bioma é a mais rica dentre as savanas do mundo, com cerca de 1000 espécies de árvores, 3000 espécies de ervas ou arbustos e quase 500 trepadeiras (CHAVES, 2003; ROESLER et al., 2007).

A variedade vegetal do Cerrado abriga diversas espécies frutíferas, que produzem frutos comestíveis de formas variadas, cores atrativas e sabores característicos. Destacam-se quanto ao potencial agrícola, pois podem se desenvolver tanto em solos pobres em nutrientes e com déficit hídrico quanto em pomares domésticos e comerciais. Contribuem também nutricionalmente como fontes de vitaminas, proteínas, minerais e carboidratos na alimentação humana, sendo consumidas *in natura* ou como ingredientes em diversas preparações e pratos típicos (RIBEIRO; RODRIGUES, 2006).

Entretanto, a ocupação demográfica, econômica e expansão agrícola no Cerrado têm ocorrido sem planejamento adequado, sendo que nas últimas décadas mais da metade de sua área original foi ocupada com pastagens, lavouras e outros tipos de usos, o que contribui para a degradação do solo e dos ecossistemas nativos e

representa uma séria ameaça à biodiversidade de um ecossistema ainda pouco conhecido (PARTELLI et al., 2010).

Nesta perspectiva, a valorização das possibilidades de utilização racional de espécies frutíferas deste ecossistema e a pesquisa de suas potencialidades nutricionais e funcionais são de grande importância para o desenvolvimento econômico, industrial, tecnológico e sustentável da região. Além disso, contribuem para o incentivo à promoção da saúde por meio da inclusão de alimentos regionais mais saudáveis na dieta, com maiores quantidades de fibra alimentar, vitaminas e minerais, e menores teores de gorduras e açúcares (RIBEIRO et al., 2000; SILVA et al., 1994).

O consumo de alimentos regionais é recomendado pela Organização Mundial da Saúde (WHO, 2004) e pelo Ministério da Saúde no Guia Alimentar para a População Brasileira (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006), como uma das estratégias para a promoção da alimentação saudável e redução do risco de doenças crônicas não-transmissíveis (DCNT). A inserção de alimentos regionais na alimentação habitual também contribui para a aplicação do conceito ampliado de segurança alimentar e nutricional, que envolve o abastecimento e acesso universal aos alimentos, somado aos seus aspectos nutricionais e de qualidade, e ao manejo sustentável dos recursos naturais (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2003). Desse modo, a preservação da biodiversidade dos recursos vegetais é considerada uma estratégia de segurança alimentar, nutricional, econômica e ecológica para a população (RIBEIRO; RODRIQUES, 2006; TOLEDO; BURLINGAME, 2006).

Apesar do evidente potencial econômico do Cerrado, as informações científicas sobre o cultivo e produção de frutíferas nativas, bem como suas características químicas, valor nutritivo e utilização destes frutos na alimentação humana ainda são escassos (PARTELLI et al., 2010). Assim, ressalta-se a necessidade de pesquisas científicas nesta área, uma vez que o conteúdo nutricional é um importante fator para o estímulo ao consumo dos alimentos (SILVA et al., 2008).

Dentre os frutos produzidos no Brasil, destaca-se o caju, nativo do nordeste do Brasil e espalhado pela América Tropical. O nome da fruta é oriundo da palavra indígena *acaiú*, que em tupi quer dizer "noz que se produz" (MELO FILHO, 2002).

Pertence à família *Anacardiaceae*, constituída por arbustos tropicais e subtropicais, e por árvores de até 20 m de altura com a copa arredondada (ALVES, 2002; MELO, 2002). Sua castanha (fruto verdadeiro) é comercializada torrada, e o pseudofruto (pedúnculo carnosos) é amplamente utilizado na indústria para fabricação de sucos, polpas, aguardente, rapadura, licores, doces, sorvetes, cereais matinais, produtos lácteos, de confeitaria e padaria (TORREGGIANI; BERTOLO, 2001). Em Goiás destaca-se a espécie *Anacardium othonianum* Rizz (Anexo A), conhecida como caju-do-cerrado, cajuzinho-do-cerrado ou cajuí, que frutifica de setembro a outubro (BARROS, 2002).

Os pseudofrutos do caju-do-cerrado, que variam de cor amarelada ao vermelho vivo, possuem polpa branco-amarelada e contêm 86% de água, 7% de carboidratos, além de vitamina C (36,92 mg/100 g) e de fibras (4,26 g/100 g) (SILVA et al., 2008; SILVA; SILVA; OLIVEIRA, 2004).

O baru (*Dipteryx alata* Vog.), também conhecido como cumbaru, barujo, coco-feijão ou cumarurana, é outra espécie frutífera de destaque no Cerrado (Anexo B). Está presente especialmente nos solos areno-argilosos dos cerradões e matas secas, com destaque para Minas Gerais, Goiás e centro do Mato Grosso. É originado de árvores hermafroditas da família *Fabaceae*, com cerca de 15 m de altura, floração de outubro a dezembro e frutificação de agosto a outubro. O fruto comestível é uma drupa da família das leguminosas, marrom-claro, ovóide, com pericarpo lenhoso e peso aproximado de 30 g, com 4 a 5 cm de comprimento (CORREA et al., 2008; SANO; RIBEIRO; BRITO, 2004; TAKEMOTO et al., 2001).

O baru está entre os dez frutos mais promissores do Cerrado para cultivo, devido ao seu elevado potencial econômico. O fruto já é comercializado com sucesso por comunidades locais, contribuindo para a preservação das espécies frutíferas regionais e valorização turística local. Além disso, este fruto tem usos medicinais, industriais, para paisagismo e recuperação de áreas degradadas (VALLILO; TAVARES; AUED; 1990).

A polpa do baru contém amido, fibra insolúvel, açúcares e minerais. Na amêndoa (semente comestível) predominam proteínas (25,81 g/100 g), destacando-se o considerável conteúdo de aminoácidos essenciais (403,2 mg/g de proteína), e lipídeos

(41,97 g/100 g), com ênfase aos ácidos graxos insaturados, especialmente o ácido oléico (48,37 g/100 g de lipídeos), além de fibras, vitaminas e sais minerais, como cálcio, ferro e zinco. Ao contrário da polpa, a amêndoa de baru tem elevado valor energético, de 476 a 560 kcal/100 g (ALMEIDA et al., 1998; FERNANDES et al., 2010; FREITAS; NAVES, 2010; SANO; VIVALDI; SPEHAR, 1999; TOGASHI; SGARBIERI, 1995).

As amêndoas de baru têm sabor agradável, semelhante ao amendoim, sendo consumidas como aperitivo, preferencialmente torradas, para inativação de fatores antinutricionais (KALUME; SOUSA; MORTHY, 1995). Em geral, são utilizadas como ingrediente de pé-de-moleque, paçoca, bombom, cajuzinho, rapadura, barra de chocolate, bolos, molhos, cereais matinais, biscoitos e licor (TAKEMOTO et al., 2001).

A diversidade de aplicações do caju-do-cerrado e do baru na alimentação humana contribui para a inserção destes frutos como ingredientes de vários produtos. Entretanto, são necessárias mais pesquisas para o uso destes alimentos em preparações mais saudáveis, que possam contribuir na promoção da saúde.

Considerando-se a estreita relação entre saúde e alimentação, a introdução de preparações mais saudáveis à dieta auxilia na manutenção da saúde (BLANCO-METZLER; MONTERO-CAMPOS; FERNÁNDEZ-PIEDRA, 2000; MENDONÇA; ANJOS, 2004). Neste contexto, destacam-se os alimentos fontes de fibras, com características funcionais e componentes essenciais para uma dieta saudável, pois desempenham inúmeros benefícios na promoção da saúde e redução do risco do desenvolvimento de DCNT (GIUNTINI; LAJOLO; MENEZES, 2003; JENKINS et al., 2000; MATTOS; MARTINS, 2000).

Pesquisas evidenciam os efeitos positivos do consumo de fibras, tais como: aumento do bolo fecal e do trânsito intestinal, redução dos níveis lipídicos e de insulina no sangue, promoção de maior saciedade, redução do risco de câncer de intestino e de doenças cardiovasculares, auxílio no controle do peso corporal e no tratamento de portadores de diabetes insulino-dependentes (HENRIQUES et al., 2008; LIU, 2002; SALAS-SALVADÓ et al., 2006; SARTORELLI; CARDOSO, 2006).

A granola é um produto fonte de fibras, elaborada pela mistura de cereais (aveia, soja, farelo de trigo, gérmen de trigo, flocos de arroz, flocos de milho), grãos integrais (amendoim, linhaça, gergelim), frutas secas (uva, banana, maçã), castanhas, nozes e pode conter mel ou açúcar. Esta combinação de ingredientes confere ao produto quantidades elevadas de fibra alimentar, energia, vitaminas e minerais, o equilíbrio de fibras solúveis e insolúveis, proteínas, carboidratos e ácidos graxos insaturados. A inserção balanceada deste alimento na dieta pode contribuir para a promoção da saúde por causa das suas propriedades nutricionais e funcionais comprovadamente benéficas à saúde humana (AMAYA-FARFAN; MARCÍLIO; SPEHAR, 2005; INSTITUTO DE TECNOLOGIA DO PARANÁ, 2006; LIU, 2002; WATERHOUSE et al., 2008).

Além destes benefícios, a granola é um alimento versátil, de diversas possibilidades de consumo, tem elevada aceitação, baixos teores de umidade e de atividade de água, e vem apresentando crescente consumo mundial, especialmente na refeição matinal (ARNDT, 2006; GRANADA et al., 2003; ZIND, 2007).

No Brasil, não existe ainda legislação específica que defina a composição de granola. Assim, este produto pode ser elaborado com diferentes elementos, em quantidades variadas (INSTITUTO DE TECNOLOGIA DO PARANÁ, 2006).

Considerando-se as características nutricionais e a versatilidade de uso do caju-do-cerrado e da amêndoa de baru, e a possibilidade de contribuição para a preservação e utilização sustentável destes frutos do Cerrado, justifica-se o desenvolvimento de um produto mais saudável que inclua estes alimentos. A granola com passas de caju-do-cerrado e amêndoa de baru pode valorizar espécies nativas, contribuir para agregar valor ao produto, estimular a inserção de alimentos regionais nutritivos à dieta e o desenvolvimento socioeconômico local. Além disso, a iniciativa de elaboração da granola com frutos do Cerrado e o estudo de suas características microbiológicas, sensoriais, físicas, químicas, nutricionais e de estabilidade, acompanha a demanda crescente por alimentos processados de qualidade, mais saudáveis e naturais.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar a qualidade microbiológica, a aceitabilidade, as características físicas, nutricionais e a estabilidade de granola elaborada com passas de caju-do-cerrado e amêndoa de baru.

2.2 Objetivos específicos

- Elaborar passas de caju-do-cerrado por meio de desidratação osmótica;
- Testar fórmulas de granola com a adição de passas de caju-do-cerrado e amêndoa de baru em substituição às uvas passas pretas, castanha-de-caju e castanha-do-Brasil;
- Analisar a qualidade microbiológica de ingredientes e dos produtos elaborados;
- Avaliar a aceitabilidade das granolas por meio de teste afetivo em laboratório;
- Analisar as características físicas, químicas e nutricionais das granolas com maior nível de aceitação;
- Avaliar a crocância das granolas por meio das análises de umidade, atividade de água e textura instrumental;
- Avaliar a estabilidade das granolas com maior nível de aceitação durante o armazenamento por 100 dias.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Materiais

Os caju-do-cerrado foram adquiridos nos municípios de Corumbá e Faina, Goiás, Brasil, em setembro de 2009. Estes municípios possuem elevada produção extrativista de caju, principalmente durante a estação chuvosa, destacando-se a comercialização de castanhas-de-caju (IBGE, 2010). Os caju-do-cerrado recém colhidos foram acondicionados em sacos plásticos, armazenados em caixas de isopor com gelo e levados para imediata seleção, higienização e armazenamento.

As amêndoas de baru foram adquiridas na cidade de Goiânia, Goiás, Brasil, e são originárias de barus do município de Jussara, Goiás, Brasil. A produção agroextrativista deste fruto no município é favorecida por fazendas, cooperativas e empresas da região, que contribuem no plantio, beneficiamento e comercialização do baru e de seus subprodutos para além do nível local (SANO; RIBEIRO; BRITO, 2004). As amêndoas de baru foram obtidas torradas do fabricante, e a torrefação ocorreu a 100 °C por 20 minutos, em torrador giratório com queimador a gás.

Os outros ingredientes para a elaboração das granolas (aveia em flocos, gérmen de trigo, flocos de milho, castanha-de-caju torrada, castanha-do-Brasil, uvas passas pretas, gergelim, semente de linhaça, açúcar mascavo, mel e óleo de milho) e o açúcar refinado comercial, utilizado no processamento do caju-do-cerrado em passas, foram adquiridos no comércio da cidade de Goiânia, Goiás.

3.2 Processamento do caju-do-cerrado em passas

A desidratação dos pseudofrutos de caju-do-cerrado para a obtenção de passas foi realizada por desidratação osmótica, método que promove a dissolução de solutos e remoção da água por meio da membrana celular, influenciados pela concentração da solução desidratante, tempo, temperatura e outras condições (RASTOGI et al., 2002).

