

**Desenvolvimento de barra de cereal de baru, acrescido de cascas de frutas secas e  
avaliação da estabilidade oxidativa por infravermelho próximo (NIR)**

**RELATÓRIO FINAL**

**PIBIC/2010-2011**

Nathalia da Silva Rodrigues Mendes<sup>1</sup>, Clarissa Damiani<sup>1</sup>, Moacir Evandro Lage<sup>2</sup>, Cristiane Rodrigues  
Gomes Ruffi<sup>3</sup>, Adriane Alexandre Machado de Melo<sup>1</sup>, Fernanda Salamoni Becker<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia – GO.

<sup>2</sup>Escola de Veterinária, Universidade Federal de Goiás - <sup>3</sup>Instituto de Tecnologia de Alimentos,  
Campinas – SP, <sup>4</sup>Universidade Federal de Lavras, Lavras - MG

[e-mail: nathaliasrm@gmail.com](mailto:nathaliasrm@gmail.com), [damianiclarissa@hotmail.com](mailto:damianiclarissa@hotmail.com), [moacir@cpa.vet.ufg.br](mailto:moacir@cpa.vet.ufg.br), [cris@ital.sp.gov.br](mailto:cris@ital.sp.gov.br),  
[dri0706@hotmail.com](mailto:dri0706@hotmail.com), [fsb.fernanda@hotmail.com](mailto:fsb.fernanda@hotmail.com)

PALAVRAS-CHAVE: aproveitamento de resíduos, cerrado, oxidação.

## 1. INTRODUÇÃO

A mudança do estilo de vida e dos hábitos alimentares dos indivíduos afeta a ingestão e as necessidades de nutrientes, por isso é importante que haja uma alimentação saudável e equilibrada, para atender as necessidades básicas do organismo. Neste contexto, a popularidade da barra de cereal está entre os mais sofisticados produtos consumidos, através de apelos como “ingredientes naturais” e “saúde” (GRDEN et al, 2008).

O processamento das barras ocorrem em duas fases, a saber, a “fase sólida”, obtida da compactação de grãos (cereais e fabaceas), nozes (castanhas e amêndoas) e frutas secas, em uma variedade de combinações, e a “fase contínua”, adicionada de substâncias ligantes, tais como mel, melado de cana, açúcar mascavo, sacarose, xarope de glicose, açúcar invertido, lecitina de soja, glicerina, pectina cítrica, óleos, gordura vegetal e outros (DE PAIVA, 2008).

Além da atenção dos consumidores por produtos mais saudáveis, nos últimos anos, especial atenção vem sendo dada no sentido de minimizar ou reaproveitar resíduos sólidos, gerados nos diferentes processos industriais, evitando perda de substâncias remanescentes, perda financeira e poluição ambiental. Por outro lado, uma das grandes preocupações atuais na indústria alimentícia é a gestão adequada dos resíduos gerados nos processos industriais, ou mesmo a minimização da quantidade destes resíduos.

Por isso, vários pesquisadores brasileiros vêm estudando o aproveitamento de resíduos, como as cascas de frutas, gerados pelas agroindústrias para a produção de alimentos ou ingredientes. Outra área que, também, desperta interesse dos pesquisadores é o desenvolvimento de novos produtos com a utilização de frutos do cerrado goiano. Entre os diversos frutos, encontra-se o baru, na qual as amêndoas cruas ou torradas são bastante apreciadas pela população regional.

As barras de cereais com inserção de cascas de frutas e amêndoa de baru podem fornecer importante suplementação de calorias e elementos nutritivos como lipídeos, fibras, proteínas, minerais e vitaminas. Entretanto, possuem considerável conteúdo de lipídeos e grande quantidade de ácidos graxos poli-insaturados, devido à formulação, tornando-os susceptíveis à deterioração oxidativa, que reduz sua estabilidade durante o armazenamento. A rancidez oxidativa das gorduras pode resultar no desenvolvimento de produtos tóxicos, mudanças de coloração, de textura e perda de valor nutricional, devido à destruição de vitaminas e ácidos graxos essenciais. A oxidação é catalisada por uma série de fatores tais como oxigênio, luz, calor, metais, pigmentos, condições alcalinas e grau de insaturação das gorduras, por isso a necessidade de estudo com o intuito de reduzir esses efeitos (FREITAS, MORETTI, 2006).

A oxidação lipídica é, também, relacionada a prováveis malefícios à saúde, já que o malonaldeído e os óxidos de colesterol, principais produtos da oxidação lipídica, podem ser responsáveis por doenças cardíacas, derrames cerebrais, aterosclerose, diabetes, anemia hemolítica, inflamações e câncer (SOUZA, 2006).

A remoção do oxigênio, a inativação de enzimas, a proteção contra luz e íons metálicos são medidas importantes para evitar ou minimizar a oxidação lipídica, mas nem sempre são aplicáveis. A prática mais comum para aumentar a estabilidade dos lipídios é a adição de antioxidantes (DECKER, XU, 1999), os quais podem ser inseridos na barra de cereais por meio das cascas das frutas.

Os métodos de determinação de modificações estruturais em produtos são demorados e exigem certo grau de preparo das amostras. Como a indústria necessita de respostas rápidas, há a necessidade de estudos com técnicas que exijam menor manipulação, preparo e tempo de análises reduzido e que apresentem bom grau de precisão. Neste sentido, a técnica de espectroscopia de infravermelho próximo (NIR) apresenta-se como uma alternativa promissora (CEN, HE, 2007).

