

**INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS, LETRAS E CIÊNCIAS EXATAS
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**

CAROLINA MÉDICI VERONEZI

**AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE ÓLEOS EXTRAÍDOS DE
SEMENTES DE ABÓBORAS (*Cucurbita sp*)**

**São José do Rio Preto
2011**

CAROLINA MÉDICI VERONEZI

**AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE ÓLEOS EXTRAÍDOS DE
SEMENTES DE ABÓBORAS (*Cucurbita sp*)**

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de São José do Rio Preto, para obtenção do título de Mestre em Engenharia e Ciência de Alimentos (Área de Concentração: Ciência e Tecnologia de Alimentos).

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Neuza Jorge
UNESP - São José do Rio Preto
Orientadora

Prof^a. Dr^a. Sabria Aued-Pimentel
IAL - São Paulo

Prof^a. Dr^a. Mieko Kimura
UNESP - São José do Rio Preto

São José do Rio Preto, 25 de fevereiro de 2011.

Veronezi, Carolina Médici.

Avaliação da composição química de óleos extraídos de sementes de abóboras / Carolina Médici Veronezi - São José do Rio Preto: [s.n.], 2011.

78 f.: il. ; 30 cm.

Orientadora: Neuza Jorge

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas

1. Óleos e gorduras. 2. Óleos vegetais. 3. Compostos bioativos. 4. Abóbora - semente. I. Jorge, Neuza. II. Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas. III. Título.

CDU – 664.34

Aos meus pais, Wagner e Ângela, pela ajuda e incentivo que me deram, além de nunca terem medido esforços para que eu pudesse completar mais essa etapa de minha vida. À minha filha, Maiara, e ao meu esposo Jorge, pela paciência e compreensão.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida e oportunidade de crescimento moral, espiritual e intelectual, pois nada conseguiria sem sua benção;

À minha orientadora, Prof^a. Dr^a. Neuza Jorge pelo incentivo, estímulo ao desenvolvimento do raciocínio científico para realização de um bom trabalho e pelos ensinamentos que levo para minha vida pessoal;

À Prof^a. Dr^a. Sabria Aued-Pimentel pela disposição em participar da banca e empenho na correção da dissertação;

À Prof^a. Dr^a. Mieko Kimura pelo auxílio com a análise de carotenoides, a disposição em participar da banca e o empenho na correção da dissertação;

Ao CNPq, pela bolsa de mestrado, e à FUNDUNESP (Proc. 00045/10), pelo auxílio financeiro;

À empresa Silvana Doces pela doação de sementes necessárias para a realização deste trabalho;

Aos colegas da pós-graduação e às companheiras do laboratório Tainara, Débora e Caroline que tanto me auxiliaram;

Aos meus pais, Wagner Lanfredi Veronezi e Ângela Maria Médici Veronezi, pela força, confiança, dedicação e ajuda que me deram em todos os momentos;

Ao meu esposo, Jorge Wilson Alves, e à minha filha, Maiara Veronezi Alves, pela paciência e compreensão nos meus longos períodos de ausência;

Enfim, a todos que direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

“Não pense nos momentos difíceis como o fim do mundo, e sim como mais um obstáculo a ser superado. Pois é dos momentos difíceis que se cresce.

(Autor Desconhecido)

SUMÁRIO

RESUMO	8
ABSTRACT	9
INTRODUÇÃO	10
Capítulo 1 - Aproveitamento de sementes de abóboras (<i>Cucurbita sp</i>) como fonte alimentar	12
Resumo	13
Abstract	14
1. Introdução	15
2. Sementes de abóboras	16
3. Compostos bioativos	19
3.1. <i>Ácidos graxos essenciais</i>	19
3.2. <i>Tocoferóis</i>	21
3.3. <i>Carotenoides</i>	24
3.4. <i>Compostos fenólicos</i>	27
4. Considerações finais	29
5. Referências bibliográficas	30
Capítulo 2 - Composição centesimal de sementes de abóboras (<i>Cucurbita sp</i>) e caracterização físico-química dos óleos	38
Resumo	39
Abstract	40
1. Introdução	41
2. Objetivos	42
3. Material e métodos	43
3.1. <i>Material</i>	43
3.1.1. Preparo das sementes	43
3.1.2. Extração dos óleos	43
3.2. <i>Métodos</i>	44
3.2.1. Sementes	44
3.2.2. Óleos	44
3.3. <i>Análise estatística</i>	45
4. Resultados e discussão	45