Os caju passas (Apêndice A) foram elaborados conforme metodologia descrita por Martins, Cunha e Silva (2008), no Laboratório de Dietética da Faculdade de Nutrição da Universidade Federal de Goiás (FANUT/ UFG), conforme fluxograma:

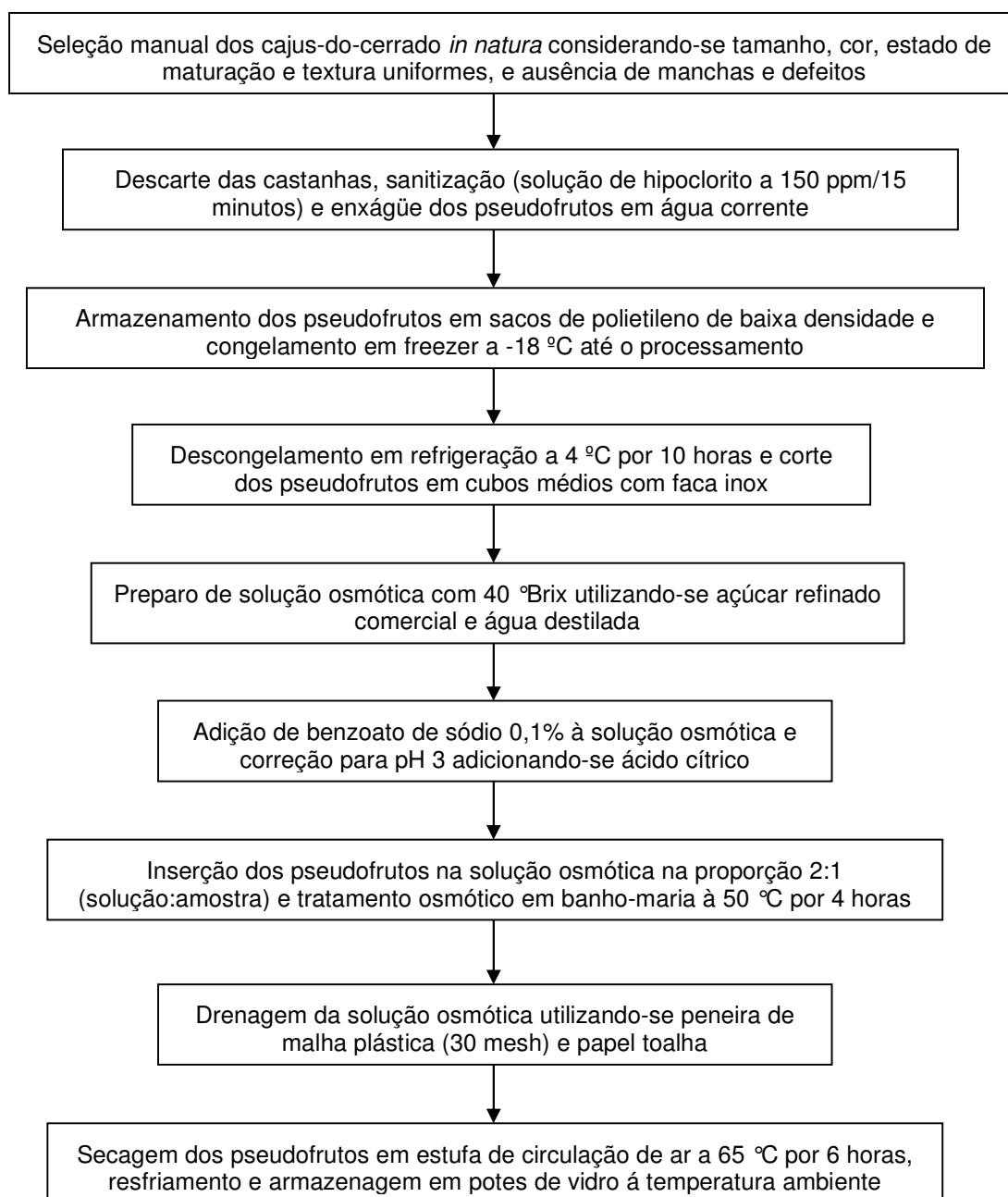


Figura 1. Fluxograma de processamento do caju-do-cerrado em passas, conforme metodologia descrita por Martins, Cunha e Silva (2008).

3.3 Elaboração das granolas

As granolas foram elaboradas no Laboratório de Dietética da FANUT/ UFG, de acordo com metodologia descrita pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (2004), com modificações. As granolas foram preparadas com 5%, 10% e 15% de caju passas e 10% de amêndoa de baru (Apêndice B), e na granola controle foram utilizadas 10% de uvas passas pretas, 5% de castanha-de-caju e 5% de castanha-do-Brasil (Tabela 1).

A quantidade de aveia da granola controle foi de 40%, com variações para as granolas com frutos do Cerrado, conforme as concentrações de caju passas. Como a aveia é o ingrediente predominante, este foi escolhido para sofrer alterações de quantidade entre as granolas, a fim de equilibrar a proporção final das formulações.

Tabela 1. Ingredientes e proporções utilizadas nas formulações das granolas controle e com 5%, 10% e 15% de caju passas.

Ingredientes (g/100g)	Formulações de Granola			
	Controle	Granola 5%*	Granola 10%*	Granola 15%*
Aveia em flocos	40	45	40	35
Gérmen de trigo	8	8	8	8
Flocos de milho	8	8	8	8
Castanha-de-caju torrada	5	-	-	-
Castanha-do-Brasil	5	-	-	-
Amêndoa de baru torrada	-	10	10	10
Caju passas	-	5	10	15
Uvas passas pretas	10	-	-	-
Gergelim	2,5	2,5	2,5	2,5
Linhaça (semente)	2,5	2,5	2,5	2,5
Açúcar mascavo	8	8	8	8
Mel	5	5	5	5
Óleo de milho	6	6	6	6
Total (g)	100	100	100	100

* Porcentagem correspondente à proporção de caju passas, segundo tipo de granola.

A aveia em flocos e os flocos de milho foram torrados separadamente em forno elétrico, a 180 °C, por 40 minutos, com agitação manual de dez em dez minutos. A castanha-do-Brasil, fragmentada em pedaços médios com faca inox, e o gergelim foram torrados por dez minutos, a 180 °C, com agitação manual de cinco em cinco minutos. As cascas das amêndoas de baru torradas foram retiradas manualmente, e as amêndoas foram picadas com faca inox em pedaços médios, bem como as castanhas-de-caju torradas.

Após o processo de torrefação, foi preparada uma calda com açúcar mascavo, mel e água, com concentração de 45 a 47 °Brix, ajustada por refratômetro manual, para ser incorporada aos ingredientes.

Todos os ingredientes, exceto a linhaça e os cajus passas ou uvas passas, foram misturados à calda ainda quente. A mistura homogênea (calda e ingredientes) foi distribuída em camada com espessura de cerca de 1 cm, em fôrmas de alumínio e submetida a temperatura de 180 °C em forno elétrico, com agitação manual em intervalos de dez minutos. A mistura foi retirada do forno após 40 minutos, quando ficou dourada e formou grumos, indicadores de crocância. A linhaça e os cajus passas ou uvas passas pretas foram incorporadas por último na mistura ainda quente.

Após atingirem temperatura ambiente (cerca de 25 °C), as granolas foram embaladas em sacos de polietileno, de 0,7 mm de espessura, com capacidade de 1 kg, fechadas e acondicionadas em caixa de papelão e, posteriormente, submetidas às análises microbiológicas, físicas, químicas e aos testes de aceitação.

3.4 Análises microbiológicas

Para o controle higiênico-sanitário do processo de elaboração das granolas, foi realizada a análise microbiológica do caju-do-cerrado *in natura*, após sanitização e dos cajus passas, além das uvas passas pretas, açúcar mascavo e mel. Estes alimentos foram analisados quanto à presença de *Salmonella sp*, contagem de coliformes totais e

a 45 °C, conforme a Resolução (RDC) n° 12 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde (BRASIL, 2001).

A granola controle e as três granolas com frutos do Cerrado foram analisadas quanto à presença de *Salmonella sp*, contagem de *Bacillus cereus*, *Staphylococcus coagulase positiva*, coliformes totais e a 45 °C, microrganismos específicos à categoria de misturas de cereais (BRASIL, 2001). Considerando-se a alta suscetibilidade da granola à contaminação fúngica, em decorrência das características específicas de misturas de cereais e frutas, também foi realizada a análise de bolores e leveduras (VECCHIA; CASTILHOS-FORTES, 2007).

Todas as análises microbiológicas foram realizadas em triplicata, no Laboratório de Controle Higiênico Sanitário de Alimentos da FANUT/ UFG, segundo os procedimentos descritos pelo *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods* (DOWNES; ITO, 2001).

3.5 Análises sensoriais

O teste de aceitação das granolas foi realizado no Laboratório de Análises Físicas e Sensoriais (LAFISE) da FANUT/ UFG. Os atributos sensoriais analisados foram a aceitação global (sabor, aroma e textura) e aparência. A qualidade microbiológica das granolas foi avaliada antes do teste de aceitação.

Participaram do teste, por meio de recrutamento via convite oral, *e-mail* e divulgação em cartazes, 73 consumidores potenciais de granola, dentre servidores e alunos adultos de ambos os sexos, das Faculdades de Nutrição e de Enfermagem da UFG, conforme interesse e disponibilidade em participar da pesquisa. Foram excluídos os analfabetos, gestantes, idosos (a partir de 60 anos), fumantes, diabéticos, celíacos e portadores de defeitos visuais ou de patologias que interferem na absorção intestinal e na sensibilidade gustativa e olfativa. A autorização por escrito dos provadores para participação da pesquisa foi obtida pela assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, antes do teste de aceitação (Apêndice C).

Para avaliar a aceitação global, as granolas foram servidas em porções de dez gramas, com temperatura ambiente, em copos plásticos descartáveis codificados com números de três dígitos, em cabines individuais com luz vermelha. As amostras foram apresentadas de forma monádica, sequencial e casualizada, em blocos completos.

A aparência das granolas foi julgada independente das características de sabor, aroma e textura e avaliada em blocos completos. As amostras foram dispostas em pratos de fundo branco codificados com números de três dígitos, à luz natural, nas dependências do LAFISE.

Para determinar a aceitabilidade das formulações, foi utilizada escala hedônica estruturada de nove pontos (Apêndice D), com extremos de termos “gostei muitíssimo” (nota 9) e “desgostei muitíssimo” (nota 1) (STONE; SIDEL, 1985). Foram consideradas aceitas as granolas que obtiveram nota igual ou superior ao ponto de corte “gostei levemente” (nota 6).

A pesquisa foi submetida ao Comitê de Ética em Pesquisa da UFG e aprovada sob o protocolo número 109/2009 (Anexo C).

3.6 Análises físicas e químicas

Após o teste de aceitação, a granola controle e a granola com frutos do Cerrado mais aceita pelos provadores, além dos ingredientes castanha-do-Brasil e castanha-de-caju, uvas passas pretas, caju passas e amêndoas de baru, foram submetidos às análises físicas e químicas.

3.6.1 Composição centesimal e valor energético total

Para as análises de composição centesimal, as granolas, castanhas e caju passas foram triturados em microprocessador doméstico e em moinho (Marconi, MA-090 CFT, Piracicaba) utilizando-se a tela de 20 mesh. As uvas passas foram trituradas em microprocessador doméstico, até a obtenção de uma massa homogênea.

As análises da composição centesimal foram realizadas em triplicata, no Laboratório de Nutrição e Análise de Alimentos da FANUT/ UFG, com exceção da fibra alimentar, feita em quadruplicata.

A umidade das granolas e das castanhas foi determinada pelo método de dessecação em estufa de esterilização (Fanem, 315 SE, São Paulo), a 105 °C, até peso constante. Para as frutas desidratadas, a umidade foi determinada em estufa a vácuo (Tecnal, TE-395 Piracicaba) a 70 °C (IAL, 2005).

A determinação de proteínas foi realizada conforme método semimicro de Kjeldahl, utilizando-se o fator 6,25 para conversão do teor de nitrogênio em proteína bruta (AOAC, 1998).

As amostras foram homogeneizadas com uma mistura de clorofórmio e metanol, para extração de lipídeos segundo metodologia descrita por Bligh e Dyer (1959) e em seguida determinação dos lipídeos totais por gravimetria.

Para a determinação das cinzas, as amostras foram incineradas em chapa aquecedora, seguindo-se de incineração em mufla, a 550 °C, até peso constante (AOAC, 1998).

A fibra alimentar das granolas foi determinada pelo método enzimico-gravimétrico de Prosky et al. (1988). Após diluição em tampão fosfato pH 6, as amostras foram submetidas à ação de α -amilase, protease e amiloglicosidase. O hidrolisado foi precipitado com etanol a 98%, filtrado com etanol e acetona, e posteriormente seco em estufa de esterilização a 105 °C. Após a secagem, o material foi corrigido de acordo com as concentrações de proteínas e cinzas do resíduo.

A quantidade de carboidratos foi calculada pela diferença entre 100 g e a soma das médias das porcentagens de umidade, proteínas, lipídeos, cinzas e fibra alimentar.

A partir dos dados de composição centesimal, foi determinado o Valor Energético Total (VET) das granolas, considerando-se os fatores de conversão de Atwater de 4, 4 e 9 kcal/g para proteína, carboidrato e lipídeo, respectivamente (MERRIL; WATT, 1973). O VET foi obtido a partir da soma da energia proveniente dos macronutrientes e expresso em quilocalorias (kcal).

3.6.2 Açúcares redutores, não-redutores, totais e amido

As granolas foram submetidas à análise de açúcares redutores (glicose/ frutose), por meio do método de determinação de glicídios redutores em glicose. As amostras foram clarificadas pela adição de ferrocianeto de potássio e sulfato de zinco. Após filtração das amostras, o filtrado foi adicionado às soluções de Fehling A e B e foi realizada titulação a quente com agitação, utilizando-se azul de metileno. Para estimar a concentração dos açúcares não-redutores (sacarose), o filtrado foi acidificado, submetido a banho-maria para hidrólise da ligação glicosídica, neutralizado e titulado a quente com as soluções de Fehling. Os açúcares totais foram estimados a partir dos açúcares redutores e não redutores (AOAC, 1998).

Para a determinação do amido, o resíduo do filtrado foi acidificado e submetido à autoclave, a 121 °C, para hidrólise da ligação glicosídica. A solução foi neutralizada e adicionada das soluções de ferrocianeto de potássio e sulfato de zinco. A solução foi filtrada, adicionada das soluções de Fehling e titulado a quente (IAL, 2005).

As análises de açúcares redutores, não-redutores, totais e amido foram realizadas no Centro de Pesquisa em Alimentos da Escola de Veterinária/ UFG.

3.6.3 Minerais

As análises de cálcio, ferro, zinco, sódio, magnésio, potássio e fósforo das granolas foram realizadas no Laboratório da Empresa Metais de Goiás S.A. (METAGO - GO). Os minerais, exceto fósforo, foram quantificados por espectrofotometria de absorção atômica (espectrômetro Perkin Elmer, Analyst 200, USA). Foram utilizados parâmetros instrumentais (lâmpada, comprimento de onda, corrente da lâmpada e largura da fenda) específicos para cada nutriente. O fósforo foi analisado por colorimetria (AOAC, 1998).

3.6.4 Atividade de água

A atividade de água das granolas foi determinada em triplicata, utilizando-se o higrômetro AquaLab, modelo CX - 2 (Decagon Devices Inc., Pullman, USA). A leitura do resultado foi feita após equilíbrio das amostras à temperatura de 25 °C.

3.6.5 Textura

A textura das granolas foi determinada em sextuplicata, com amostras de 100 g, no Laboratório de Análises Físicas e Químicas da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos/ UFG. Foi utilizada a geometria HDP KS5 (Kramer Shear Cell 5 blades), acoplada ao texturômetro TA XTplus Texture Analyser (Stable Microsystems, Surrey, UK), com célula de carga de 50 kg e velocidade de compressão de 2 mm/s, até atingir 30% de deformação em relação a altura inicial da amostra. Os parâmetros associados à textura, força (aplicada à amostra para deformá-la em até 30% da sua altura inicial) e trabalho (energia gasta para esta mesma deformação), foram obtidos a partir do pico máximo da curva força *versus* altura de compressão. Estes parâmetros foram divididos pela quantidade de amostra retida na célula de compressão. A crocância foi avaliada considerando-se o comportamento desta curva, aliado aos teores de umidade e atividade de água das amostras (TAKEUCHI; SABADINI; CUNHA, 2005).