## 2. OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho foi desenvolver barra de cereal de baru, acrescido de cascas de frutas secas e avaliar a estabilidade oxidativa deste produto em quatro embalagens distintas, todas PET/Polietileno com gramatura 100g/m<sup>2</sup>, a saber, na laminada sem vácuo (LSV), transparente sem vácuo (TSV), transparente com vácuo (TV) e laminada com vácuo (LV), por um período de armazenamento de 120 dias. E colher espectros para acompanhar as modificações oxidativas durante a estocagem e assim ao fim do experimento montar um banco de dados para avaliar a capacidade do NIR em determinar estas modificações.

## 3. METODOLOGIA

### 3.1. Processamento da barra de cereal

O desenvolvimento das barras de cereais foi realizado no Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), Campinas/SP. As barras tiveram formulação (Tabela 1) de base composta por ingredientes secos (cascas de maçã e mamão secas em estufa a 80°C, durante 6 horas; amêndoa de baru torrada, flocos de arroz e aveia) e aglutinantes (lecitina de soja, xarope de glicose, gordura vegetal, sal, água, açúcar e goma acácia). Os ingredientes secos e os aglutinantes foram homogeneizados, separadamente, e estes últimos levados ao tacho misturador até o ponto de calda, quando foram adicionados os ingredientes secos. A massa foi disposta em mesa laminadora e, após resfriamento, foram modeladas as barras, cortando a massa em pedaços uniformes de 30 g, com auxílio de liras e embaladas. As barras de cereais foram submetidas aos seguintes tratamentos: laminada sem vácuo (LSV), transparente sem vácuo (TSV), transparente com vácuo (TV) e laminada com vácuo (LV), foram etiquetadas e armazenadas à temperatura ambiente em lugar seco e arejado.

**Tabela 1:** Ingredientes utilizados na formulação da barra de cereal de baru, acrescido de cascas de frutas secas, com seus respectivos percentuais.

Ingredientes	Quantidade (%)
Amêndoa de Baru Torrada	20,00
Cascas de Frutas Secas de Maçã e Mamão	14,00
Flocos de Arroz	9,00
Aveia	7,30
Sal	0,20
Açúcar	2,50
Lecitina de soja	1,00
Xarope de Glicose	31,00
Gordura vegetal	3,00
Água	7,00
Goma Acácia	5,00

### **3.2. Análises químicas**

As análises químicas foram realizadas no Laboratório de Físico-Química, do Setor de Engenharia de Alimentos, da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos; no Laboratório de Química e Bioquímica de Alimentos (Faculdade de Farmácia) e no Centro de Pesquisa em Alimentos - CPA (Escola de Veterinária), localizados na Universidade Federal de Goiás - UFG.

A vida de prateleira foi monitorada, através de análises de TBA e perfil de ácidos graxos, as quais foram realizadas mensalmente, perfazendo um total de cinco tempos distintos ( $t_0$ ,  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$ ,  $t_4$ ), com exceção da composição centesimal, a qual foi realizada somente no início do experimento ( $t_0$ ) e no final ( $t_4$ ).

A oxidação lipídica foi determinada pelo teste de TBA, segundo Tarladgis et al. (1960) e perfil de ácidos graxos, segundo Joseph, Ackman (1992), ambas realizadas em triplicata. A composição centesimal também foi determinada, em triplicata, a saber, a umidade em estufa a 105°C até peso constante; nitrogênio total, segundo o método de Kjeldahl, com conversão em proteína bruta, utilizando-se o fator 6,25; cinzas por incineração em mufla a 550°C (AOAC, 1997); lipídios pelo método de Bligh, Dyer (1959); carboidratos determinados por diferença, conforme sugerido pela FAO (2003) e o valor energético total determinado segundo BRASIL (2003).

Para a obtenção dos espectros da barra de cereal as amostras foram trituradas e realizou-se as leituras mensalmente em um espectrofotômetro de infravermelho próximo (NIR) da Perstorp Analytical Company, modelo 6500 equipado com detector de reflectância, na faixa de 1.100 a 2500nm em intervalos de 2nm. Cada espectro obtido foi armazenado no banco de espectros para posteriormente serem submetidos aos tratamentos estatísticos.

### **3.3. Análise Estatística**

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), com posterior aplicação do teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ), empregando-se o pacote estatístico SISVAR 5.3, segundo Ferreira (2000).

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1. Composição Centesimal**

Os resultados de composição centesimal, em base úmida, e valor energético total de barra de cereal com baru, acrescido de cascas de frutas secas, estão apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2:** Média  $\pm$  desvio padrão (coeficiente de variação) dos teores da composição centesimal, em base úmida, de barras de cereais de baru, acrescida de cascas de frutas secas no início e fim do experimento (120 dias).