5. Considerações finais	56
6. Referências bibliográficas	57
Apêndices	61
Capítulo 3 - Compostos bioativos presentes nos óleos de sementes de abóboras (<i>Cucurbita sp</i>)	63
Resumo	64
Abstract	65
1. Introdução	66
2. Objetivos	67
3. Material e métodos	67
3.1. Material	67
3.1.1. Preparo das sementes	67
3.1.2. Extração dos óleos	68
3.2. Métodos	68
3.3. Análise estatística	69
4. Resultados e discussão	69
5. Considerações finais	73
6. Referências bibliográficas	74
Apêndices	78

RESUMO

Cresce a busca por alimentos mais saudáveis, principalmente de origem vegetal, que são constituídos por substâncias benéficas ao organismo. Essas substâncias, denominadas de compostos bioativos, ajudam na redução do risco de doenças crônico-degenerativas e outras. Dentre esses alimentos, encontram-se os frutos. Porém, ainda são escassas as informações sobre a composição nutricional de certos frutos, principalmente no que se refere ao valor nutricional dos resíduos gerados em seu processamento. Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a composição centesimal de sementes de frutos da família *Cucurbitaceae* cultivadas no Brasil e caracterizar os seus óleos a fim de identificar compostos bioativos para a possível aplicação em alimentos. As sementes de abóboras das variedades Nova Caravela, Mini Paulista, Menina Brasileira (*Cucurbita moschata*) e Moranga de Mesa (*Cucurbita maxima*) foram caracterizadas quanto à umidade, lipídios, proteínas, cinzas e carboidratos totais, e os óleos dessas sementes quanto às propriedades físico-químicas, além do perfil de ácidos graxos, teores de tocoferóis, carotenoides e compostos fenólicos totais. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as diferenças entre as médias foram testadas a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, por meio do programa ESTAT, versão 2.0. Verificou-se que todas as sementes possuem composição centesimal semelhante, apresentando teores relativamente elevados de lipídios (33-42%) e proteínas (29-34%). Com relação às propriedades físico-químicas, todos os óleos apresentam valores dentro das faixas características dos óleos vegetais comestíveis. Os principais ácidos graxos encontrados foram o linoleico (40-47%) e oleico (28-30%), que perfizeram um total de 70 a 78%, sendo o óleo das sementes das abóboras da variedade Moranga de Mesa o mais insaturado. Quanto aos tocoferóis totais se destacou a variedade Menina Brasileira (386,43 mg/kg). Porém, quanto aos carotenoides e compostos fenólicos totais se sobressaiu à variedade Mini Paulista com 26,8 µg/g e 3,62 mg EAG/g, respectivamente.

Palavras-chave: *Cucurbita moschata*, *Cucurbita maxima*, aproveitamento de resíduos, compostos bioativos.

ABSTRACT

The search for healthier foods is increasing, mainly for the ones of vegetable origin, which are composed of substances that are beneficial to the organism. These substances, known as bioactive compounds, help reduce the risk of chronic degenerative diseases and others. Fruits are among these foods. However, there still is little information about the nutritional composition of certain fruits, especially regarding the nutritional value of the waste generated by their processing. Thus, this study aimed to analyze the proximate composition of seeds from *Cucurbitaceae* fruit family, grown in Brazil and to characterize their oils, in order to identify bioactive compounds for possible application in food. The seeds from Nova Caravela, Mini Paulista, Menina Brasileira (*Cucurbita moschata*) and Moranga de Mesa (*Cucurbita maxima*) pumpkin varieties were characterized as moisture, lipids, proteins, ash and total carbohydrates, and the oils from these seeds, as to their physicochemical properties, as well as the fatty acid profile, the levels of tocopherols, carotenoids and total phenolic compounds. The results were subjected to variance analysis and the differences between means were tested at 5% probability by Tukey test, using the ESTAT program, version 2.0. It was found that all seeds have similar composition, with relatively high levels of lipids (33-42%) and protein (29-34%). About the physicochemical properties, all the oils present values within the range for edible vegetable oils. The main fatty acids found were linoleic (40-47%) and oleic (28-30%), which totalized 70 to 78%, highlighting Moranga de Mesa seed oil as the most unsaturated one. Regarding total tocopherols, Menina Brasileira stood out (386.43 mg/kg). However, regarding the carotenoids and phenolic compounds, Mini Paulista stood out, with 26.8 $\mu\text{g/g}$ and 3.62 mg GAE/g, respectively.