3.7 Avaliação da estabilidade

A granola controle e a granola com frutos do Cerrado mais aceita foram submetidas à avaliação da estabilidade, realizada no período de 100 dias, considerando-se a validade de 60 dias para granolas comerciais, somado à margem de segurança de 40 dias. Durante o período de armazenamento, foram realizadas análises microbiológicas, testes de aceitação com 84 consumidores potenciais de granola e determinações de umidade, atividade de água e textura, com intervalos de 20 dias, totalizando seis tempos de análises, do tempo zero ao tempo cinco, de acordo com os procedimentos descritos nos itens 3.4, 3.5, 3.6.1, 3.6.4 e 3.6.5, respectivamente.

As granolas utilizadas para cada tempo foram acondicionadas e fechadas separadamente, em sacos de polietileno, à temperatura ambiente (cerca de 25 °C) e colocadas em caixa de papelão. As avaliações microbiológicas foram realizadas para a obtenção do perfil microbiológico das amostras antes dos testes de aceitação. Já as determinações de textura, umidade e atividade de água foram realizadas após os testes de aceitação.

3.8 Análise estatística

A aceitabilidade da granola controle e das três granolas com frutos do Cerrado foi avaliada utilizando-se análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey ($p \leq 0,05$), além da frequência dos escores dos atributos sensoriais. Para avaliação da estabilidade das granolas, em cada tempo de análise sensorial, foi aplicado o teste t de Student ($p \leq 0,05$) e avaliada a frequência dos escores dos atributos sensoriais. Os resultados das características físicas e químicas também foram analisados por meio do teste t de Student ($p \leq 0,05$).

Os dados de aceitação global e aparência, umidade, atividade de água e textura foram submetidos à análise de regressão. Os cálculos estatísticos foram realizados utilizando-se o programa STATISTICA, versão 7.0 (StatSoft Inc., Tulsa, USA).

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, S. P.; PROENÇA, C. E. B.; SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado**: espécies vegetais úteis. Planaltina: Embrapa - CPAC, 1998. 464 p.
- ALVES, R. E. **Frutas do Brasil**: caju, pós-colheita. Brasília: Embrapa Agroindústria Tropical, 2002. 36 p.
- AMAYA-FARFAN, J. A.; MARCÍLIO, R.; SPEHAR, C. R. Deveria o Brasil investir em novos grãos para a sua alimentação? A proposta do amaranto (*Amaranthus sp.*). **Segurança Alimentar e Nutricional**, Campinas, v. 12, n. 1, p. 47-56, 2005.
- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 16. ed. Washington D.C.: AOAC, 1998.
- ARNDT, E.A. Whole-grain barley for today's health and wellness needs. **Cereal Foods Word**, Minnesota, v. 51, n. 1, p. 20-22, 2006.
- BARROS, L. M. **Frutas do Brasil**: caju, produção. Brasília: Embrapa Agroindústria Tropical, 2002. 148 p.
- 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. 1, p. 911-917, 1959.
- BLANCO-METZLER, A.; MONTERO-CAMPOS; M. A.; FERNÁNDEZ-PIEDRA, M. Composición química de productos alimenticios derivados de trigo y maíz elaborados en Costa Rica. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, v. 50, n. 1, p. 91-96, 2000.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001**. Regulamento técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos. Brasília-DF, 2001. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 15 abr. 2009.
- CHAVES, L. J. **Melhoramento e conservação de espécies frutíferas do Cerrado**. São Paulo: 2003. Disponível em: <<http://www.sbmp.org.br/cbmp>>. Acesso em: 13 abr. 2009.
- CORREA, G. C.; NAVES, R. V.; ROCHA, M. R.; CHAVES, L. J.; BORGES, J. D. Determinações físicas em frutos e sementes de baru (*Dipteryx alata* Vog.), cajuzinho (*Anacardium othonianum* Rizz.) e pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.), visando melhoramento genético. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 24, n. 4, p. 42-47, 2008.

DOWNES, F.P.; ITO, K. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4. ed. Washington: American Public Health Association, 2001. 676 p.

FERNANDES, D. C.; FREITAS, J. B.; CZEDER, L. P.; NAVES, M. M. V. Nutritional composition and protein value of the baru (*Dipteryx alata* Vog.) almond from the Brazilian Savanna. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 90, n. 1, p.1650-1655, 2010.

FREITAS, J. B.; NAVES, M. M. V. Composição química de nozes e sementes comestíveis e sua relação com a nutrição e saúde. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 23, n. 2, p.269-279, 2010.

GIUNTINI, E. B.; LAJOLO, F. M.; MENEZES, E. W. Potencial de fibra alimentar em países ibero-americanos: alimentos, produtos e resíduos. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, v. 53, n. 1, p.14-20, 2003.

GRANADA, G.; ROSA, V.; ZAMBIASI, R.; KOETZ, P. Caracterização de granolas comerciais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 1, p. 87-91, 2003.

HENRIQUES, G. S.; SCORSIN, N. T.; CASSIM, A. L. O.; SIMEONE, M. L. F. Avaliação da influência dietética de uma ração à base de mix de fibras sobre a glicemia e o perfil metabólico de lipídeos em ratos *wistar*. **Revista do Médico Residente**, Curitiba, v. 10, n. 2, p. 58-66, 2008.

IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2005. 1018 p. (Série A. Normas e Manuais Técnicos).

IBGE - INTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura 2009**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/.../2009/default.shtm>>. Acesso em: 29 mar. 2011.

INSTITUTO DE TECNOLOGIA DO PARANÁ. **Resposta técnica**: alimentos e bebidas (granola, cereais, produção). Curitiba: TECPAR, 2006. Disponível em: <<http://www.sbrt.ibict.br>>. Acesso em: 15 abr. 2009.

JENKINS, D. J. A.; KENDALL, C. W. C.; AXELSEN, M.; AUGUSTIN, L.S.A.; VUKSAN, V. Viscous and nonviscous fibres, nonabsorbable and low glycaemic index carbohydrates, blood lipids and coronary heart disease. **Current Opinion in Lipidology**, London, v. 11, n. 1, p. 49-56, 2000.

KALUME, D. E.; SOUSA, M. V.; MORTHY L. Purification, characterization, sequence determination, and mass spectrometric analysis of a trypsin inhibitor from seeds of the brazilian tree *Dipteryx alata* (Leguminosae). **Journal of Protein Chemistry**, New York, v. 14, n. 8, p. 685-693. 1995.

LIU, S. Intake of refined carbohydrates and whole grain foods in relation to risk of type 2 diabetes mellitus and coronary heart disease. **Journal of the American College of Nutrition**, New York, v. 21, n. 4, p. 298-306, 2002.

MACHADO, R. B.; RAMOS NETO, M. B.; PEREIRA, P. G. P.; CALDAS, E.; GONÇALVES, D. A.; SANTOS, N. S.; TABOR, K.; STEININGER, M. **Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro**. Brasília: Conservação Internacional, 2004. (Relatório técnico).

MARTINS, M. C. P.; CUNHA, T. L.; SILVA, M. R. Efeito das condições da desidratação osmótica na qualidade de passas de caju-do-cerrado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28 (Supl.), p. 158-165, 2008.

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

MELO FILHO, J. R. T. Fruticultura: caju oferece emprego e renda nas longas estiagens. **Revista Gleba**, Brasília, ano 47, n. 188, p.12, 2002. Disponível em: <<http://www.cna.org.br/Gleba02/Out/ArtigoCaju.htm>>. Acesso em: 21 set. 2010. (Informativo Técnico).

MELO, Q. M. S. **Frutas do Brasil**: caju, fitossanidade. Brasília: Embrapa Agroindústria Tropical, 2002. 36 p.

MENDONCA, C. P.; ANJOS, L. A. Aspectos das práticas alimentares e da atividade física como determinantes do crescimento do sobrepeso/obesidade no Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 3, p. 698-709, 2004.

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

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA (Brasil). **Resposta técnica**: alimentos (granola, mix de cereais). Belo Horizonte: CETEC, 2004. Disponível em: <<http://www.sbvt.ibict.br>>. Acesso em: 21 abr. 2009.

MINISTÉRIO DA SAÚDE (Brasil). Secretaria de Atenção à Saúde. Coordenação Geral da Política de Alimentação e Nutrição. **Guia alimentar para a população brasileira**: promovendo a alimentação saudável. Brasília-DF: Ministério da Saúde, 2006. 210 p.

MINISTÉRIO DA SAÚDE (Brasil). Secretaria de Atenção à Saúde. **Política nacional de alimentação e nutrição**. 2. ed. rev. Brasília-DF: Ministério da Saúde, 2003. 48 p.

PARTELLI, F. L.; TAKEUCHI, K. P.; NAVES, R. V.; CHAVES, L. J. Frutas do Cerrado: alternativa sustentável. **A Lavoura**, Rio de Janeiro, v.1, n.676, p.12-15, 2010.

PROSKY, L.; ASP, N. G.; SCHWEIZER, T. F.; DEVRIES, J. W.; FURDA, I. Determination of insoluble, soluble, and total dietary fiber in foods and food products: interlaboratory study. **Journal of the Association of Official Analytical Chemistry**, Arlington, v. 71, n. 5, p. 1017-1023, 1988.

RASTOGI, N. K.; RAGHAVARAO, K. S. M. S.; NIRANJAN, K.; KNORR, D. Recent developments in osmotic dehydration: methods to enhance mass transfer. **Trends in Food Science & Technology**, Cambridge, v. 13, n. 1, p. 48-59, 2002.

RIBEIRO, J. F.; SANO, S.; BRITO, M. A.; FONSECA, C. E. L. **Baru (*Dipteryx alata* Vog.)**. Jaboticabal: Funep, 2000. 41 p.

RIBEIRO, R. A.; RODRIGUES, F. M. Genética da conservação em espécies vegetais do cerrado. **Revista de Ciências Médicas e Biológicas**, Salvador, v. 5, n. 3, p. 253-260, 2006.

ROESLER, R.; MALTA, L. G.; CARRASCO, L. C.; HOLANDA, R. B.; SOUSA, C. A. S.; PASTORE, G. M. Atividade antioxidante de frutas do cerrado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 1, p. 53-60, 2007.

SALAS-SALVADÓ, J.; BULLÓ, M.; PÉREZ-HERAS, A.; ROS, E. Dietary fibre, nuts and cardiovascular diseases. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 96 (Supl. 2), p.S45-S51, 2006.

SANO, E. E.; ROSA, R.; BRITO, J. L. S.; FERREIRA, L. G. Mapeamento semidetalhado do uso da terra do Bioma Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.1, p.153-156, 2008.

SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F.; BRITO, M. A. **Baru: biologia e uso**. Planaltina: Embrapa, 2004. 52 p. (Documentos 116).

SANO, S. M.; VIVALDI, L. J.; SPEHAR, C. R. Diversidade morfológica de frutos e sementes de baru (*Dipteryx alata* Vog.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n.4, p. 513-518, 1999.

SARTORELLI, D. S.; CARDOSO, M. A. Associação entre carboidratos da dieta habitual e diabetes mellitus tipo II: evidências epidemiológicas. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, Rio de Janeiro, v. 50, n. 3, p. 415-426, 2006.

SILVA, A. S.; SILVA, D. B.; JUNQUEIRA, N. T. V.; ANDRADE, L. R. M. **Frutas nativas dos Cerrados**. Brasília: Embrapa-CPAC, 1994. 166 p.

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, M. R.; SILVA, M. S.; OLIVEIRA, J. S. Estabilidade de ácido ascórbico em pseudofrutos de caju-do-cerrado refrigerados e congelados. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 34, n. 1, p. 9-14, 2004.

STONE, H.; SIDEL, J. L. Affective testing. In: _____. **Sensory evaluation practices**. Boca Raton: Academic Press, 1985. Cap. 7, p. 227-252.

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.

TAKEUCHI, K. P.; SABADINI, E.; CUNHA, R. L. Análise das propriedades mecânicas de cereais matinais com diferentes fontes de amido durante o processo de absorção de leite. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 1, p. 78-85, 2005.

TOGASHI, M.; SGARBIERI, V. C. Avaliação nutricional da proteína e do óleo de sementes de baru (*Dipteryx alata* Vog.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 15, n. 1, p. 66-69, 1995.

TOLEDO, A.; BURLINGAME, B. Biodiversity and nutrition: a common path toward global food security and sustainable development. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v. 19, n. 1, p. 477-483, 2006.

TORREGGIANI, B.; BERTOLO, G. Osmotic pre-treatments in fruits processing: chemical, physical and structural effects. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 49, n. 4, p. 247-255, 2001.

VALLILO, M. I.; TAVARES, M.; AUED, S. Composição química da polpa e da semente do fruto do cumbaru (*Dipteryx alata* Vog.): caracterização do óleo e da semente. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 2, n. 1, p. 115-125, 1990.

VECCHIA, A. D.; CASTILHOS-FORTES, R. Contaminação fúngica em granola comercial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 2, p. 324-327, 2007.

WATERHOUSE, D. S.; FARR, J.; WIBISONO, R.; SALEH, Z. Fruit-based functional foods I: production of food-grade apple fibre ingredients. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 43, n. 12, p. 2113-2122, 2008.

(WHO) WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Global strategy on diet, physical activity and health**. Geneva: WHO, 2004. 19 p.

ZIND, T. A grainy picture. **Prepared Foods**, Bensenville, v. 176, n. 4, p. 17-20, 2007.

CAPÍTULO 2 - Artigo científico

O artigo a seguir foi submetido ao periódico *Journal of the Science of Food and Agriculture*, de classificação B1 segundo o Qualis Medicina II. As normas para a publicação neste periódico estão no Anexo D.

**Quality of granola prepared with dried caju-do-cerrado (*Anacardium
othonianum* Rizz) and baru almonds (*Dipteryx alata* Vog)**

Quality of Granola with Cerrado fruits

Priscila Laís C Souza^{a*}, Mara R Silva^b

^aNutritionist, Faculty of Nutrition, Federal University of Goiás (Faculdade de Nutrição, Universidade Federal de Goiás), Goiânia, GO, Brazil

^bProfessor, Dr., Laboratory of Nutrition and Food Analysis, Faculty of Nutrition, Federal University of Goiás (Laboratório de Nutrição e Análise de Alimentos, Faculdade de Nutrição, Universidade Federal de Goiás) Goiânia, GO, Brazil

* Correspondence to: Priscila Laís Coelho de Souza, Laboratório de Nutrição e Análise de Alimentos, Faculdade de Nutrição, UFG, Rua 227, Quadra 68, 74605-080, Goiânia, GO, Brasil. *E-mail*: priscilalaismoons@hotmail.com

ABSTRACT

BACKGROUND: The use of Brazilian Cerrado fruits and research into their nutritional potential are important for socioeconomic development and the sustainable preservation of the environment. The use of these fruits in products such as granola encourages the inclusion of healthier and more-natural foods in the diet. The aim of this study was to evaluate acceptability, microbiological, physical and nutritional characteristics and the stability of granola made from dried caju-do-cerrado and baru almonds.