Parâmetro	Tratamento <sup>1</sup>	Tempo <sup>2</sup>	
		0 dias	180 dias
Umidade (g.100g <sup>-1</sup> )	LSV	11,85 <sup>Aa</sup> $\pm$ 0,11(0,95)	11,76 <sup>Aa</sup> $\pm$ 0,24(2,01)
	TSV	11,85 <sup>Aa</sup> $\pm$ 0,11(0,95)	11,98 <sup>Aa</sup> $\pm$ 0,95(7,91)
	TV	11,85 <sup>Aa</sup> $\pm$ 0,11(0,95)	12,21 <sup>Aa</sup> $\pm$ 0,53(4,30)
	LV	11,85 <sup>Aa</sup> $\pm$ 0,11(0,95)	12,17 <sup>Aa</sup> $\pm$ 0,70(5,74)
Cinzas (g.100g <sup>-1</sup> )	LSV	2,09 <sup>Aa</sup> $\pm$ 0,01(0,28)	1,94 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,11(5,63)
	TSV	2,09 <sup>Aa</sup> $\pm$ 0,01(0,28)	1,89 <sup>Ab</sup> $\pm$ 0,12(6,52)
	TV	2,09 <sup>Aa</sup> $\pm$ 0,01(0,28)	1,76 <sup>Ab</sup> $\pm$ 0,26(14,54)
	LV	2,09 <sup>Aa</sup> $\pm$ 0,01(0,28)	1,90 <sup>Ab</sup> $\pm$ 0,13(6,64)
Proteínas (g.100g <sup>-1</sup> )	LSV	9,91 <sup>Aa</sup> $\pm$ 0,15(1,47)	9,50 <sup>Aa</sup> $\pm$ 0,21(2,16)
	TSV	9,91 <sup>Aa</sup> $\pm$ 0,15(1,47)	9,62 <sup>Aa</sup> $\pm$ 0,62(3,46)
	TV	9,91 <sup>Aa</sup> $\pm$ 0,15(1,47)	10,08 <sup>Aa</sup> $\pm$ 0,82(8,10)
	LV	9,91 <sup>Aa</sup> $\pm$ 0,15(1,47)	9,91 <sup>Aa</sup> $\pm$ 0,92(9,32)
Lipídeos (g.100g <sup>-1</sup> )	LSV	14,55 <sup>Aa</sup> $\pm$ 0,25(1,74)	13,11 <sup>Ab</sup> $\pm$ 0,41(3,13)
	TSV	14,55 <sup>Aa</sup> $\pm$ 0,25(1,74)	12,46 <sup>Ab</sup> $\pm$ 0,69(5,53)
	TV	14,55 <sup>Aa</sup> $\pm$ 0,25(1,74)	13,47 <sup>Ab</sup> $\pm$ 0,19(1,38)
	LV	14,55 <sup>Aa</sup> $\pm$ 0,25(1,74)	13,10 <sup>Ab</sup> $\pm$ 0,40(3,05)
Carboidratos (g.100g <sup>-1</sup> )	LSV	61,61 <sup>A</sup> $\pm$ 0,46(0,75)	63,69 <sup>Ab</sup> $\pm$ 0,90(1,41)
	TSV	61,61 <sup>Aa</sup> $\pm$ 0,46(0,75)	64,05 <sup>Ab</sup> $\pm$ 1,28(2,00)
	TV	61,61 <sup>Aa</sup> $\pm$ 0,46(0,75)	62,48 <sup>Ab</sup> $\pm$ 1,01(1,62)
	LV	61,61 <sup>Aa</sup> $\pm$ 0,46(0,75)	62,92 <sup>Ab</sup> $\pm$ 0,41(0,65)
Valor energético (Kcal.100g <sup>-1</sup> )	LSV	416,99 <sup>Aa</sup> $\pm$ 1,08(0,26)	410,73 <sup>Ab</sup> $\pm$ 1,02(0,25)
	TSV	416,99 <sup>Aa</sup> $\pm$ 1,08(0,26)	406,83 <sup>Ab</sup> $\pm$ 1,54(0,38)
	TV	416,99 <sup>Aa</sup> $\pm$ 1,08(0,26)	411,45 <sup>Ab</sup> $\pm$ 2,72(0,66)
	LV	416,99 <sup>Aa</sup> $\pm$ 1,08(0,26)	409,23 <sup>Ab</sup> $\pm$ 4,18(1,02)

<sup>1</sup> LSV = laminada sem vácuo; TSV = transparente sem vácuo; TV = transparente com vácuo; LV = laminada com vácuo.

<sup>2</sup> Os valores correspondem às médias  $\pm$ desvio padrão (coeficiente de variação) de três repetições. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Conforme observado na Tabela 2, as barras de cereais, acondicionadas em embalagens PET/Polietileno com gramatura 100g/m<sup>2</sup>, quer seja na laminada sem vácuo (LSV), transparente sem vácuo (TSV), transparente com vácuo (TV) e laminada com vácuo (LV) não apresentaram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) ao avaliar os tratamentos isoladamente, bem como para o desdobramento dos tratamentos dentro de cada tempo. Contudo, ao avaliar o tempo de estocagem isoladamente nas barras de cereais armazenadas em diferentes embalagens, houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) para as variáveis lipídios, cinzas, carboidratos totais e valor energético total. Observou-se um decréscimo nos teores de cinzas,

lipídios e valor energético total e aumento nos teores de carboidratos totais nas análises realizadas no tempo zero e após 120 dias de armazenamento.

Freitas, Moretti (2005), ao estudarem a estabilidade de barras de cereais de elevado teor protéico e vitamínico, constataram que o processo de manufatura das barras de cereais, pode ocasionar as diferenças relatadas acima, uma vez que este produto apresenta uma estrutura heterogênea, isto é, variabilidade de amostra para amostra, lote para lote ou em decorrência das propriedades de barreira das embalagens avaliadas.