Keywords: *Cucurbita moschata*, *Cucurbita maxima*, waste recovery, bioactive compounds.

INTRODUÇÃO

Durante as últimas décadas, a demanda por novos alimentos nutricionalmente saudáveis e economicamente viáveis aumentou consideravelmente. O Brasil processa grande parte de seus frutos, produzindo sucos naturais, doces em conservas, extratos e polpas, com isso gera resíduos agroindustriais. Estes são formados por cascas, sementes e bagaços, podendo ser considerados fontes alternativas de alimentos e/ou matéria-prima por conterem compostos bioativos.

Conseqüentemente, muita atenção tem sido dada à utilização de resíduos, principalmente das sementes. Ao invés de serem descartadas ou subutilizadas em rações animais e/ou fertilizantes, as sementes poderiam ser utilizadas na fortificação de alimentos, diminuindo os problemas de saúde pública, como a deficiência de minerais e vitaminas, e, ao mesmo tempo, minimizando os problemas ambientais.

A *Cucurbitaceae* é uma família composta por muitos gêneros e espécies, se destacando a *Cucurbita moschata* e *maxima*. Ambas são consideradas de maior valor nutricional e agroeconômico, por serem vistas como uma rica fonte de nutrientes essenciais à saúde humana. Têm frutos ricos em água e elevado teor de carotenoides e sementes que são consumidas torradas e salgadas.

Embora seja hábito consumir as sementes *in natura* em algumas regiões do mundo, tal aproveitamento corresponde apenas a uma pequena parte das sementes desperdiçadas, por isso, a busca por novas alternativas para a utilização destas é importante, visto que são fontes de proteínas, ricas em micronutrientes, além de conterem elevado teor de lipídios. Os óleos são bastante utilizados em produtos alimentícios, por serem fonte de energia e conterem compostos bioativos, tais como ácidos graxos essenciais, tocoferóis, carotenoides e compostos fenólicos.

Neste contexto, o presente estudo teve como objetivo obter informações sobre a composição química de óleos extraídos de sementes de frutos da família das *Cucurbitaceae* cultivadas no Brasil. Para tanto, os objetivos específicos do trabalho foram:

- Caracterizar as sementes de abóboras das variedades Nova Caravela, Mini Paulista, Menina Brasileira (*Cucurbita moschata*) e Moranga de Mesa (*Cucurbita maxima*) quanto à sua composição em umidade, lipídios, proteínas, cinzas e carboidratos totais.

- Caracterizar o óleo extraído destas sementes quanto às suas propriedades físico-químicas, como ácidos graxos livres, índices de acidez, peróxidos, refração, iodo e saponificação, além da matéria insaponificável, estabilidade oxidativa e perfil de ácidos graxos.
- Quantificar os compostos bioativos presentes nos óleos extraídos destas sementes, como os teores de tocoferóis, carotenoides e compostos fenólicos totais com intuito de utilizá-los em alimentos.

Capítulo 1

Aproveitamento de sementes de abóboras (*Cucurbita sp*) como fonte alimentar

Resumo

Durante as últimas décadas, a demanda por novos alimentos nutricionalmente saudáveis e economicamente viáveis aumentou consideravelmente. Visto que o Brasil processa grande parte de seus frutos produzindo sucos naturais, doces em conservas, extratos e polpas e quase 60% do peso deles são constituídos de cascas, folhas e sementes, uma maior atenção tem sido dada à utilização desses resíduos, em sua maioria, não utilizados pela indústria de alimentos nem pela população. A utilização das sementes contribuiria para aumentar as fontes viáveis de matéria-prima, diminuir os custos operacionais das indústrias e desenvolver novos produtos alimentícios, por serem consideradas fontes de proteínas e lipídios, além de serem ricas em micronutrientes. Esse trabalho apresenta estudos sobre a utilização das sementes de abóboras (*Cucurbita sp*), que são muitas vezes subutilizadas ou descartadas, enfatizando a presença de compostos bioativos e seus efeitos benéficos à saúde.

Palavras-chave: aproveitamento de resíduos, sementes, óleos, *Cucurbita sp*.