RESULTS: Granola containing Cerrado fruits had high levels of protein content (117.40 g kg^{-1}), dietary fiber (115.27 g kg^{-1}) and iron (32.07 mg kg^{-1}) and had lower moisture (56.98 g kg^{-1}), water activity (0.31), sodium ($577.67 \text{ mg kg}^{-1}$), lipids (150.23 g kg^{-1}), total sugars (330.89 g kg^{-1}) and energy value ($3952.24 \text{ kcal kg}^{-1}$) than did the control. After storage for 100 days, the granola presented adequate microbiological conditions, with acceptability scores higher than 7 assigned by 85.54% to 95.24% of the judges and a crunchy texture.

CONCLUSION: The high nutritional potential of granola containing Cerrado fruits, coupled with its stability over 100 days of storage, may contribute to the appreciation and consumption of these fruits and meet the growing demand for healthier, more natural foods.

Keywords: Brazilian fruit; Granola; *Anacardium othonianum* Rizz; *Dipteryx alata* Vog; Cerrado; nutritional characteristics

INTRODUCTION

The Cerrado, the second largest ecosystem in Brazil, is home to the world's richest savanna flora, with several species producing edible fruits that stand out in terms of agricultural, economic and nutritional potential.¹ Among these species are the caju-do-cerrado and baru. The caju-do-cerrado (*Anacardium othonianum* Rizz), composed of a nut (true fruit) and a pseudo-fruit (fleshy peduncles), is a species of cashew apple whose pseudo-fruit is about 86% water and contains 369 mg kg⁻¹ of vitamin C and 43 g kg of fiber.^{2,3}

The baru (*Dipteryx alata* Vog) contains an almond (seed) in which proteins predominate (258.10 g kg⁻¹), with considerable essential amino acid content (403.20 g kg⁻¹ of protein). The almond is also high in lipids (419.70 g kg⁻¹), with an emphasis on unsaturated fatty acids, especially oleic acid (483.70 g kg⁻¹ of lipids), as well as fiber, vitamins and minerals.^{1,4-7} The almonds have a pleasant taste similar to that of peanuts and are roasted and eaten in sweets, cakes, sauces, breakfast cereals, cookies and liqueurs.⁸

The nutritional potential of the caju-do-cerrado and the baru almond would encourage a greater inclusion of these Cerrado fruits in the human diet. However, it is necessary to investigate these foods as components of health-promoting food preparations.⁹

Granola is a fiber-rich product that is made by mixing cereals (oats, soybeans, wheat bran, wheat germ, rice flakes and corn flakes), whole grains (peanuts, linseed and sesame), dried fruit (grapes, bananas and apples) and nuts, and may contain honey or sugar. The heterogeneity and the combination of these

foods makes it possible to include other ingredients, thus providing granola with large amounts of dietary fiber, energy, vitamins and minerals as well as a balance of soluble and insoluble fiber, proteins, carbohydrates and unsaturated fatty acids.^{10,11}

Native fruit species of Brazil are of potential interest in the agroindustry and given the nutritional characteristics, variety of uses and the possible contribution to conservation and the sustainable use of the caju-do-cerrado and baru, the objective of this study was to evaluate the microbiological quality, acceptability, physical and nutritional characteristics and stability of granola made with dried caju-do-cerrado and baru.^{1,3}

MATERIALS AND METHODS

Materials

Raw caju-do-cerrado was bought in the cities of Corumbá and Faina, Goiás, Brazil. These municipalities have a high extractivist cashew production and substantial sales of cashew nuts.

The roasted baru almonds were obtained in Goiânia, Goiás, Brazil and came from the municipality of Jussara, Goiás, Brazil. Agro-extractivist production of this fruit is assisted by agricultural associations in the region, which contribute to the planting, processing and marketing of baru and its products beyond the local level.

Processing of Dried Caju-do-cerrado

Dried caju-do-cerrado was obtained through the osmotic dehydration of the pseudo-fruits, which promoted the dissolution of solutes and the removal of water through the cellular membrane.^{12,13} For this purpose, a 40 °Brix osmotic solution of refined commercial sugar, distilled water and 0.1% sodium benzoate was prepared. The pH of this solution was adjusted to 3 by the addition of citric acid. The cashew apples were manually cut into cubes with a stainless steel knife and placed in an osmotic solution in the proportion of 2:1 (sample solution) at 50 °C for 4 hours in a water bath. After osmotic treatment, the solution was drained using a 30 mesh plastic sieve and the pseudo-fruits were dried in an air circulation oven at 65 °C for 6 hours.

Granola Preparation

The granola was made according to methodology described by the Ministry of Science and Technology,¹⁴ with modifications. The formulations were prepared with 5%, 10% and 15% dried caju-do-cerrado and 10% baru almonds, and the control was prepared with 10% black raisins, 5% cashew nuts and 5% Brazil nuts (Table 1). Oats made up 40% of the control granola, and their quantity varied in the Cerrado nut granolas depending on the concentrations of dried caju-do-cerrado. It was decided to vary the percentage of oats, the predominant ingredient in the granolas, to balance the final proportions of the formulations.

The oat flakes and corn flakes were toasted separately in an electric oven at 180 °C for 40 minutes with manual agitation every ten minutes. The Brazil nuts and

the sesame seeds were roasted for ten minutes at 180 °C with manual agitation every five minutes. After the roasting process, a syrup consisting of brown sugar, honey and water, with a concentration of 45 to 47 °Brix as adjusted by a manual refractometer, was prepared.

All of the ingredients other than the linseed, dried caju-do-cerrado and black raisins were mixed into the syrup while it was still hot. A homogeneous mixture (syrup and ingredients) was distributed in layers about 1 cm thick into aluminum pans and placed in a 180 °C electric oven, with manual agitation every ten minutes. The mixture was removed from the oven after 40 minutes when it was golden and formed lumps, indicators of crispness. Finally, the linseed and dried caju-do-cerrado or black raisins were added to the mixture while it was still hot.

After reaching room temperature (approximately 25 °C), the granolas were packed in 0.7 mm thick polyethylene bags, closed and placed in cardboard boxes.

Microbiological Analyses

The control and the test–formula granolas were analyzed for the presence of *Salmonella sp.*, *Bacillus cereus* count, coagulase-positive staphylococci and total coliforms at 45 °C.¹⁵ Yeasts and molds were also analyzed. Analyses were performed in triplicate using the procedures described in the Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods.¹⁶

Sensory Analyses

The granolas were evaluated for overall acceptability (flavor, aroma and texture) and appearance in a laboratory acceptability test. The microbiological quality of the granola was assessed before the acceptance test.

Seventy-three untrained judges of both sexes signed the free and informed consent form and took the test. A 9-point hedonic scale was used to evaluate the samples, with a score of 1 representing the attributes most disliked and a score of 9 for the most liked.¹⁷ Scores of approximately 6 were considered acceptable.

The study was submitted to the UFG Research Ethics Committee and approved under protocol number 109/2009.

Physical and Chemical Analyses

Proximate Composition and Total Energy

The Cerrado fruit granola that enjoyed the greatest acceptance among the testers and controls, the nuts and the dried caju-do-cerrado, underwent a proximate composition analysis performed in triplicate, with the exception of dietary fiber, which was performed in quadruplicate.

The moisture content of nuts and granolas was determined in a 105 °C oven. For dried fruits, which are considered sugary foods, the moisture was determined in a vacuum oven at 70 °C.¹⁸ The protein was analyzed by the semi-micro Kjeldahl method, using a factor of 6.25 for the conversion of nitrogen content into raw protein.¹⁹ Lipids were determined according to the method of Bligh and Dyer.²⁰ For ash analysis, the samples were incinerated in a 550 °C oven.¹⁹ The

dietary fiber in the granolas was estimated using the enzymatic-gravimetric method of Prosky *et al.*²¹ Total carbohydrates were calculated by subtracting the sum of the average percentage of moisture, protein, fat, ash and dietary fiber from 100.

The total energy of the granolas was calculated on the basis of the Atwater conversion factors of 4, 4 and 9 kcal g⁻¹ for protein, carbohydrate and lipids, respectively.²²

Reducing, Non-reducing and Total Sugars and Starch

For the determination of reducing sugars (glucose and fructose), granola samples were clarified, filtered, added to Fehling solutions A and B and titrated hot. To determine non-reducing sugars (sucrose), the filtrate was acidified, placed in a water bath and neutralized with subsequently titrated hot. Total sugars were estimated from the reducing and non-reducing sugars.¹⁹ To determine starch, the filtrate residue was acidified, autoclaved at 121 °C, neutralized and titrated hot.¹⁸

Minerals

The granolas were analyzed for calcium, iron, zinc, sodium, magnesium, potassium and phosphorus in triplicate. Except for phosphorus, the minerals were quantified by atomic absorption spectrophotometry (Perkin Elmer Analyst 200 spectrometer, USA). Specific instrumental parameters (lamp, wavelength, lamp current and slit width) were used for each nutrient. Phosphorus was analyzed using colorimetry.¹⁹

Water Activity

The water activity (A_w) of the granolas was analyzed in triplicate, using an Aqualab CX – 2 hygrometer (Decagon Devices Inc., Pullman, USA). The reading was made after balancing the samples at a temperature of 25 °C.

Texture

The texture of the granola was determined in sextuplicate, using 100 g samples. We used a Kramer HDP KS5 5-Blade Shear Cell coupled to a TAXTplus Texture Analyzer (Stable Microsystems, Surrey, UK) with a 50 kg load cell and a compression speed of 2 mm/s until reaching a deformation of 30% in relation to the initial height of the sample. The parameters associated with texture, force (applied to the sample to deform it as much as 30% from its initial height) and work (the energy expended for this deformation) were obtained from the highest peak of the force versus compression height curve. These parameters were divided by the amount of sample retained in the compression cell. Crispness was evaluated by considering the behavior of this curve, together with the moisture content and the water activity of the samples.^{23,24}

Evaluation of Stability

The Cerrado-fruit granola that was most acceptable to the judges and the control was evaluated for stability over a period of 100 days including the 60-day shelf life for commercial granola plus a 40-day safety margin. During the storage period, microbiological analyses, acceptance tests with 84 participants and

moisture, water activity and texture determinations were performed at 20-day intervals, for six analysis periods from time zero (0 days) to time 5 (100 days), in accordance with the procedures described above.

Statistical Analysis

The acceptability of the control granola and of the three Cerrado-fruit granolas was assessed by analysis of variance (ANOVA) and the Tukey test ($p \leq 0.05$) as well as by the frequency of the sensory attribute scores. To evaluate the stability of the granolas, Student's t-test ($p \leq 0.05$) was used, and the frequency of the sensory attribute scores was calculated at each sensory analysis point. Physical and chemical characteristics were also analyzed using Student's t-test ($p \leq 0.05$). The data for overall acceptance and appearance, moisture, water activity and texture were subjected to regression analysis. Statistical calculations were performed using the program STATISTICA Version 7.0 (StatSoft Inc., Tulsa, USA).²⁵

RESULTS AND DISCUSSION

Microbiological Quality

The control and test granolas met microbiological standards established by Resolution (DRC) No. 12.¹⁵, indicating that ingredient quality was adequate and that good hygiene and food handling practices were followed during the preparation of the formulation.

Acceptability

All of the granolas were accepted by consumers. These results were confirmed by the frequency of the scores assigned by the judges. From 78% to 96% of the judges gave the overall acceptance of the granolas a grade of 6 or higher. For appearance, the frequency of acceptability with scores above the cutoff point was 78 to 93%. Only the granola with 15% dried caju-do-cerrado had an average overall acceptance lower than that of the control. However, the appearance averages of the test granolas were lower than that of the control (Table 2). Intensification of fruit flavors due to dehydration might have enhanced the sensory characteristics of the granolas. Furthermore, the combination of Cerrado fruits with traditional granola ingredients may have contributed to the acceptance of the formulations with Cerrado fruits.

In line with the parameters obtained in the sensory analysis of the four granola preparations, the granola with 10% dried caju-do-cerrado was selected for physical and chemical analysis since the fruit concentration is similar to that of the control, and there was no significant difference in the acceptability of the granolas with 5% and 15% dried caju-do-cerrado.

Physical and Chemical Characteristics

Compared with the control, the granola containing 10% dried caju-do-cerrado and baru almond had higher protein and dietary fiber levels and lower moisture, water activity, minerals (except iron), lipids, sugars, sodium, sucrose and total energy content (Table 3).

The use of ingredients with low water content, the roasting of some ingredients and the use of dry heat in the preparation of the granolas contributed to the low moisture content and water activity. The moisture values corresponding to the total water contained in food were similar to those reported by Granada *et al.*,²⁶ who found moisture levels ranging from 52.3 to 82.7 g kg⁻¹ in seven commercial brands of granola. The levels of water activity related to the available water in the food were lower than 0.6, the maximum recommended for cereal-based foods to increase shelf life.²⁷

Baru almond influenced the protein and lipid content of Cerrado-fruit granola (CFG) due to the higher protein and lower fat content of these almonds (257.60 ± 1.65 and 403.05 ± 7.08 g kg⁻¹, respectively), compared with cashew nuts (229.29 ± 0.22 and 465.38 ± 5.88 g kg⁻¹) and Brazil nuts (164.52 ± 0.16 and 635.23 ± 17.03 g kg⁻¹) in the control granola (CG). Freitas and Naves⁷ reported higher protein content and reduced lipid content in baru almonds (262.2 and 410.4 g kg⁻¹, respectively), compared with cashew nuts (188.1 and 420.6 g kg⁻¹) and Brazil nuts (141.1 and 649.4 g kg⁻¹).

It is important to point out that the baru almond can contribute to the protein quality of foods. According to Freitas and Naves,⁷ proteins from these almonds satisfy most of the essential amino acid needs of schoolchildren and adults, except for the amino acid lysine and the sulfur amino acids methionine and cysteine. In their assessment of the amino acid content of baru almonds from different plants in southeastern Goiás state, Fernandes *et al.*⁶ reported amino acid contents that met

an average of 92% of the daily requirement. This is higher than the amino acid content of beans, a staple food in many countries, including Brazil.