Os teores de umidade obtidos para as barras de cereais com baru, acrescido de cascas de frutas secas submetidas aos quatro tratamentos teve média de  $11,99 \text{ g.100g}^{-1}$  cujo valor concerne com os valores obtidos por Lima et al (2010), os quais encontraram valores de umidade variando de 9 à  $13 \text{ g.100g}^{-1}$  para barras de cereais formuladas com polpa e amêndoa de baru.

Freitas, Moretti (2005), em estudo sobre estabilidade de barras de cereais de elevado teor protéico e vitamínico utilizou como embalagens três filmes (PET/PEBD; PETmet/PEBD e PET/PEBD/AL/PEBD) com diferentes propriedades de barreira e estas foram armazenadas em condições de temperatura e umidade relativa ambiente por um período de 180 dias. Os autores observaram que a umidade das barras de cereais tendeu a um aumento, o que acarretou influência significativa, além de constatarem que a melhor embalagem foi a que continha em sua composição alumínio. Os teores de umidade desta pesquisa variaram entre  $10,190$  à  $12,365 \text{ g.100g}^{-1}$ , que estão em concordância com os valores encontrados no presente estudo para barra de cereais de baru, acrescido de frutas secas ( $11,99 \text{ g.100g}^{-1}$ ), porém a embalagem não foi um fator significativo ( $p < 0,05$ ) sob as mesmas condições de estocagem. Portanto, no presente estudo, os percentuais obtidos de umidade e as embalagens empregadas possibilitaram um armazenamento estável e sem alterações importantes na qualidade do produto por um período de 120 dias.

Com relação ao teor de cinzas, este variou de  $1,76$  à  $2,09 \text{ g.100g}^{-1}$  com o tempo de armazenamento, contudo estão de acordo com Freitas, Moretti (2006), em estudo com barras de cereais com alto teor protéico e vitamínico, os quais encontraram teor de  $2,2 \text{ g.100g}^{-1}$  e com Carvalho (2008) que desenvolveu barras de cereais, a partir de amêndoas de chichá, sapucaia e castanha – do – gurguéia, complementadas com casca de abacaxi em três formulações distintas, obtendo teores de  $1,8$  à  $2,3 \text{ g.100g}^{-1}$ .

O conteúdo de cinzas está relacionado ao teor de minerais dos ingredientes da formulação, assim, estes resultados devem-se a amêndoa, a qual pode ser considerada fonte de minerais,

com destaque para cálcio, ferro e zinco, conforme relatado por Fernandes et al. (2010) e Lima et al (2010), que ao caracterizar a amêndoa de baru, obteve teor de cinzas de 3,03 g.100g<sup>-1</sup>. Segundo Cecchi (2003), os cereais apresentam conteúdo de cinzas totais entre 0,3 e 3,3 g.100g<sup>-1</sup>, portanto, as barras de cereais com baru, acrescido de cascas de frutas secas apresentaram conteúdo de cinzas significativo para o produto em questão, contribuindo para o aporte de minerais na dieta.

Os teores de lipídios variaram de 12,46 à 14,55 g.100g<sup>-1</sup> com o tempo de armazenamento, mostrando-se ser superior ao de barras de cereais adicionadas de murici-passa, com 4,7 g.100g<sup>-1</sup> no estudo de Guimarães, Silva (2009) e por Lima et al (2010) para barras de cereais formuladas com polpa e amêndoa de baru, em três formulações distintas, cuja variação foi de 10,48 à 11,06 g.100g<sup>-1</sup>. O conteúdo de lipídios relativamente alto das barras de cereais do presente trabalho, provavelmente, deve-se a adição de amêndoas de baru, com teor de lipídios elevado de 40,98 g.100g<sup>-1</sup>, de acordo com Lima et al (2010).

O conteúdo de proteínas das barras desenvolvidas teve média de 9,80 g.100g<sup>-1</sup> sendo superior às verificadas em barras de cereais com banana-passa e murici-passa, padronizadas por Guimarães, Silva (2009), as quais variaram entre 6,9 g.100g<sup>-1</sup> e 7,7 g.100g<sup>-1</sup>; semelhantes aos valores relatados por Gutkoski et al. (2007) de 9,79 g.100g<sup>-1</sup> à 12,37 g.100g<sup>-1</sup>, em barras de cereais à base de aveia, e por Lima et al (2010) com 10,23 à 11,23 g.100g<sup>-1</sup> para barras de cereais com polpa e amêndoa de baru. Os elevados teores de proteínas encontrados nesta pesquisa são em decorrência da adição de amêndoa de baru, visto que a amêndoa de baru contribui para melhorar a qualidade protéica de barras de cereais, pois sua proteína apresenta boa digestibilidade (80%) e bom perfil de aminoácidos, satisfazendo 92% das necessidades de aminoácidos essenciais para escolares, segundo estudos realizados por Fernandes et al. (2010).

A barra de cereais apresentou conteúdo elevado de carboidratos totais, variando de 61,61 à 64,05 g.100g<sup>-1</sup>, com o tempo de armazenamento, concordando com o encontrado por Freitas, Moretti (2006), que foi de 60,97% (barras de cereais com alto teor protéico e vitamínico) e com Carvalho (2008), para barras formuladas com amêndoa de sapucaia, com 63,9 g.100g<sup>-1</sup>, sendo, entretanto, inferiores aos teores obtidos, por este mesmo autor, para castanha-do-gurguéia e chichá, com 69,3 e 70,7 g.100g<sup>-1</sup>, respectivamente. O teor elevado de carboidratos totais pode ser explicado pela adição de cereais na formulação (flocos de arroz e aveia) e de açúcar.