Abstract

During the last decades, the demand for new nutritionally healthy and economically viable foods has increased considerably. Since Brazil processes much of its fruits, producing natural juices, candy preserves, extracts and pulp and nearly 60% of their weight is made from peel, leaves and seeds, increasing attention has been given to the use of such waste, in their majority, not used by the food industry or by the population. The use of the seeds would increase the viable sources of raw materials, lower operating costs of industries and developing new food products, since they are considered to be sources of proteins and lipids, besides being rich in micronutrients. This paper presents studies about the use of pumpkin seeds (*Cucurbita sp*), which are often underutilized or discarded, emphasizing the presence of bioactive compounds and their beneficial health effects.

Keywords: utilization of waste, seeds, oils, *Cucurbita sp*.

1. Introdução

A meta da indústria de alimentos consiste na transformação de recursos naturais em produtos industrializados para atender as necessidades da população e garantir o abastecimento dos grandes centros urbanos, visto que a demanda por alimentos saudáveis e economicamente viáveis aumenta a cada ano (TIMOFIECSYK; PAWLOWSKY, 2000).

Embora o produto seja o propósito da indústria, os processamentos geram resíduos. Estes representam perda de matéria-prima, insumos, subprodutos ou produto principal, requerendo tempo e capital para o seu gerenciamento. Seu aparecimento ocorre nas operações preparatórias de recepção, seleção e limpeza da matéria-prima, como também nas diversas fases do processo industrial, pois envolvem quantidades apreciáveis de frutos rejeitados, cascas, sementes e bagaços (MATSUURA, 2005).

Pumar, Sampaio e Freitas (2005) encontraram perdas no processamento industrial de 29 e 23% para cascas e sementes em abóboras baiana e moranga, respectivamente. Ferrari, Colussi e Ayub (2004) obtiveram resíduos resultantes da produção de suco de maracujá de aproximadamente 65-70% do total de frutos processados, sendo constituídos de 13% de sementes, que se transformam em lixo.

Nos últimos anos maior importância tem sido dada à utilização integral dos alimentos, principalmente os de origem vegetal. Com isso, têm sido tomadas ações relacionadas com o aproveitamento de resíduos gerados no processamento destes alimentos. Essas ações abrangem questões econômicas, visto que servem como fontes de proteínas, enzimas, lipídios e fibras passíveis de extração e aproveitamento (COELHO et al., 2001); questões sociais, relacionadas com a deficiência de minerais e vitaminas que acarretam problemas de saúde pública e; ainda questões ambientais, por serem descartados indevidamente (BARROSO, 2008).

Diversos estudos relatam o aproveitamento de resíduos, gerados durante o beneficiamento de frutos e vegetais, para obtenção de produtos com maior valor agregado. Damiani et al. (2008) realizaram formulações de geléias de manga com diferentes quantidades de cascas em substituição à polpa, sendo obtidas formulações com 25, 50, 75 e 100%, cujos resultados alcançaram redução nos

custos dos ingredientes de aproximadamente 15 a 70% em relação ao tratamento controle.

Ferrari, Colussi e Ayub (2004) caracterizaram as sementes excedentes do processamento do suco de maracujá (*Passiflora edulis*) e verificaram que a porcentagem de óleo das sementes foi de 25,7% caracterizando-se pelo elevado teor de ácidos graxos insaturados (87,54%) e demonstrando um bom potencial para a utilização tanto na alimentação humana como na indústria de cosméticos.

Maciel et al. (2010), analisando o óleo de sementes de mamão, verificaram que é rico em ácido oleico e pode ser utilizado como substituto do sebo bovino na produção de sabonetes. Malacrida et al. (2007) constataram que as sementes de melão possuem alto valor nutricional, devido às quantidades de lipídios (25,2%), proteínas (20,1%) e fibras (30%) e que seu extrato tem elevada atividade antioxidante. Luzia e Jorge (2009) ao analisarem o óleo de sementes de jambolão, constataram que possui elevada quantidade de ácidos graxos insaturados, principalmente o linoleico.

Reda et al. (2005) ao analisarem óleos de sementes de duas variedades de limão, constataram que possuem composição química semelhante e elevado grau de insaturação, sendo recomendados para a alimentação humana. Por outro lado, Fernandes et al. (2002) estudando os óleos de sementes cítricas (laranja, limão e tangerina) extraídos com hexano, diclorometano e por fluido supercrítico, verificaram efeitos inibitórios sobre o crescimento de fungos *Leucoagaricus gongylophorus*, principalmente com o de tangerina.