Another nutritional characteristic that would recommend the use of baru almonds is their possible contribution to the concentration of mono and polyunsaturated fatty acids in CFG compared to CG because Brazil nuts have higher levels of saturated fatty acids.⁷ Unsaturated fatty acids improve the lipid profile by reducing the lipoproteins responsible for increasing serum cholesterol.²⁸

A lower lipid concentration, in addition to a higher fiber content, contributed to the lower energy value of CFG, compared with GC. However, the energy levels of these granolas were close to those found by Granada *et al*²⁶ in commercial brands (3733.2 to 4232.8 kcal kg⁻¹). The granolas under study may be considered high-fiber foods (above 60 g kg⁻¹)²⁹ because of the predominance of ingredients with high fiber content, such as oat flakes (7 to 12% fiber),³⁰ baru almond and Brazil nuts (14% and 5% fiber, respectively),⁷ in addition to the use of dehydrated fruits. The higher fiber content of CFG was enhanced by the addition of baru almond and dried cashew. The baru almond contains more fiber than do cashew nuts or Brazil nuts.^{7,32} According to Silva *et al*,³ raw caju-do-cerrado contains 42.6 ± 1.6 g kg⁻¹ of fiber and raw grapes contain less than 10.0 g kg⁻¹ of dietary fiber.³³

With regard to mineral content, the blend of cashew nuts, Brazil nuts and raisins may have been related to the higher amount of ash in CG because these ingredients contained higher levels of this component (24.26 ± 0.38 ; 33.44 ± 0.04 and 17.12 ± 0.05 g kg⁻¹, respectively) than the baru almonds or the dried caju-do-cerrado (28.62 ± 0.40 and 4.74 ± 0.31 g kg⁻¹).

The ash content of the CG was possibly influenced by the higher calcium content of the Brazil nut³⁴ and the higher amounts of sodium and zinc in the cashew nut³⁵, compared with the baru almond in the CFG.⁶ The different mineral contents of the nuts and dried fruit used in each of the granolas was probably also reflected in the higher levels of phosphorus, magnesium and potassium in the CG. Both granolas had considerable amounts of iron ($> 30 \text{ mg kg}^{-1}$). However, the bioavailability of the iron in these foods needs to be investigated because plant-derived iron is less well absorbed than iron from meat and viscera.³⁶

The importance of these minerals for the maintenance of health is worth noting. Calcium and iron can help to prevent nutritional deficiencies; zinc has antioxidant and regulatory functions; magnesium participates in the metabolism of nutrients and the mechanisms of neural conduction and muscle contraction; phosphorus has structural functions, composes the genetic code, acts in the metabolism of carbohydrates and contributes to the acid-base balance of the organism; and keeping low sodium levels in balance with higher levels of potassium in the body favors hydroelectrolytic control and control of blood pressure levels.

The levels of total sugars and sucrose were higher for the CG, but glucose and starch were similar among the granolas. The total sugar content of the granolas was higher than the amounts found by Granada *et al*²⁶ (108.9 to 314.8 g kg^{-1}) and the glucose values of the granolas were consistent with those found in the Granada *et al* study. These variations may have occurred due to the absence of specific Brazilian legislation defining the composition of granola.

Stability

The microbiological conditions of the CG and CFG were adequate¹⁵ during the 100 days of storage. This was a reflection of the quality of raw materials and the application of good hygienic practices during the preparation of the formulations, combined with their low moisture content (from 56.98 to 85.80 g kg⁻¹) and water activity (between 0.30 and 0.45) during storage.

The mean scores for overall acceptability and appearance of granola were higher than 6 (Table 4). These results were confirmed by the frequency of sensory analysis scores assigned by the judges at all analysis points during storage: 94.05 to 95.24% and 78.57 to 83.34% of the judges gave overall acceptance scores that were higher than 7 for both the CG and CFG, with a predominance of grades of 8 and 9 for the CG and 8 for the CFG. For appearance, grades higher than 7 were assigned by 90.48 to 92.86% and 65.48 to 73.82% of the judges for the respective granolas, with a predominance of grade 8 for the CG and grades 7 and 8 for the CFG.

There were also no significant linear or quadratic effects ($p > 0.05$) for overall acceptance and appearance during the product storage period. Thus, the judges found no significant sensory changes in the granolas during this period.

In the CG, there was a linear increasing trend in moisture ($p \leq 0.05$) with storage time ($R^2 = 69\%$). However, for the CFG, this relationship was more tenuous because the model explained 61% of the variation in moisture data.

For the CG and CFG, the moisture values increased over time with levels of 72.21 and 56.98 g kg⁻¹ at time zero and 85.80 and 75.55 g kg⁻¹ at time 5,

respectively. The polyethylene bags that were used may have contributed to these moisture changes during storage. Furthermore, the low initial moisture content of the products may have been related to moisture gain over time, although changes during storage were not very large. According to the Goiânia office of the National Meteorological Institute, environmental humidity during this period varied between 19% and 73%, with values below 57% predominating. This may have contributed to the small changes in moisture value.

During storage, water activity (A_w) varied from 0.39 to 0.44 in the CG and from 0.31 to 0.40 in the CFG. However, the model failed to explain these variations consistently ($29\% \leq R^2 \leq 37\%$).

Although small changes occurred in granola A_w , the behavior of A_w during storage was similar to that of moisture, which tended to increase. However, A_w levels were low even during the storage period, which indicates a limited amount of water susceptible to microbe development and the occurrence of degradation reactions, with a resulting positive effect on the maintenance of an acceptable microbiological and sensory profile.

As far as texture during storage was concerned, there was little variation in mean force per gram of sample applied to granola for a 30% deformation, although this behavior was not explained by linear or quadratic effects. The values for work per gram of sample remained stable in most of the periods, with only a slight variation from 20 to 60 days of storage. There were no significant linear or quadratic effects ($p > 0.05$).

Regarding the force and work parameters, the changes in granola moisture and Aw content did not cause much change in sample texture (Figure 1). This is because the changes in moisture content and Aw were not sufficient to trigger softening of the ingredients, especially of the starches, thus avoiding a decrease in stiffness during storage of the granolas.²³

The performance of moisture and Aw over time is closely related to the susceptibility of the sample to loss of crispness.^{37,38} The granolas had many deformation peaks in the force per gram of sample vs. compression height curve over the whole storage period (Figure 1). This result may indicate a noticeable sensation of crispness when the granolas begin to be chewed, even after the 60-day shelf life of commercial granola. Thus, the small changes in moisture during storage and Aw probably contributed to the maintenance of granola crispness at desirable levels.

Texture is a prominent attribute among the acceptability parameters for crispy-type food because it is associated with freshness and product quality. The loss of crispness, characterized by softening, causes immediate rejection by the consumer, even when that consumer likes the other attributes.^{39,40} It is likely that the maintenance of the crunchy texture during the 100 days of storage positively affected the acceptance of these products during this period.

CONCLUSIONS

Given its considerable protein, fiber and iron content, the granola made with 10% dried caju-do-cerrado and 10% baru almond has high nutritional potential. It is also characterized by lower moisture, water activity, sodium, fat, and total sugar levels than the control.

During the storage period, the concentration of moisture and water activity of cerrado-fruit granola remained low, with little variation over 100 days of storage. This had a positive effect on microbiological quality, maintenance of a crisp texture and acceptability.

These characteristics may contribute to the inclusion of Cerrado-fruit granola in the marketplace as consumer interest in more-natural foods and healthier food increases. This may also contribute to the rational use and sustainable preservation of the Brazilian Cerrado.

ACKNOWLEDGEMENTS

Our thanks to the Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) for the first author's master's scholarship, to Dr. Katiuchia Pereira Takeuchi and Dr. Maria Raquel Hidalgo Campos, to the Laboratório Nacional Agropecuário in Goiás, to Metais de Goiás S.A. and to the Food Research Center of the Federal University of Goiás Veterinary School.

REFERENCES

1. Roesler R, Malta LG, Carrasco LC, Holanda RB, Sousa CAS and Pastore GM, Atividade antioxidante de frutas do cerrado. *Ciênc Tecnol Alim* **27**:53-60 (2007).
2. Silva MR, Silva MS and Oliveira JS, Estabilidade de ácido ascórbico em pseudofrutos de caju-do-cerrado refrigerados e congelados. *Pesq Agropec Trop* **34**:9-14 (2004).
3. Silva MR, Lacerda DBCL, Santos GG and Martins DMO, Caracterização química de frutos nativos do cerrado. *Ciênc Rural* **38**:1790-1793 (2008).
4. Correa GC, Naves RV, Rocha MR, Chaves LJ and Borges JD, Determinações físicas em frutos e sementes de baru (*Dipteryx alata* Vog.), cajuzinho (*Anacardium othonianum* Rizz.) e pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.), visando melhoramento genético. *Biosci J* **24**:42-47 (2008).
5. Togashi M and Sgarbieri VC, Avaliação nutricional da proteína e do óleo de sementes de baru (*Dipteryx alata* Vog.). *Ciênc Tecnol Aliment* **15**:66-69 (1995).
6. Fernandes DC, Freitas JB, Czedler LP and Naves MMV, Nutritional composition and protein value of the baru (*Dipteryx alata* Vog.) almond from the Brazilian Savanna. *J Sci Food Agric* **90**:1650-1655 (2010).
7. Freitas JB and Naves MMV, Composição química de nozes e sementes comestíveis e sua relação com a nutrição e saúde. *Rev Nutr* **23**:269-279 (2010).

8. Takemoto E, Okada IA, Garbelotti ML, Tavares M and Aued-Pimentel S, Composição química da semente e do óleo de baru (*Dipteryx alata* Vog.) nativo do município de Pirenópolis, Estado de Goiás. *Rev Inst Adolfo Lutz* **60**:113-117 (2001).
9. Partelli FL, Takeuchi KP, Naves RV and Chaves LJ, Frutas do Cerrado: alternativa sustentável. *A Lavoura* **1**:12-15 (2010).
10. Amaya-Farfan JA, Marcílio R and Spehar CR, Deveria o Brasil investir em novos grãos para a sua alimentação? A proposta do amaranto (*Amaranthus* sp.). *Segur Aliment Nutr* **12**:47-56 (2005).
11. Waterhouse DS, Farr J, Wibisono R and Saleh Z, Fruit-based functional foods I: production of food-grade apple fibre ingredients. *Int J Food Sci Technol* **43**:2113-2122 (2008).
12. Rastogi NK, Raghavarao KSMS, Niranjan K, Knorr D, Recent developments in osmotic dehydration: methods to enhance mass transfer. *Trends Food Sci Technol* **13**:48-59 (2002).
13. Martins MCP, Cunha TL and Silva MR, Efeito das condições da desidratação osmótica na qualidade de passas de caju-do-cerrado. *Ciênc Tecnol Aliment* **28**:S158-S165 (2008).
14. Ministério da Ciência e Tecnologia (Brasil). *Resposta técnica*: alimentos (granola, mix de cereais). Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais, Belo Horizonte (2004). Available: <http://www.sbrt.ibict.br> [21 april 2009].
15. Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001*. Regulamento técnico sobre os padrões

- microbiológicos para alimentos. [Online]. Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Brasília, DF (2001). Available: <http://www.anvisa.gov.br> [15 April 2009].
16. Downes FP and Ito K, *Compendium of methods for the microbiological examination of foods*. 4^aed. Washington: American Public Health Association; 2001.
 17. Stone H and Sidel J L, *Sensory evaluation practices*. Academic Press, Boca Raton: 1985. p. 227-252.
 18. Instituto Adolfo Lutz. *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*. 4^aed. Brasília: Ministério da Saúde; 2005. (Série A. Normas e Manuais Técnicos).
 19. AOAC, *Official methods of analysis* (15th edn). Association of Official Analytical Chemists, Arlington (1998).
 20. Bligh EG and Dyer WJ, A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can J Biochem Physiol* **37**: 911-917 (1959).
 21. Prosky L, Asp NG, Schweizer TF, Devries JW and Furda I, Determination of insoluble, soluble, and total dietary fiber in foods and food products: interlaboratory study. *J Assoc Off Anal Chem* **71**:1017-1023 (1988).
 22. Merril AL and Watt BK, *Energy value of foods: bases and derivation*. United States Department of Agriculture, Washington, DC (1973).
 23. Takeuchi KP, Sabadini E and Cunha RL, Análise das propriedades mecânicas de cereais matinais com diferentes fontes de amido durante o processo de absorção de leite. *Ciênc Tecnol Aliment* **25**:78-85 (2005).

24. Ruodaut G, Dacremont C, VallèsPàmies B, Colas B, Le Meste M, Crispness: a critical review on sensory and material science approaches. *Trends Food Sci Technol* **13**:217-227 (2002).
25. StatSoft Inc. *STATISTICA (data analysis software system)*. Version 7.0. Tulsa, USA: StatSoft Inc; 2004.
26. Granada G, Rosa V, Zambiasi R and Koetz P, Caracterização de granolas comerciais. *Ciênc Tecnol Aliment* **23**:87-91 (2003).
27. Slade L and Levine H, Beyond water activity: recent advances based on an alternative approach to the assessment of food quality and safety. *CRC Crit Rev Food Sci Nutr* **30**:115-360 (1991).
28. Jenkins DJ, Kendall CW, Marchie A, Parker TL, Connely PW, Qian W, et al, Dose response of almonds on coronary heart disease risk factors: blood lipids, oxidized low-density lipoproteins, lipoprotein(a), homocysteine, and pulmonary nitric oxide. A randomized, controlled crossover Trial. *Circulation* **106**:1327-1328 (2002).
29. Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Portaria nº 27, de 13 de janeiro de 1998*. Regulamento Técnico referente à Informação Nutricional Complementar. [Online]. Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Brasília, DF (1998). Available: <http://www.anvisa.gov.br> [15 September 2010].
30. Gutkoski LC and Trombeta C, Avaliação dos teores de fibra alimentar e de beta-glicanas em cultivares de aveia (*Avena sativa* L). *Ciênc Tecnol Aliment* **19**:387-390 (1999).

31. Soares LL, Pacheco JT, Brito CM, Troina AA, Boaventura GT and Gusmán-Silva MA, Avaliação dos efeitos da semente de linhaça quando utilizada como fonte de proteína nas fases de crescimento e manutenção em ratos. *Rev Nutr* **22**:483-491 (2009).
32. Freitas JB, *Qualidade nutricional e valor protéico da amêndoa de baru em relação ao amendoim, castanha-de-caju e castanha-do-Pará* [Dissertação]. Goiânia - GO: Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos; 2009.
33. Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação, *Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TACO*. Universidade Estadual de Campinas (Brasil), Campinas, SP (2006).
34. Welna M, Klimpel M and Zyrnicki W, Investigation of major and trace elements and their distributions between lipid and non-lipid fractions in Brazil nuts by inductively coupled plasma atomic optical spectrometry. *Food Chem* **111**:1012-1015 (2008).
35. Fagbemi TN, The influence of processing techniques on the energy, ash properties and elemental composition of cashew nut (*Anacardium occidentale* Linn). *Nutr Food Sci* **38**:136-145 (2008).
36. Oliveira MAA, Osorio MM, Raposo MCF, Socioeconomic and dietary risk factors for anemia in children aged 6 to 59months. *J Pediatr (Rio J)* **83**:39-46 (2007).
37. Leistner L, Basic aspects of food preservation by hurdle technology. *Int J Food Microbiol* **55**:181-186 (2000).