O valor energético do produto desenvolvido (de 406, 83 à 416, 99 Kcal100g<sup>-1</sup>) foi superior ao encontrado por Lima et al (2010), de 337,37 e 348,66 Kcal100g<sup>-1</sup> para barras de cereais

com polpa e amêndoa de baru, em três formulações diferentes e para barras de cereais com amêndoa de macaúba respectivamente, porém, próximo aos teores energéticos do trabalho desenvolvido por Carvalho (2008), cujos teores variaram de 407,5 à 434 Kcal100g<sup>-1</sup> para barras de cereais de amêndoas de chichá, sapucaia e castanha – do – gurguéia, complementadas com casca de abacaxi.

Portanto, a embalagem não foi um fator significativo de alteração na composição centesimal de barras de cereais de baru, acrescidos de frutas secas, por um período de 120 dias, podendo ser escolhida desde a embalagem transparente sem vácuo, até a laminada com vácuo.

#### **4.2 TBA**

Nos testes oxidativos por TBA realizados, mensalmente ( $t_0$ ,  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$ ,  $t_4$ ), no período de 120 dias, para barras de cereais de baru, acrescidas de cascas de frutas secas e, acondicionadas em embalagens PET/Polietileno com gramatura 100g/m<sup>2</sup>, quer seja na laminada sem vácuo (LSV), transparente sem vácuo (TSV), transparente com vácuo (TV) e laminada com vácuo (LV) sob condições ambientes, estes mostraram não haver oxidação lipídica, pois a coloração obtida na realização da análise, durante o tempo de estocagem para os quatro tratamentos foi verde, indicando não haver a reação do malonaldeído, produto da autooxidação de ácidos graxos poliinsaturados com o TBA, formando um complexo malonaldeído-TBA de cor vermelha (OSAWA et al., 2005). Logo, tanto o fator tratamento (embalagens) como o fator tempo, não influenciaram, significativamente ( $p < 0,05$ ), esta variável de oxidação.

Borgo, Araújo (2005) ressaltam que a suscetibilidade das gorduras à oxidação não depende, apenas, de seu teor em ácidos graxos insaturados e da natureza dos mesmos, mas também da posição desses na molécula lipídica e, ainda, que os mecanismos de oxidação em sistemas biológicos complexos como os alimentos, no qual os lipídeos encontram-se associados com matérias não lipídicas e possuem mobilidade restrita, podem ser bem diferentes daqueles que ocorrem em uma fase homogênea.

Segundo, Inoue et al (1998) é esperado que a oxidação da gordura aumente com o tempo de estocagem, podendo ser acelerada pelo aumento da temperatura e em condições de baixos valores de pH. No experimento em questão, pode-se inferir que não houve as interferências relatadas e que o produto encontra-se em perfeitas condições, em se tratando de oxidação lipídica, por 120 dias.



### 4.3. Perfil de Ácidos Graxos

A média e o desvio padrão do perfil de ácidos graxos da barra de cereais de baru, acrescida de cascas de frutas secas, submetida a quatro tratamentos distintos estão apresentados na Tabela 3.

**Tabela 3:** Média  $\pm$  desvio padrão (coeficiente de variação) do perfil de ácidos graxos encontrados em barra de cereal de baru, acrescidos de frutas secas.

<b>Ácidos Graxos</b>	<b>Barra de Cereais<sup>1</sup>(g.100g<sup>-1</sup>)</b>
Ácido láurico (C 12:0)	0,10 $\pm$ 0,01 (0,07)
Ácido mirístico (C 14:0)	0,26 $\pm$ 0,01(0,03)
Ácido palmítico (C 16:0)	15,29 $\pm$ 0,11(0,01)
Ácido palmitoléico (C 16:1)	0,10 $\pm$ 0,00(0,02)
Ácido margárico (C 17:0)	0,08 $\pm$ 0,00(0,05)
Ácido esteárico (C 18:0)	5,10 $\pm$ 0,05(0,01)
Ácido oléico (C18:1cis n9)	44,66 $\pm$ 0,12(0,00)
Ácido vacênico (C18:1cis 11)	0,58 $\pm$ 0,01(0,02)
Ácido linoléico (C18:2)	24,50 $\pm$ 0,09(0,00)
Ácido araquídico (C 20:0)	1,02 $\pm$ 0,01(0,01)
Ácido gadoléico (C20:1)	1,36 $\pm$ 0,04(0,03)
Ácido linolênico (C 18:3)	0,56 $\pm$ 0,02(0,03)
Ácido behêncio (C 22:0)	2,42 $\pm$ 0,07(0,03)
Ácido erúcico (C22:1)	0,18 $\pm$ 0,03(0,14)
Ácido lignocérico (C 24:0)	3,04 $\pm$ 0,10(0,03)
Ácido timnodônico (C20:5)	0,06 $\pm$ 0,01(0,17)
Ácido clupanodônico (C22:5)	0,26 $\pm$ 0,02(0,06)
Ácido graxo não identificado	0,43 $\pm$ 0,01(0,09)
<b>Total de ácidos graxos saturados (g.100g<sup>-1</sup>)</b>	<b>27,74</b>
<b>Total de ácidos graxos insaturados (g.100g<sup>-1</sup>)</b>	<b>72,26</b>
<b>Total de ácidos graxos (g.100g<sup>-1</sup>)</b>	<b>100</b>

<sup>1</sup> Os valores correspondem às médias obtidas nos tempos t<sub>0</sub>, t<sub>1</sub>, t<sub>2</sub>, t<sub>3</sub>, t<sub>4</sub> para as diferentes embalagens.