Entretanto, ainda são escassas as informações a respeito da composição nutricional de alguns resíduos. Por isso, o objetivo desta revisão é apresentar estudos que apontam as sementes de abóboras (*Cucurbita sp*) como uma matéria-prima promissora para a extração de óleos e uma rica fonte de compostos bioativos, elucidando a importância e a ação desses compostos no organismo humano.

2. Sementes de abóboras

O volume de exportação de frutas nacionais diminuiu 11,6% no ano passado, aumentando assim, a quantidade de frutas processadas, principalmente para a produção de sucos (BASCO et al., 2009). Esse processamento, como consequência, gera elevada quantidade de resíduos, como cascas, sementes e

bagaços, os quais estão propensos à degradação microbiológica, restringindo uma exploração futura. Por outro lado, os custos de secagem, armazenamento e transporte destes subprodutos também são fatores economicamente limitantes (SCHIEBER; STINTZING; CARLE, 2001). Por isso, os resíduos industriais são muitas vezes utilizados como ração animal ou na forma de fertilizantes. Porém, a demanda por ração pode variar e depender da produção agrícola, além do descarte desses subprodutos serem dificultado por legislações ambientais (LAUFENBERG; KUNZ; NYSTROEM, 2003).

Dentre esses resíduos, se destacam as sementes que são importantes fontes de óleos com relevâncias nutricionais, industriais e farmacêuticas. Para uma semente ser considerada apropriada para a extração de óleo comercial deve ter uma excelente composição em ácidos graxos ou apresentar mais de 25% de óleo. Além disso, existem vários fatores que podem influenciar na qualidade do óleo destas sementes, visto que podem ocorrer sementes com má formação e com diferentes estádios de maturação. Portanto, é aconselhável um maior tempo antes da abertura dos frutos e retirada das sementes, pois após a colheita continuam a se desenvolver no interior do fruto, fazendo com que durante o período de armazenamento atinjam o seu ponto de maturidade fisiológica, onde a qualidade é melhor (FADAVI; BARZEGAR; AZIZI, 2006).

A *Cucurbitaceae* ocupa lugar de destaque como uma das famílias mais importantes no domínio alimentício, e está agrupada em 118 gêneros, com mais de 825 espécies. Cresce em região tropical, apresentando até algumas espécies características de semi-deserto e poucas de regiões subtemperadas, sendo predominantemente cultivada pelos seus frutos. Apesar da marginalização atual de algumas dessas espécies, tem sido um componente essencial na alimentação de comunidades rurais e algumas comunidades urbanas da América e de outras partes do mundo (RUBATZKY; YAMAGUCHI, 1999; VIDAL, 2007).

Seus frutos são ricos em água e se destacam pelo elevado teor de carotenoides precursores de vitamina A ou com propriedades antioxidantes. Suas sementes são consumidas em diversos países por serem ricas em lipídios, proteínas, fibras, tiamina, niacina e micronutrientes. Nesta família destacam-se o pepino (*Cucumis sativus L.*), o melão (*Cucumis melo L.*), a melancia (*Citrillus lanatus*) e as abóboras (*Cucurbita sp*) (RUBATZKY; YAMAGUCHI, 1999).

O gênero *Cucurbita sp* foi domesticado no Novo Mundo e cultivado há muito tempo pelos povos Ameríndios. Existem várias espécies, sendo a *Cucurbita moschata* e a *Cucurbita maxima* as mais cultivadas no Brasil e as consideradas de maior valor nutricional e agroeconômico, por serem vistas como uma rica fonte de nutrientes essenciais à saúde humana. Diferem-se no formato, tamanho, cor da casca e da polpa, firmeza, teor de amido, teor de matéria seca e sabor. São muito apreciadas pelo agradável paladar, sendo consumidas nas formas doce ou salgada, além de muito importante em dietas alimentares apropriadas. Também existem variedades destinadas à ornamentação e à ração animal (FILGUEIRA, 2008).