38. Leite JTC, Murr FEX and Park KJ, Transições de fases em alimentos: influência no processamento e na armazenagem. *Rev Bras Prod Agro* **7**:83-96 (2005).
39. Hough G, Buera MDP, Chirife J and Moro O, Sensory texture of commercial biscuits as a function of water activity. *J Texture Stud* **32**:57-74, (2001).
40. Szczesniak AS and Khan EL, Consumer awareness of and attitudes to food texture. I: adults. *J Texture Stud* **2**:280-295 (1971).

LIST OF TABLES AND FIGURES

Table 1. Ingredients and proportions used in the control granola and the 5%, 10% and 15% dried caju-do-cerrado and 10% baru almond granolas.

Ingredients (g kg ⁻¹)	Granola Formulations			
	Control	Granola 5%*	Granola 10%*	Granola 15%*
Oat flakes	400	450	400	350
Wheat germ	80	80	80	80
Corn flakes	80	80	80	80
Roasted cashews	50	-	-	-
Brazil nuts	50	-	-	-
Roasted baru almond	-	100	100	100
Dried caju-do-cerrado	-	50	100	150
Black raisins	100	-	-	-
Sesame	25	25	25	25
Linseed (seed)	25	25	25	25
Brown sugar	80	80	80	80
Honey	50	50	50	50
Corn oil	60	60	60	60

* Percentage of dried caju-do-cerrado by granola type.

Table 2. Mean scores for overall acceptance, appearance and frequency of acceptance for scores higher than 6 given to the control and 5%, 10% and 15% dried caju-do-cerrado and 10% baru almond granolas.

Granolas	Overall acceptance score	Acceptance % (scores > 6)	Appearance scores	Acceptance% (scores > 6)
Control	7.50 ^a	95.83	7.70 ^a	93.05
With 5% dried caju-do-cerrado	7.10 ^{a,b}	87.50	7.08 ^b	80.56
With 10% dried caju-do-cerrado	7.00 ^{a,b}	83.33	6.86 ^b	84.73
With 15% dried caju-do-cerrado	6.51 ^b	77.77	6.82 ^b	77.78

The same letters in the same column indicate statistical similarity by the Tukey Test ($p \leq 0.05$).

Table 3. Physical and chemical composition and Total Energy Value (VET) of the control and cerrado-fruit (10% dried caju-do-cerrado and baru almond) granolas.

Physical and chemical composition (g kg ⁻¹)	Control Granola	Cerrado-fruit Granola
Moisture	72.21 ± 0.73 ^a	56.98 ± 3.86 ^b
Proteins	105.82 ± 1.89 ^b	117.40 ± 1.46 ^a
Lipids	173.22 ± 1.99 ^a	150.23 ± 2.36 ^b
Ash	19.07 ± 0.13 ^a	16.60 ± 0.07 ^b
Dietary fiber	87.02 ± 12.85 ^b	115.27 ± 3.12 ^a
Total carbohydrates	539.31 ± 15.40 ^a	532.64 ± 5.61 ^a
VET (kcal kg ⁻¹)	4139.45 ± 45.41 ^a	3952.24 ± 45.88 ^b
Glucose	124.74 ± 4.07 ^a	129.95 ± 0.36 ^a
Sucrose	206.52 ± 0.72 ^a	190.89 ± 4.66 ^b
Total sugars	342.13 ± 3.81 ^a	330.89 ± 5.26 ^b
Starch	384.25 ± 27.47 ^a	424.71 ± 5.56 ^a
Calcium (mg kg ⁻¹)	409.66 ± 5.51 ^a	368.33 ± 2.31 ^b
Iron (mg kg ⁻¹)	35.13 ± 1.98 ^a	32.07 ± 0.57 ^a
Zinc (mg kg ⁻¹)	29.03 ± 0.49 ^a	26.67 ± 0.11 ^b
Sodium (mg kg ⁻¹)	674.33 ± 27.30 ^a	577.67 ± 2,89 ^b
Phosphorus (mg kg ⁻¹)	3076.67 ± 11.55 ^a	2670.00 ± 34.64 ^b
Magnesium (mg kg ⁻¹)	1093.33 ± 23.09 ^a	868.33 ± 37.82 ^b
Potassium (mg kg ⁻¹)	3940.00 ± 101.49 ^a	3270.00 ± 117.90 ^b
Water activity	0.41 ± 0.01 ^a	0.31 ± 0.01 ^b

The same letters on the same line indicate statistical similarity by Student's t-test ($p \leq 0.05$).

Table 4. Mean scores of overall acceptance, appearance and frequency of acceptance for scores higher than 6 given to the control granola and the cerrado-fruit granola (10% dried caju-do-cerrado with baru almond).

Sensory analysis	Overall acceptance				Appearance			
	CG		CFG		CG		CFG	
	OAS	% A (E > 6)	OAS	% A (E > 6)	AS	% A (E > 6)	AS	% A (E > 6)
T0 (day 0)	8.10 ^a	97.58	7.11 ^b	90.37	7.83 ^a	97.59	7.05 ^b	85.54
T1 (day 20)	7.98 ^a	97.62	7.30 ^b	95.24	7.96 ^a	97.62	6.96 ^b	88.10
T2 (day 40)	7.92 ^a	98.81	7.42 ^b	95.24	7.87 ^a	100.00	7.06 ^b	86.91
T3 (day 60)	7.94 ^a	98.81	7.33 ^b	94.05	8.15 ^a	100.00	6.93 ^b	86.91
T4 (day 80)	7.96 ^a	100.00	7.33 ^b	92.86	8.06 ^a	97.62	7.20 ^b	86.91
T5 (day 100)	8.01 ^a	98.81	7.27 ^b	92.86	7.99 ^a	98.81	7.18 ^b	88.10

CG: Control granola; CFG: Cerrado-fruit granola; OAS: Overall acceptance score; AS: Appearance scores % A (S > 6): % of acceptance with scores above 6.

Different letters in the same score line indicate a significant difference by Student's t-test ($p \leq 0.05$).

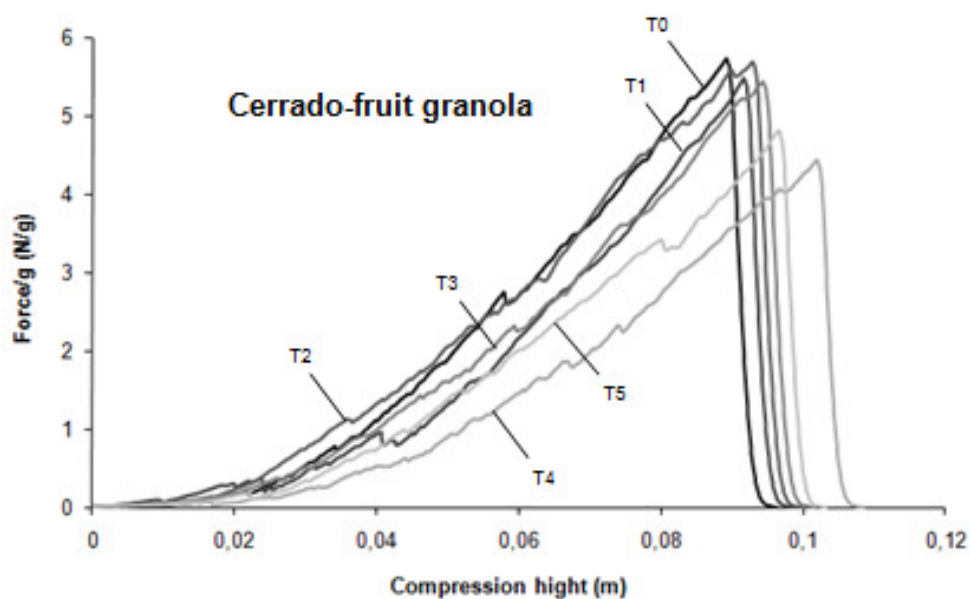
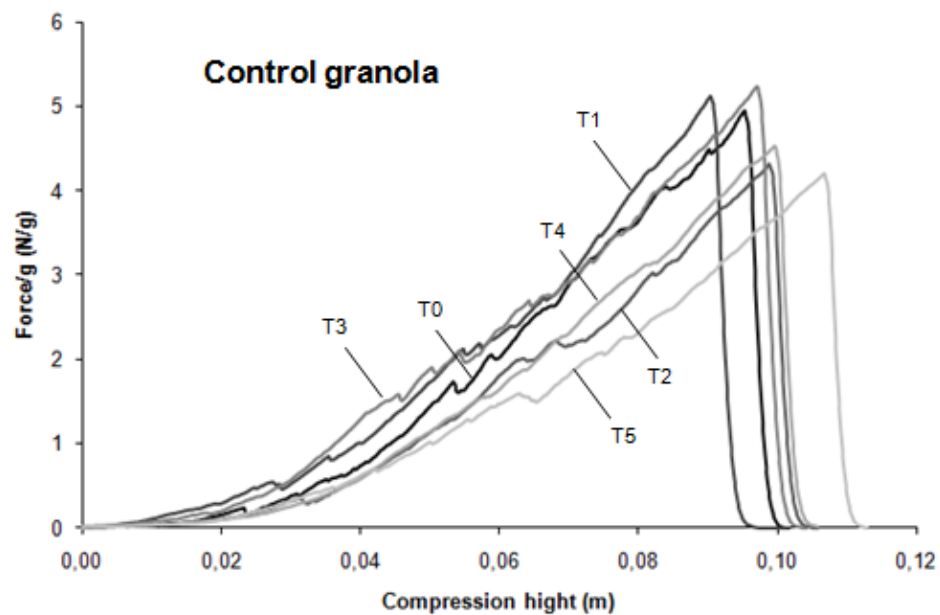


Figure 1. Force/gram application curves of sample and consequent deformation of the control and cerrado-fruit granolas for different compression heights over 100 days of storage.

Legend: Storage times - T0: 0 days; T1: 20 days; T2: 40 days; T3: 60 days; T4: 80 days; T5: 100 days.

CAPÍTULO 3 – Considerações finais

A utilização de passas de caju-do-cerrado e amêndoa de baru para a elaboração de granola possibilitou a obtenção de um produto com características nutricionais consideráveis, que poderá contribuir para o uso racional da biodiversidade do Cerrado brasileiro.

A combinação destes frutos do Cerrado com a mistura de cereais e grãos integrais da granola agregou propriedades nutritivas ao produto final. Isto pode ser confirmado pelos elevados teores de proteínas, fibras e ferro, além dos menores teores de sódio, lipídeos, açúcares totais e valor energético da granola com 10% de passas de caju-do-cerrado e 10% amêndoa de baru, comparada à granola controle com uvas passas pretas, castanha-de-caju e castanha-do-Brasil.

A obtenção de matérias primas de qualidade, emprego de boas práticas de fabricação e de métodos de conservação contribuíram com a manutenção da qualidade microbiológica dos produtos elaborados. As características higiênico-sanitárias favoráveis, aliadas ao desenvolvimento de produto com qualidade sensorial similar ao convencional, permitiram uma estabilidade superior a três meses de armazenamento.

Os resultados obtidos com o estudo da qualidade da granola com cajus passas e amêndoa de baru indicam a elaboração promissora de um produto com valor agregado, que pode contribuir para o uso sustentável de frutos do Cerrado, como estratégia de valorização do consumo de alimentos nativos, fonte de nutrientes e com potencial funcional. Além disso, o beneficiamento de frutos do Cerrado para a produção de granola se configura como alternativa de geração de renda e de novas oportunidades de trabalho e incentivo à preservação do Cerrado brasileiro.

O presente estudo pode contribuir para a ampliação do acervo da literatura especializada em aproveitamento alimentar de frutos do Cerrado, ainda bastante escassa. Neste sentido, sugere-se mais pesquisas sobre o aproveitamento de outros frutos do Cerrado em alimentos convencionais ou novos alimentos. Esta iniciativa poderá auxiliar a valorização destes frutos e o desenvolvimento social, econômico e sustentável de regiões predominantes deste ecossistema.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Pedúnculos de caju-do-cerrado após desidratação osmótica e secagem em estufa de circulação de ar.



Figura A1. Pedúnculos de caju-do-cerrado enxutos após desidratação osmótica.



Figura A2. Caju-passa obtido após secagem dos pedúnculos em estufa de circulação de ar.

APÊNDICE B – Granola com passas de caju-do-cerrado e amêndoa de baru



APÊNDICE C - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS FACULDADE DE NUTRIÇÃO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está convidado (a) a participar, como voluntário (a), em uma pesquisa. Após ser esclarecido (a) sobre as informações a seguir, se você aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento, que está em duas vias: uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. Em caso de recusa, você não será penalizado(a) de forma alguma. Não haverá nenhum tipo de pagamento ou gratificação financeira pela sua participação. Em caso de dúvida você pode procurar o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Goiás pelo telefone 3521-1215 ou 3521-1076.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

Título do Projeto: Qualidade da Granola Elaborada com Passas de Caju-do-Cerrado e Amêndoa de Baru

Pesquisadora Responsável: Priscila Laís Coelho de Souza (nutricionista)

Orientador (a): Prof^a Dr^a Mara Reis Silva

Telefones para contato (inclusive ligações a cobrar): 32290832 / 96472680 (pesquisadora); 3209-6270 / 81419080 (orientadora)

A pesquisa tem por objetivo avaliar a qualidade nutricional e aceitação da granola com passas de caju-do-cerrado e amêndoa de baru.

Será realizado teste de aceitação com a participação de pessoas adultas (acima de 19 anos) de ambos os sexos, que tenham interesse e disponibilidade para participar da análise. Não poderão participar da pesquisa gestantes, fumantes, analfabetos, idosos (a partir de 60 anos), diabéticos, celíacos e pessoas com doenças que interferem na digestão de alimentos, visão, sensação de sabor e odor.

A aceitação global (sabor, odor e textura) será avaliada em cabines individuais com luz vermelha. Serão servidas cerca de 10 g de cada tipo de granola, servidas à temperatura ambiente, em copos descartáveis codificados com três números. Também será avaliada a aparência das granolas, colocada em pratos de fundo branco, à luz

natural. Cada provador avaliará o quanto gosta das granolas usando uma escala que varia de 1 (desgostei muitíssimo) a 9 (gostei muitíssimo).