O perfil de ácidos graxos nas barras de cereais de baru, acrescidas de cascas de frutas, armazenadas em condições ambiente por um período de 120 dias e embaladas em embalagens PET/Polietileno com gramatura 100g/m<sup>2</sup>, quer seja na laminada sem vácuo (LSV), transparente sem vácuo (TSV), transparente com vácuo (TV) e laminada com vácuo (LV) não apresentou diferença significativa (p<0,05) ao avaliar os tratamentos e o tempo isoladamente, assim como para o desdobramento dos tratamentos dentro de cada tempo.

Estes resultados podem ser explicados pelo fato das amostras avaliadas não terem sofrido oxidação lipídica, conforme descrito anteriormente, por meio da determinação de TBA.

O perfil de ácidos graxos nas barras de cereais de baru, acrescidas de cascas de frutas secas apresentou altos teores de ácidos graxos mono e poliinsaturados, perfazendo um total de  $72,26 \text{ g.100g}^{-1}$ , com predominância dos ácidos graxos oléico ( $44,66 \text{ g.100g}^{-1}$ ), linoléico ( $24,50 \text{ g.100g}^{-1}$ ), gadoléico ( $1,36 \text{ g.100g}^{-1}$ ) e vacênico ( $0,58 \text{ g.100g}^{-1}$ ), em virtude do emprego de amêndoa de baru, a qual apresenta relação de ácidos graxos  $\omega 6:\omega 3$  de 9:1, sendo, portanto, benéfica para a saúde, pois contribuem para a redução do risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares (FREITAS, NAVES, 2010). O percentual de ácidos graxos saturados totais foi de  $27,74 \text{ g.100g}^{-1}$ , com destaque para o ácido palmítico ( $15,29 \text{ g.100g}^{-1}$ ), esteárico ( $5,10 \text{ g.100g}^{-1}$ ), lignocérico ( $3,04 \text{ g.100g}^{-1}$ ), behêncio ( $2,42 \text{ g.100g}^{-1}$ ) e araquídico ( $1,02 \text{ g.100g}^{-1}$ ).

Vera et al (2009), ao caracterizar a amêndoa de baru, obteve como ácidos graxos de maior ocorrência, os ácidos graxos oléico ( $\omega 9$ ) e o linoléico ( $\omega 6$ ), seguidos pelo ácidos palmítico, lignocérico, esteárico, behênico, gadoléico e araquítico. Os teores médios de ácidos graxos saturados variaram de  $19,93\text{-}25,74 \text{ g.100g}^{-1}$  e de ácidos graxos insaturados de  $73,47\text{-}79,19 \text{ g.100g}^{-1}$  neste mesmo trabalho. Takemoto et al. (2001) encontraram teor superior de ácidos graxos insaturados de  $81,20 \text{ g.100g}^{-1}$  para amêndoas de baru, com destaque para os ácidos graxos oléico ( $50,4 \text{ g.100g}^{-1}$ ) e linoléico ( $28,9 \text{ g.100g}^{-1}$ ), este último considerado essencial.

Outro ingrediente que pode ter contribuído para os teores relevantes de ácidos graxos insaturados nas barras de cereais de baru, acrescido de cascas de frutas secas é a aveia, visto que esta é favorecida pelo alto teor de ácidos graxos insaturados, dentre eles o teor de ácido linoléico, encontrado no óleo de aveia recém colhida por Rupollo et al (2006), cujo teor foi de  $37,3 \text{ g.100g}^{-1}$  e o ácido graxo oléico com  $43,8 \text{ g.100g}^{-1}$ .

Rupollo et al (2006), ao avaliar a composição de ácidos graxos em grãos de aveia armazenados no sistema hermético por 12 meses, observaram um aumento no conteúdo dos ácidos graxos saturados totais com o tempo de armazenamento, exceto para os tratamentos com umidade de 9 e 12 %. Em relação aos ácidos graxos insaturados, verificou-se que a concentração do ácido linolênico reduziu em todos os tratamentos (umidade de 9, 12, 15, 18 e 21%) com o aumento do tempo de armazenamento. Contudo, nesta pesquisa, não houve alterações significativas ( $p < 0,05$ ) em relação aos teores de ácidos graxos da barra de cereal de baru, acrescido de cascas de frutas secas, durante 120 dias de estocagem, sob condições ambientes, nos quatro tratamentos aplicados.

Simoni et al (2007) avaliaram a composição em ácidos graxos de aveia, submetidos à secagem intermitente com ar, em três temperaturas distintas (60, 85 e  $110^{\circ}\text{C}$ ), até umidades de