A *Cucurbita moschata* ou abóbora rasteira, pode ter se originado no México, porém está presente a 5000 anos na América do Sul e do Norte. Possui flores masculinas e femininas na mesma planta. Seus frutos são de várias formas e textura firme, além de sementes cor creme e com a margem dentada (FONSECA, 2008). Sua polpa é muito utilizada na culinária contendo, em média, 0,2% de lipídios, 1,3% de proteínas, 20 mg de cálcio e 4,6% de carboidratos totais, sendo que 2,7% correspondem a fibras. Possui ainda vitamina A, numa média de 540 mcg/100 g. Suas sementes são caracterizadas por diversos efeitos farmacológicos, como por exemplo, na prevenção de afecções da próstata (RODRIGUEZ-AMAYA, KIMURA, AMAYA-FARFAN, 2008).

A *Cucurbita maxima* ou moranga é originária do Peru, sendo a espécie com maior variabilidade tanto no tamanho como na forma e cor dos frutos, possuindo sementes cheias, abauladas e cor branca ou creme. Contém, em média, 0,1% de lipídios, 1,5% de proteínas, 15 mg de cálcio, 3,3% carboidratos totais e 350 mcg/100 g de vitamina A (FONSECA, 2008).

Ambas quando processadas geram resíduos, como as sementes. A utilização dessas sementes na medicina chinesa data do século XVII, com relatos no combate de parasitas intestinais, tratamento de problemas de vesícula e próstata. Porém, estudos relataram efeitos alergênicos e de menor biodisponibilidade de macronutrientes *in vivo* após o consumo de sementes de abóboras de algumas espécies. Já outros estudos realizados *in vitro* mostraram que o extrato hidroalcoólico de sementes de abóboras Moranga, na dose de 5000 mg/kg, não acarreta toxicidade aguda e apresenta boa margem de segurança (CERQUEIRA et al., 2008; CRUZ et al., 2006).

Estudos demonstraram que estas sementes podem ser consideradas fontes de lipídios, proteínas e fibras. Alguns pesquisadores encontraram de 31,2 a 39,3% e 24,2 a 42,3% de lipídios em abóboras das espécies *Cucurbita moschata* e *maxima*, respectivamente, e 30,7% na *Cucurbita maxima*, originada da Coréia (APPLEQUIST et al., 2006; MITRA; RAMASWAMY; CHANG, 2009). Cerqueira et al. (2008) obtiveram 26,79% de proteínas para as sementes de abóboras da espécie *Cucurbita maxima*.

Outros estudos comprovaram que a adição de farinha de sementes de abóboras na elaboração de alimentos, como biscoitos, os tornam mais aceitáveis sensorialmente, além de enriquecerem quanto aos teores de fibras alimentares, podendo auxiliar na prevenção de doenças crônicas não transmissíveis (SILVA; SCHLABITZ; SOUZA, 2010). Além disso, as sementes são ricas em ácidos graxos mono e poli-insaturados e vitaminas E e do complexo B, além de terem baixos teores de açúcares livres e amido, grande quantidade de minerais, como magnésio, potássio e ferro e outras substâncias ainda desconhecidas (TRUCOM, 2006).

Tais pesquisas demonstraram que é importante a utilização desses resíduos, tanto *in natura* quanto como matéria-prima para a produção de óleos, porém é necessário conhecer as quantidades e ações dos compostos bioativos presentes.

3. Compostos bioativos

As sementes de abóboras possuem grande quantidade de substâncias capazes de proporcionar benefícios à saúde, prevenindo ou tratando doenças ou mesmo favorecendo o funcionamento do organismo, que são denominados de compostos bioativos (PARRA; DUAILIBI, 2002).

3.1. Ácidos graxos essenciais

Segundo Krummel (2010), os ácidos graxos diferem na extensão da cadeia, grau e natureza de saturação, podendo ser classificados em saturados, monoinsaturados e poli-insaturados, dependendo da presença e número de duplas ligações na cadeia.

Os ácidos graxos insaturados, principalmente os poli-insaturados, produzem efeitos especiais no organismo. Alguns não podem ser biosintetizados por animais,

incluindo o homem, e são necessários para a saúde, por isso são considerados essenciais (DAS, 2006; TURATTI, 2000).

Os dois tipos de ácidos graxos essenciais importantes para o organismo são os da família dos ácidos graxos $\omega 3$, derivados do ácido α -linolênico e $\omega 6$, derivados do ácido linoleico. Apresentam suas insaturações separadas por apenas um carbono metilênico e suas primeiras duplas ligações no terceiro e sexto carbono, a partir do grupo metila terminal, respectivamente (TURATTI; GOMES; ATHIÉ, 2002). As estruturas químicas estão demonstradas na Figura 1.