A degustação da granola não oferece risco para os participantes da pesquisa. Além disso, os provadores não são obrigados a engolir as amostras de granola. Para maior segurança dos participantes, a granola será avaliada quanto à qualidade higiênica antes do teste de aceitação. A participação dos provadores no teste de aceitação pode incentivar a adoção de hábitos alimentares mais saudáveis, pois estimula o consumo de alimentos com frutos do Cerrado e ricos em fibras.

Os resultados das avaliações serão sigilosos e os participantes terão o direito de recusar ou abandonar a pesquisa a qualquer momento sem prejuízo ou ônus. O tempo de participação na pesquisa de cada indivíduo será de cerca 10 minutos.

Se forem comprovados problemas de saúde dos provadores por causa da degustação da granola, a pesquisadora Priscila Laís Coelho de Souza se responsabilizará pelo ressarcimento de qualquer prejuízo.

Pesquisadoras:

Priscila Laís Coelho de Souza _____

Mara Reis Silva _____

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO NA PESQUISA

Eu, _____, RG/CPF _____, abaixo assinado, concordo em participar do *estudo Qualidade da Granola Elaborada com Passas de Caju-do-Cerrado e Amêndoa de Baru* como sujeito. Fui devidamente informado(a) e esclarecido(a) pela pesquisadora Priscila Laís Coelho de Souza sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade.

Local e data: _____

Nome e Assinatura: _____

APÊNDICE D - Ficha da análise sensorial para avaliação global

Nome: _____ Data: ____/____/____

Por favor, prove as amostras de granola, da esquerda para a direita, e avalie o quanto você gostou de cada uma utilizando a escala abaixo. Lave a boca com água antes de provar as amostras e entre uma amostra e outra.

9. Gostei muitíssimo
8. Gostei muito
7. Gostei moderadamente
6. Gostei levemente
5. Indiferente
4. Desgostei levemente
3. Desgostei moderadamente
2. Desgostei muito
1. Desgostei muitíssimo

Amostra nº.	Nota
_____	_____

Comentários:

ANEXOS

ANEXO A – Cajus-do-cerrado (*Anacardium othonianum* Rizz): pseudofruto (pedúnculo carnososo) e castanha (fruto verdadeiro)



Fonte: <http://www.deliciasdocerrado.com/>

ANEXO B – Baru (*Dipteryx alata* Vog.), com sua polpa amarelada e amêndoa



Fonte: <http://www.centraldocerrado.org.br/>

ANEXO C – Protocolo de aprovação do Projeto de Pesquisa pelo CEP/ UFG



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-
GRADUAÇÃO



COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Goiânia, 06/07/2009

PARECER CONSUBSTANCIADO REFERENTE AO PROJETO DE PESQUISA, PROTOCOLADO NESTE COMITÊ SOB O Nº: 109/09

I – Identificação

- Título do projeto:
Qualidade Química-Nutricional e Aceitabilidade da Granola Elaborada com Passas de Caju-do-Cerrado e Amêndoas de Baru
- Pesquisador Responsável:
Priscila Lais Coelho de Souza
- Orientador (quando necessário):
Profª Drª Mara Reis Silva
- Instituição onde será realizado o estudo:
Faculdade de Nutrição, Universidade Federal de Goiás
- Data de apresentação ao CEP/UFG: 19/06/2009
- Área Temática: Ciências da Saúde – Nutrição (4.05)

II – Estrutura do Protocolo (verificação dos documentos solicitados)

O protocolo apresenta todos os documentos exigidos pela Resolução CNS 196/96.

III – Projeto de pesquisa

O estudo pretende avaliar as características físicas, químicas e microbiológicas, bem como a aceitabilidade de granola elaborada com passas de caju-do-cerrado e amêndoas de baru. A diversidade de uso de frutos do Cerrado como o baru e o caju-do-cerrado na alimentação humana auxilia a inserção destes frutos como ingredientes de vários produtos. A granola elaborada com frutos do Cerrado em substituição à uva passa e às castanhas pode valorizar as espécies nativas e contribuir para agregar valor ao produto. As características físicas, químicas e microbiológicas, bem como a aceitabilidade da granola elaborada com passas de caju-do-cerrado e amêndoas de baru serão avaliadas. As formulações de granola serão elaboradas com proporções crescentes (5%, 10% e 15%) de passas de caju-do-cerrado, e a amêndoa de baru substituirá as castanhas de caju e do pará. As granolas elaboradas serão avaliadas quanto à presença de *Bacillus cereus*, *Staphylococcus coagulase positiva*, *Salmonella*

sp e coliformes totais e fecais antes do teste de aceitação. A granola com melhor desempenho no teste de aceitação será submetida às análises físicas, químicas, determinação do valor energético total e da vida útil. Os resultados serão analisados por meio de análise de variância (ANOVA), teste de média de Tukey e análise de regressão com 5% de probabilidade. Assim, a duração total da pesquisa será de 24 meses e a coleta de dados será realizada em 14 meses, incluindo a obtenção do caju-do-cerrado em campo. A pesquisa será realizada nas dependências da Faculdade de Nutrição da Universidade Federal de Goiás (FANUT/UFG), nos Laboratórios de Técnica Dietética, de Controle Higiênico Sanitário de Alimentos, de Análise Sensorial e de Nutrição e Análise de Alimentos, todos eles contando com instalações físicas e equipamentos necessários para o desenvolvimento do projeto. A metodologia descrita no projeto está fundamentada cientificamente, através de técnicas já consagradas para a elaboração do produto proposto e atende aos objetivos estabelecidos. A pesquisadora declara que os resultados da pesquisa, favoráveis ou não, serão divulgados em eventos e periódicos científicos da área de Nutrição e Alimentos. Os dados coletados serão utilizados com propósito específico de pesquisa, sendo garantida a privacidade dos participantes. O teste de aceitação global (sabor, aroma, textura) e aparência das granolas com amêndoa de baru e diferentes concentrações de passas de caju-do-cerrado serão avaliadas com auxílio de escala hedônica estruturada segundo Stone & Siedel (1985). Serão recrutados, por meio de convite oral e divulgação em cartazes fixados em murais, aproximadamente 40 consumidores potenciais, dentre servidores e alunos adultos de ambos os sexos, da FANUT e FEN/UFG, conforme interesse e disponibilidade em participar da pesquisa. A autorização por escrito para participação na pesquisa será obtida pela assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) pelos provedores, antes do teste de aceitação informando sobre direito de anulação do consentimento a qualquer momento da pesquisa sem qualquer ônus, prejuízo ou penalização do participante. Serão excluídos do teste de aceitação analfabetos, gestantes, fumantes, idosos (acima de 60 anos), celíacos e portadores de patologias que interferem na absorção intestinal e na sensibilidade gustativa, olfativa, ou apresentarem defeito visual. A degustação da granola não implica em qualquer risco, pois não é um teste invasivo e, os provedores não são obrigados a ingerir a amostra. Para maior segurança dos participantes, a granola será avaliada quanto à qualidade higiênico-sanitária antes do teste de aceitação. Com relação aos benefícios da participação dos provedores na pesquisa, o estímulo ao consumo de produto elaborado com frutos do cerrado e alto teor de fibras pode propiciar a incorporação de hábitos alimentares mais saudáveis. O cronograma elaborado atende aos prazos previstos, considerando o trâmite do projeto no CEP/UFG. Os *curriculum vitae* do pesquisador responsável e do orientador comprovam experiência na área de ciências dos alimentos. O projeto se encontra bem fundamentado pela referências bibliográficas apresentadas.

IV – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

O TCLE foi elaborado com uma linguagem objetiva e acessível facilitando sua compreensão pelos participantes do teste de aceitação do produto (granola) a ser avaliado. Apresenta os objetivos da pesquisa, os critérios de inclusão e exclusão dos participantes, os benefícios e todos os aspectos frente aos procedimentos a serem utilizados na pesquisa, como técnica do teste de aceitação, a ausência de riscos, a garantia de sigilo e privacidade e a liberdade de recusa dos sujeitos em participar independente da fase da pesquisa, conforme solicitado na Resolução CNS 196/96, item IV;

V- Parecer do CEP

- Protocolo Aprovado.

Obs.: Observar datas de entrega dos relatórios parciais e final.

Substituir a análise microbiológica de *Staphylococcus aureus* por *Staphylococcus coagulase positiva*.

VI – Data da reunião: 06/07/2009

Assinatura do(a) relator(a):

Assinatura do(a) Coordenador(a) CEP/UFG:


Rita Gerli Amaral
Coordenadora do CEP/UFG

ANEXO D – Normas para publicação no periódico

Journal of the Science of Food and Agriculture

GENERAL

Journal of the Science of Food and Agriculture publishes original research, Reviews, Mini-reviews, Perspectives and Spotlights, with particular emphasis on interdisciplinary studies at the agriculture/food interface. The Journal covers fundamental and applied research in many areas including:

- Food - Health and Nutrition: Human and animal nutrition. Enhancing health and wellness with novel and functional foods, nutraceuticals (but not pharmaceuticals) or food supplementation. Evaluation, including chemical tests, animal models and *in vitro*, *in vivo* testing systems.
- Food Science and Technology: Development, production and processing of human food, animal food, and beverages. Measurement of food and ingredient characteristics and functionalities. Papers reporting simply antioxidant activity and those reporting the composition of foods that are not widely eaten outside a small geographical area will not generally be considered for publication.
- Food Safety: Microbiological food safety, including on-farm safety management, epidemiology of food-borne illness, novel process and packaging, and detection of food-borne pathogens. Food toxicology and safety evaluation of genetically modified organisms. Application of risk assessment and risk management techniques.
- Biotechnology: Applications of biotechnology to plants, animals and microorganisms as they relate to agriculture, food production and processing, and fermentation technology.
- Molecular Biology: Applications of genetic modification and molecular biology, bioinformatics and 'omics' technology to plants, animals and microorganisms as they relate to agriculture, food production and processing, and fermentation technology.
- Biochemistry: Novel insights into the chemistry and biochemistry of foods, feeds, ingredients and components, including macro-, micro- and non-nutrients, and also enzymes and other processing aids and functional ingredients. Research that addresses current issues within the agri-food area, for example functional foods in relation to health claims and safety.
- Materials and Processing: Food raw materials and quality. Food structure and physical properties. Physical description of processing and product properties of raw materials. Food process engineering.
- Sensory and Consumer Sciences: Perception and evaluation of characteristics of foods and beverages including flavor, appearance and texture. Consumer behavior issues, including acceptability, preference and other factors related to cultural cues and product image.

- Agriculture - Production: Plant and animal husbandry including precision agriculture and aquaculture and mariculture. Impact of scientific and technological developments on yields and quality.
- Agriculture - Utilization: Plants, plant products, animals, animal products, fish and marine products as human food or animal feed. Industrial applications for plants, plant products, animal products and marine products.
- Agriculture - Environment: The interaction of agriculture and environment, including safety and sustainability of agricultural practices; protection of natural resources (quality of air, water and soil); mitigation of environmental effects through improved farming methods; assessment of organic farming and alternative production systems; management of nutrients, pathogens or other potential contaminants; impacts and mitigation of climate change.
- Biomass and Bioenergy: Biomass production and utilization, feedstocks, biodegradation methodologies, potential products.

Many studies are likely to overlap several subject areas. Manuscripts will be allocated to the editor whose primary interests are appropriate to the main subject of the paper.

Concise contributions on experimental or theoretical investigations of the science of food and agriculture are invited for publication.

FRONT MATTER

Front-end content articles are commissioned, but the Journal also warmly welcomes ideas. Please contact the Journals Manager with your proposal; once a proposal is accepted or commissioned, detailed format guidelines will be provided. In general, the Journal prefers lively pieces of interest to a wider audience. All articles are subject to peer review.

Spotlight

A Spotlight is a brief, lightly referenced article about an outstanding area, newsworthy advance or event in the field. Spotlights may report on the contemporary significance of new or established experimental methodologies and discoveries. These articles should be written in a lively and accessible style, be accompanied by a one-sentence abstract, a provocative image and caption and generally should not exceed 6 double-spaced manuscript pages (including tables and figures).

Perspective

A Perspective is a lightly referenced scholarly opinion piece about current or future directions in a field. A Perspective can serve to assess the science directly concerned with a particular topic or report on relevant issues that may arise from the discipline (for example, policy, effects on society, regulatory issues and controversies). Perspectives that address interdisciplinary research areas or experimental results with significance to a broader audience are of particular interest to the Editors. The Perspective should be accompanied by an abstract and generally range from 6 to 12 double-spaced manuscript pages (including tables and figures).

Mini-review

A Mini-review is a sharply focused summary and assessment of the relevant literature concerning any topic covered within the Aims and Scope of the Journal. These reviews are particularly effective when discussing cutting-edge advancements in the discipline. Mini-reviews should be accompanied by an abstract, are generally no longer than 14 double-spaced manuscript pages (including tables and figures) and are selectively referenced.

Review

A full-length critical Review provides a summary and discussion of the relevant literature about any topic covered within the Aims and Scope of the Journal. Reviews should be accompanied by an abstract and generally be about the same length or slightly longer than a primary research paper.

In Focus

The *In Focus* section presents a collection of articles (full papers and/or other article types) by different research groups on a theme of interest to the Journal's readership. These themes will be linked to the Journal's Aims and Scope, as well as to novel subjects or techniques. *In Focus* themes and articles are generally solicited by the Journal's Editors or by a guest editor with particular expertise, but ideas are also welcome.

SUBMISSION OF PAPERS

JSFA operates an online submission system. Details of how to submit online and full author instructions can be found at: <http://mc.manuscriptcentral.com/jsfa-wiley>. Referees may ask to see hard copies of electronic figures for clarification; these must be available immediately on request.

For enquiries regarding submissions, please contact the Editorial Office at jsfa@wiley.com

All papers must be in English. Non-English speaking authors who do not have a good command of English are advised to seek assistance from someone who has.

Authors for whom English is a second language may choose to have their manuscript professionally edited before submission to improve the English language. A list of independent suppliers of editing services can be found at http://www.blackwellpublishing.com/bauthor/english_language.asp. Japanese authors can also find a list of local English improvement services at <http://www.wiley.co.jp/journals/editcontribute.html>. All services are paid for and arranged by the author, and use of one of these services does not guarantee acceptance or preference for publication.

Inadequately or incorrectly prepared typescripts may be rejected. Authors will receive an immediate acknowledgement of receipt of their paper followed, normally within four months, by a decision.

When preparing a manuscript, authors should refer to a recent (2004 onwards) issue of the Journal and follow the detailed instructions given below. The corresponding author must obtain the consent of all the co-authors to the submission of the paper.

Papers will only be accepted on the understanding that their contents have neither been published, nor are being offered for publication, elsewhere.

In order to expedite the manuscript review process, authors can indicate the subject area they believe to be most appropriate to the topic of their manuscript (from the subject headings listed above, which are described in more detail in the Aims and Scope).