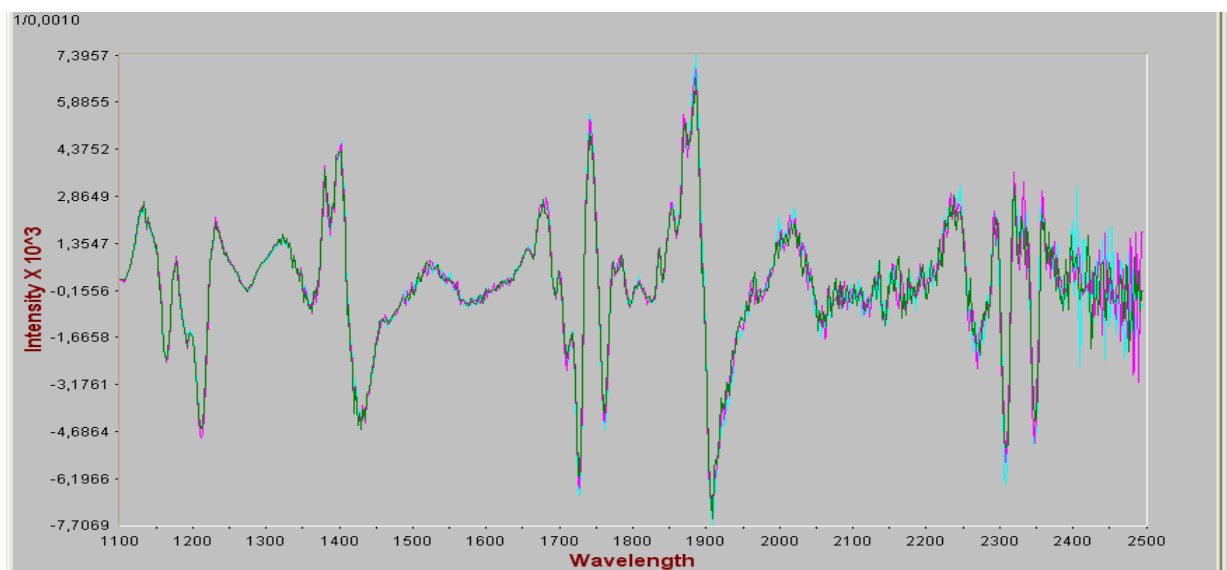
11, 13 e 15% e constataram pequenas alterações nos valores de ácidos graxos somente após oito meses de armazenamento.

Assim, pode-se inferir que a amêndoa de baru e aveia agregou lipídios de boa qualidade para as barras de cereais em estudo, devido aos ácidos graxos monoinsaturados, como por exemplo, o ácido oléico, que não influi nos níveis de colesterol, mas, por sua vez, os poliinsaturados como o ácido linoléico, reduzem os níveis séricos de LDL colesterol (TAKEMOTO et al, 2001).

#### 4.4. NIR

Os espectros médios obtidos por reflectância no infravermelho próximo para barras de cereais em função de diferentes tempos de leitura durante 120 dias são apresentados na Figura 1.

**Figura 1:** Espectros em segunda derivada de barras de cereais de baru, acrescida de cascas de frutas secas durante o armazenamento (120 dias).



Como se trata de um método indireto necessita do desenvolvimento de calibração, para tal, utilizou-se a segunda derivada como pré-tratamento matemático visando eliminar a variação da linha de base dos espectros.

A determinação analítica por infravermelho próximo (NIR) é baseada na análise do espectro inteiro da matéria-prima ou produto analisado. Na prática, a análise quantitativa, fundamenta-se na determinação de uma relação matemática entre o conjunto de espectros gerados e valores obtidos a partir de análises laboratoriais de referência. A aplicação

qualitativa baseia-se na pesquisa da relação com determinados padrões de comportamento (inflexões, mudanças de bandas de reflexão, etc.) dos espectros em decorrência de algum tipo alteração física ou química do produto pesquisado (SIMAS, 2005).

Portanto, para se fazer análise por NIR é necessário que se tenha um banco de dados com variabilidade na determinação que se deseja fazer. No momento, neste estudo, não houve alteração das variáveis, o que não permite a construção de uma biblioteca de espectros adequada.

## 5. CONCLUSÕES

A barra de cereais de baru, acrescida de cascas de frutas secas mostrou ser uma alternativa viável para o aproveitamento de resíduos da indústria alimentícia e para o emprego sustentável de frutos do cerrado, de composição semelhante a barras de cereais já comercializadas no mercado.

As quatro embalagens PET/Polietileno com gramatura  $100\text{g/m}^2$ , avaliadas, a saber, embalagens laminada sem vácuo (LSV), transparente sem vácuo (TSV), transparente com vácuo (TV) e laminada com vácuo (LV) não foi fator significativo para as variáveis estudadas, como a composição centesimal, oxidação e perfil de ácidos graxos, tornando-se mais viável, financeiramente, acondicionar o produto em embalagens de baixo valor comercial, como as embalagens transparentes, sem a necessidade de vácuo.

O tempo, contudo, influenciou os teores de cinzas, de lipídios e o valor energético, os quais observou um decréscimo durante os 120 dias de armazenamento, e incremento nos teores de carboidratos totais.

Como as amostras em questão durante o período de estocagem não apresentaram variabilidade nas determinações de interesse, não foi possível construir uma biblioteca de espectros adequada.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. AOAC INTERNATIONAL. **Official methods of analysis of AOAC International**, 16. ed. Gaithersburg: AOAC International, 1997.
- BLIGH, E.G.; DYER, W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v.37, p.911, 1959.

- BORGO, L. A.; ARAÚJO, W. M. C. Mecanismos dos processos de oxidação lipídica. **Revista Higiene Alimentar**, v. 19, n. 130, p. 50-58, 2005.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Resolução RDC nº 360**, de 23 de dezembro de 2003. Aprova Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional.
- CARVALHO, M. G. **Barras de cereais com amêndoas de chicha, sapucaia e castanha-do-gurguéia, complementadas com casca de abacaxi**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008, 92f.
- CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos de análise de alimentos**. 2. ed. Campinas: Unicamp, 2003.
- CEN, H.; HE, Y. Theory and application of near infrared reflectance spectroscopy in determination of food quality Trends. **Food Science and Technology**, v.18, p.72-83, 2007.
- DECKER, E.A.; XU, Z. Minimizing rancidity in muscle foods. **Food Technology**, v.52, n.10, p.54-59, 1999.
- DE PAIVA, A. P. **Estudos tecnológico, químico, físico-químico e sensorial de barras alimentícias elaboradas com subprodutos e resíduos agroindustriais**. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos), Universidade Federal de Lavras, Lavras (MG), 2008.
- 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**, Oxford, v. 90, n. 10, p. 1650-1655, 2010.
- FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows 4. 0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., São Carlos, 2000. **Anais**. São Carlos, Universidade Federal de São Carlos, 2000. p. 255-258.
- FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **Food energy - methods of analysis and conversion factors**. Food and Nutrition Paper 77. Rome, 2003. Disponível em: <[ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/006/y5022e /y5022e00.pdf](ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/006/y5022e/y5022e00.pdf)>. Acesso em: 03 mar. 2010.
- FREITAS, D. G. C, MORETTI, R. H. Barra de cereais de elevado teor protéico e vitamínico: estabilidade enzimática e das vitaminas C e E durante armazenamento. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, v. 56, n.3, set, 2006.

- FREITAS D. G.C.; MORETTI, R. H. Caracterização e avaliação sensorial de barra de cereais funcional de alto teor protéico e vitamínico. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 26(2), p. 318-324, 2006.
- 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.
- GUIMARÃES, M. M.; SILVA, M. S. Qualidade nutricional e aceitabilidade de barras de cereais adicionadas de frutos de murici-passa. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v.68, n.3, p.426-433, 2009.
- GUTKOSKI, L. C.; BONAMIGO, J. M. A.; TEIXEIRA, D. M. F.; PEDÓ, I. Desenvolvimento de barras de cereais à base de aveia com alto teor de fibras. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.27, n.2, p. 355-363, 2007.
- GRDEN, L, OLIVEIRA, C. S., BORTOLOZO, E. A. F. Q. Bortolozo<sup>3</sup>. Elaboração de uma barra de cereal como alimento compensador para praticantes de atividades físicas e atletas. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Paraná, v. 2, n. 1, p. 87-94, 2008.
- INOUE, K.; SHIOTA, K.; ITO, T. Preparation and properties of ice cream type frozen yogurt. **J. Dairy Technol.**, v.51, p.44-51, 1998.
- JOSEPH, J.D.; ACKMAN, R.G. Capillary column gas chromatography method for analysis of encapsulated fish oil and fish oil ethyl esters: collaborative study. **Journal of AOAC International**, v.75, p.788-506, 1992.
- LIMA, J. C. R., FREITAS, J. B., CZEDER, L. P., FERNANDES, D. C., NAVES, M. M. V. Qualidade microbiológica, aceitabilidade e valor nutricional de barras de cereais formuladas com polpa e amêndoa de baru. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v. 28, n. 2, jul./dez. 2010.
- MERRIL, A. L.; WATT, B. K. **Energy value of foods: basis and derivation**. Washington: United States Department of Agriculture, 1973. 105 p.
- OSAWA, C.C., FELÍCIO, P.E., GONÇALVES, L.A.G. Teste de TBA aplicado a carnes e derivados: métodos tradicionais, modificados e alternativos. **Química Nova**, v. 28, n.4, p.655-663, 2005.
- RUPOLLO, G, GUTKOSKI, L. C., MARTINS, I. R., ELIAS, M. C. Efeito da umidade e do período de armazenamento hermético na contaminação natural por fungos e a produção de micotoxinas em grãos de aveia. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 30, n. 1, p. 118-125, jan./fev., 2006.

- SIMAS, R. C. **Determinação de proteína bruta e aminoácidos em farelo de soja por espectroscopia de infravermelho próximo**. 2005. 119 p. Tese de mestrado. Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- SIMIONI, D., GUTKOSKI, L. C., ELIAS, M. C., DEUNER, C. C., PAGNUSSATT, F. A., OLIVEIRA, M. Secagem intermitente e armazenamento de aveia cultivar UPFA 20 Teixeirainha. **R. Bras. Agrociência**, Pelotas, v. 13, n. 2, p. 211-217, abr-jun, 2007.
- SOUZA, M.A.A. **Casca da batata inglesa (*solanum tuberosum*) na proteção antioxidante da carne de frango**. 2006. 73 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.
- TARLADGIS, B. G.; PEARSON, A. M.; DUCAN JR, L. R. Chemistry of the 2-tiobarbituric acid test for determination of oxidative rancidity in foods. **Journal Science Food Agriculture Champaign**, v. 15, p. 602-607, 1964.
- TAKEMOTO, E.; OKADA, I. A.; GARBELOTTI, M. L.; TAVARES, M.; AUED-PIMENTEL, S. Composição química da semente e do óleo de baru (*Dipterix 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.
- VERA, R. SOARES JUNIOR, S. M., NAVES, R. V., DE SOUZA, E. R. B., FERNANDES, E. P., CALIARI, M., LEANDRO, W. M. Características químicas de amêndoas de barueiros (*Dipteryx alata* Vog) de ocorrência natural no cerrado do estado de Goiás. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 31, n. 1, p.112-118, março 2009.