Note to NIH Grantees: Pursuant to NIH mandate, Wiley-Blackwell will post the accepted version of contributions authored by NIH grant-holders to PubMed Central upon acceptance. This accepted version will be made publicly available 12 months after publication. For further information, see www.wiley.com/go/nihmandate.

MANUSCRIPT PREPARATION

Length

Papers should not normally exceed 6000 words, including relevant data. Any manuscript submitted that, in the opinion of the Editor, is too long will be returned to the corresponding author for redrafting within a suggested maximum wordage.

Typescript

Type papers in double spacing on A4 or 8½" × 11" paper with 30 mm wide left and right margins. Underlining to indicate italicized type should be restricted to genera and species names, chemical descriptors (e.g. *cis*, *trans*, etc.) and journal and book titles. Do not underline any headings. Footnotes should be kept to a minimum and indicated by * or †. Abbreviations of chemical and other names should be defined when first mentioned in the body of the paper, unless commonly used and internationally known and accepted. Each page should be numbered individually.

Please note: This journal does not accept Microsoft Word 2007 documents at this time. Please use Word's "Save As" option to save your document as a .doc file type. If you try to upload a Word 2007 document in Manuscript Central you will be prompted to save .docx files as .doc files.

Units and nomenclature

Units: Use SI units in accord with the recommendations of the International Organisation for Standardisation (ISO). (See Appendix I, below.) Use the form g kg⁻¹, etc. (not %) to specify content/composition/concentration. Use % only to express proportional change. Note that the form g 100g⁻¹, etc. is not correct. Avoid the use of g per 100g, for example in food/feed composition, by using g kg⁻¹. Fertiliser rates should be presented in terms of the element applied. Further information on the ISO recommendations can be obtained from the following publication issued by the British Standards Institution, London: *Specification for SI units and recommendations for the use of their multiples and of certain other units*, BS 5555 : 1993 ISO 1000 : 1992.

Symbols: Write all symbols, formulae and equations with great care. Unusual symbols (including Greek lettering) should be defined in words in the left margin at the first mention.

Scientific names: Give the scientific names (with authority) for plants, animals, microorganisms, with generic names in full at the first mention, e.g. *Myzus persicae* (Sulzer). Thereafter abbreviate them in the text, e.g. *M. persicae*. Give them in full

(without authority) in the headings of sections and tables, in figure captions and in keywords. Where appropriate, cultivars should be specified.

Enzyme nomenclature: Identify each enzyme together with its EC number, if available, at the first mention, following the recommendations of the latest edition of *Enzyme Nomenclature*.

Chemical nomenclature: Use the current systematic IUPAC nomenclature throughout.

Statistical analyses

Particular care should be taken to ensure that the appropriate statistical analyses have been carried out. The methods used should be described concisely, yet with enough information to explain how the chosen methods have been applied to the data. The form of all experimental errors and their statistical significance must be given clearly. The statistical analyses should be used in the discussion to justify inferences made against the background of normal biological variation. Further information on recommended statistical procedures can be found in [Appendix II](#) below, or printed in *J Sci Food Agric* 87 No 1 (2007); additional copies are available online.

Layout

The main body of the paper should be divided into unnumbered sections and each given an appropriate heading. Main headings should be capitalised and centred over the text. Choice of headings will depend on the content, but the following is recommended for research papers:

Title This should be concise and specific and should explain the nature of the work. State in a footnote if the paper was given, in whole or in part, at a scientific meeting.

Running title A running title of up to 80 characters should also be provided.

Authors' names Each must have the customary forename in full and initials for any further forenames (e.g. Arthur B Smith). Give the full address(es) where the work was done. If an author was on secondment or visiting from another address, or has since moved to a new address, this should be given in a footnote. Provide an e-mail address for the corresponding author.

Abstract For original research articles, we now require a compound abstract. This must contain fewer than 200 words in a three-part format with three uppercase headed sections. BACKGROUND: provides a rationale for the study (understandable to a broad audience) and states the main aim(s). RESULTS: describes the main findings, including important numerical values. CONCLUSION: provides the main conclusions, including why the results are significant and advance the field.

For other article types the abstract is not structured in three parts but must be informative yet concise, give essential information such as the purpose of the paper, and be intelligible without reference to the paper itself. It should not normally exceed 150-200 words (abstracts for Perspectives should be briefer, and for Spotlights, should not exceed 1-2 sentences). Authors should remember that the abstract is often the only portion of a paper read (as in abstracting journals) and the use of unusual acronyms or abbreviations should be avoided.

Keywords List (4-6 words) all the main topics incorporated in the paper, including any already given in the title.

Introduction Include a clear description of the aims of the investigation (without summarising the work itself) and a brief statement of previous relevant work with references.

Experimental State clearly, in sufficient detail to permit the work to be repeated, the methods and materials used. Only new techniques and modifications to known methods need to be described in detail but known methods must have adequate references. Include the name, postal town and country of the supplier or manufacturer of any chemical or apparatus not in common use. Give the statistical design (including replication) of each experiment where appropriate (see also Statistical analyses, above).

Results Present these concisely, using tables or illustrations for clarity; do not list the results again in the text. State clearly the form of the experimental error and the statistical significance of the results (see also Statistical analyses, above). Do not overstate the precision of the measurements. Histograms or bar charts, unless prepared carefully, are inferior to tables. Only in exceptional circumstances will both tables and illustrations based on them be accepted. The Experimental and Results sections may be combined when appropriate.

Discussion The Results should be followed by a concise section to discuss and interpret them. Do not just repeat the results. A combined Results and Discussion section sometimes simplifies the presentation.

Conclusions Do not merely repeat content of preceding sections. The Discussion and Conclusions sections may be merged.

Acknowledgements Keep these to the absolute minimum. Avoid thanks for permission to publish.

References It is most important that references should be checked carefully and be in the Vancouver style. Refer to unpublished work only in the text (Smith AB, unpublished), (Brown CD, pers. comm.). References to the literature should be indicated by numerical superscripts ¹ numbered in order of appearance ^{2,3} and following any punctuation. ⁴⁻⁶ References should be listed in numerical order at the end of the paper, giving all the authors, with forename initials after the respective surnames. Ensure that all references in the list are cited in the text and vice versa. Give the date and full title of the paper in the language in which it appeared or an accurate English translation. Abbreviate all journal titles as in *Chemical Abstracts* or *Biological Abstracts* and the annual *BIOSIS List of Serials*, without using full stops after abbreviation. If the journal is not included, give its title in full. Volume numbers should be bold. Note the following style and order for journals:

1. Syers JK, Mackay AD, Brown MW and Currie LD, Chemical and physical characteristics of phosphate rock materials of varying reactivity. *J Sci Food Agric* 37: 1057-1064 (1986).

Articles published online but not yet assigned to an issue may be cited using the Digital Object Identifier (DOI) :

2. Goodman BA and Newton AC, Effects of drought stress and its sudden relief on free radical processes in barley. *J Sci Food Agric* DOI: 10.1002/jsfa.1938 (2004)

Quote books as follows:

3. Doyle J, *Altered Harvest . Agriculture , Genetics and the Fate of the World's Food Supply* . Viking Penguin Inc., New York, pp. 136-158 (1985).

4. Thomas T, Barnes A and Hole CC, Modification of plant part relationships in vegetable crops, in *Chemical Manipulation of Growth and Development*, ed. by McLaren JS. Butterworths, London, pp. 297-311 (1982).

Online citations to online-only journals and books should include the author, title, website and date of access:

5. Wright NA, *The Standing of UK Histopathology Research 1997 – 2002*. <http://pathsoc.org.uk> [7 October 2004].

All other online citations should be cited only in the text, with the author's name and the website address: (Brown CD (<http://biotech.ac.uk>)).

When quoting patents, give the name of the applicant, the year of publication, the title, the country and patent or application number thus:

6. Hagner MB and Wendt KL, Method of sorting seeds. UK Patent 1470133 (1977).

Tables Supply each table on a separate sheet. The table number (given as an arabic numeral) should be given at the top, followed by a concise title. Give essential details as footnotes. Keep the number of columns to a minimum. Column headings should be brief, with the units of measurement clearly stated in parentheses. Where one unit applies to all the data in the body of the table include it in the title. The data should be easy to follow without horizontal lines between entries. A zero is often incorrect; use 'not detected' (ND) where appropriate, amplifying this, and trace (tr), where possible in a footnote, e.g. ' $\leq 10 \mu\text{g kg}^{-1}$ '. For 'not significant' (NS) state the limiting level. Cite all tables in the text, in numerical order at first mention.

Illustrations Number all illustrations consecutively, in order of appearance in the text, using arabic numerals. Keep lettering on illustrations to a minimum and include essential details in the legend. Photomicrographs must have a scale bar. On graphs, include labels and units on axes. Present logarithmic scales with arithmetic numbering 0.1, 1, 10, 100 rather than -1, 0, 1, 2. Avoid unnecessarily long axes that lead to large blank spaces on graphs.

Save each figure as a separate file and include the source file (i.e. a file in the program in which the image was originally created). The figures should be of high resolution (300 dpi minimum for photos, 800 dpi minimum for graphs, drawings, etc., at the size the figure will be printed). Numbers and symbols incorporated in the figure must be large enough to be legible after reduction in figure size. We cannot publish scans or photocopied figures or accept PowerPoint, Excel, Encapsulated PostScript (EPS), LaTeX, Roshal Archive (RAR) or Portable Document Format (PDF) files. Suitable file types include Joint Photographic Experts Group (JPEG), Tagged Image File Format (TIFF) and Microsoft Word (doc) files. You must have appropriate permission to reproduce previously published figures.

Each figure must be accompanied by a legend. A legend should consist of a concise title, followed by a brief technical description which should contain enough information to make the figure understandable without reference to the text. It should not contain methods. Symbols indicated in the figure must be identified in the legend.

Electrophoresis patterns These are complex. Photographs, which often lack clarity, should not be included except to make a particular point. Where the reporting of gel electrophoresis, SDS gels, immuno-electrophoresis, isoelectric focusing, etc. is essential, adhere to the following principles:

- a single zone requires only description in the text
- preferably claim homogeneity using a scan diagram
- preferably use a single gel to compare several tracks
- when scan diagrams are used, accurate alignment is essential

Where photographs or scan diagrams must be used:

- number all zones and identify those common to more than one track
- give a molecular weight scale for SDS gels
- give experimental details and track identification in the legend

Please note: The journal does accept colour figures and photographs, but there is a charge to authors to cover the additional production costs involved in printing colour. Under exceptional circumstances, authors may request that these charges be waived. This must be provided in writing, at the time of submission, and authors must justify to the Editor that inclusion of the figure(s) in colour is essential for interpretation of the results presented.

Chemical structures Prepare these on a separate sheet as described for illustrations and number the individual formulae with roman numerals (I , II). All bonds, charges and free radicals should be accurately positioned. Indicate aromatic and unsaturated heterocyclic systems using double bonds. Preferably use general structures, distinguishing related compounds by substituents R¹ , R² etc.

Supporting information JSFA accepts submission of supporting information. This may include extensive tables, graphs, spectra, calculations, and other material beyond that which is essential to the printed paper. This will be included in the online edition of the Journal but will not be part of the printed article. Supporting information should be denoted as such when submitting via Manuscript Central. It should be uploaded as a separate file at the time the manuscript is submitted for peer review.

PERMISSION GRANTS

If the manuscript contains extracts, including illustrations from other copyright works (including material from online or intranet sources), it is the author's responsibility to obtain written permission from the owners of the publishing rights to reproduce such extracts using the Wiley Permission Request Form. Permission grants should be submitted with the manuscript.

BIOETHICS

Author submitting a manuscript containing *in vivo* animal work should submit details of all relevant Ethics Committee approval and authorization (e.g. institute and/or government) and all reference numbers. Details will be printed as a footnote to the paper.

PROOFS

Proofs will be e-mailed as a PDF file to the corresponding author, whose e-mail address must be supplied on the manuscript. Proofs must be corrected and returned to the publishers within 48 hours of receipt; failure to do this will result in a delay in publication. Authors' corrections must be restricted to printers' and/or factual errors.

OFFPRINTS

There are no page charges. Free access to the final PDF of the article will be available via Author Services only. Reprints can be purchased at current printing prices.

COPYRIGHT

Upon acceptance of a paper by the Journal, the author(s) will be asked to sign a transfer of copyright of the paper to SCl. The transfer will ensure the widest possible dissemination of information. Where an article is prepared jointly, the corresponding author must obtain either the signature(s) of the co-author(s) to this Agreement or their written behalf.

INSTRUCTIONS TO AUTHORS FOR *SHORT COMMUNICATIONS*

The aim of publishing a Short Communication article is to provide the readers with useful and novel results or information that do not warrant publication as a full research paper. These should be submitted to the online submission system at <http://mc.manuscriptcentral.com/jsfa-wiley>, where authors should specify the article to be a Short Communication in the 'Manuscript Type' section. Authors should include a note to the Editor detailing why the paper is of interest to the readership, and why the short format is preferred.

The maximum total manuscript length is 8 pages of A4, double spaced, font size not less than 11 pt. This must include all tables, diagrams and references.

The manuscript should contain a compound abstract; a brief introduction; details of experimental procedures in sufficient detail to allow replication of the experiment; results, either tabular or graphical (any diagrams must not be less than the width of a single column); conclusions; references.

Short Communication articles will be subjected to peer review.

APPENDIX I: QUANTITIES, UNITS AND SYMBOLS

Recommended SI units and symbols

<i>SI base units</i>	<i>Name</i>	<i>Symbol</i>
Length	metre	m
Mass	kilogram	kg
Time	second	s
Electric current	ampere	A
Thermodynamic temperature	kelvin	K
Amount of substance	mole	mol
Luminous intensity	candela	cd

Multiples

To form decimal multiples of SI units the following prefixes may be used, but for mass the prefix is added to the gram (g) and not the kilogram (kg).

<i>Multiple</i>	<i>Prefix</i>	<i>Symbol</i>	<i>Multiple</i>	<i>Prefix</i>	<i>Symbol</i>
10^3	kilo	k	10^{-6}	micro	μ
10	deca	da	10^{-9}	nano	n
10^{-1}	deci	d	10^{-12}	pico	p
10^{-2}	centi	c	10^{-15}	femto	f
10^{-3}	milli	m			

Derived units

<i>Physical quantity</i>	<i>Name</i>	<i>Symbol</i>	<i>Definition</i>	
Energy	joule	J	$\text{kg m}^2 \text{s}^{-2}$	= Nm
Force	newton	N	kg m s^{-2}	= J m ⁻¹
Pressure	pascal	Pa	kg m^{-1}	

Fonte: [http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/\(ISSN\)10970010/homepage/ForAuthors.html](http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/(ISSN)10970010/homepage/ForAuthors.html)