O ácido graxo α -linolênico (C18:3, $\omega 3$) pode ser metabolizado a ácido eicosapentaenoico (C20:5, EPA) e a ácido docosahexaenoico (C22:6, DHA) por meio de processos enzimáticos que envolvem o aumento no tamanho e no grau de insaturação da cadeia. O ácido linoleico (C18:2, $\omega 6$) é metabolizado a ácido araquidônico (C20:4) (MARTIN et al., 2006).

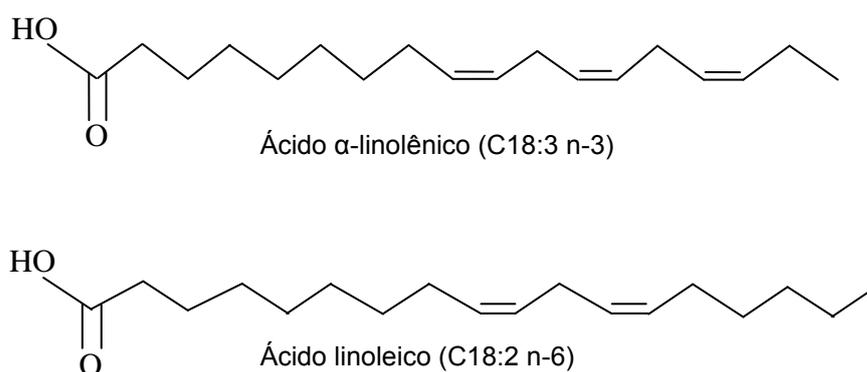


Figura 1 - Estrutura química dos ácidos graxos essenciais.

Estes ácidos graxos influenciam no metabolismo dos eicosanoides, na expressão genética e na comunicação intercelular, por isso é importante considerar as recomendações das quantidades apropriadas para o consumo diário que é de 5:1 de $\omega 6$ e $\omega 3$, respectivamente (CODEX ALIMENTARIUM COMMISSION, 2008; MORROW et al., 1999).

Estudos epidemiológicos também demonstraram que a ingestão regular destes ácidos graxos essenciais tem efeito favorável sobre os níveis de triacilgliceróis plasmáticos, pressão sanguínea, mecanismo de coagulação e ritmo cardíaco, na prevenção do câncer, redução de incidência de aterosclerose e também ajudam no crescimento e desenvolvimento infantil, assim como na resposta

imunológica contra agentes infecciosos (THOMAS et al., 2004; TINOCO et al., 2007). Ainda mostraram que a substituição de gorduras saturadas por ácidos graxos poli-insaturados na dieta ocasionou redução nos níveis de colesterol total e de LDL (lipoproteínas de baixa densidade), sem alterar significativamente os níveis de HDL (lipoproteínas de alta densidade) (MORAES; COLLA, 2006).

Apesar de não ser considerado um ácido graxo essencial, o ácido oleico (C18:1 ω 9) exerce um efeito neutro sobre a colesterolemia, aumentando a fração HDL colesterol, reduzindo o nível da fração LDL colesterol e a incidência de doenças cardíacas (KRUMMEL, 2010).

Estes ácidos graxos estão presentes tanto em espécies vegetais como animais. Altas quantidades deles têm sido encontradas em algumas espécies de sementes. A composição química do óleo de sementes de baru (*Dipteryx alata Vog*) foi investigada por Takemoto et al. (2001), revelando um elevado grau de insaturação, destacando-se os ácidos oleico (50,4%) e linoleico (28,0%). Aued-Pimentel et al. (2004) verificaram que o óleo de sementes de abóboras apresenta uma composição equitativa, em torno de 40%, de ácidos graxos mono e poli-insaturados, sendo os principais representantes o ácido oleico e linoleico.

Ryan et al. (2007) encontraram 36,4 e 41% de ácidos graxos mono e poli-insaturados, respectivamente, em óleos de sementes de abóboras originárias da Irlanda. Por outro lado, Nyam et al. (2009) encontraram 43,1 e 30,4% de ácidos graxos mono e poli-insaturados, respectivamente, em óleo de sementes de abóboras da variedade *Cucurbita pepo* L. da Malásia.

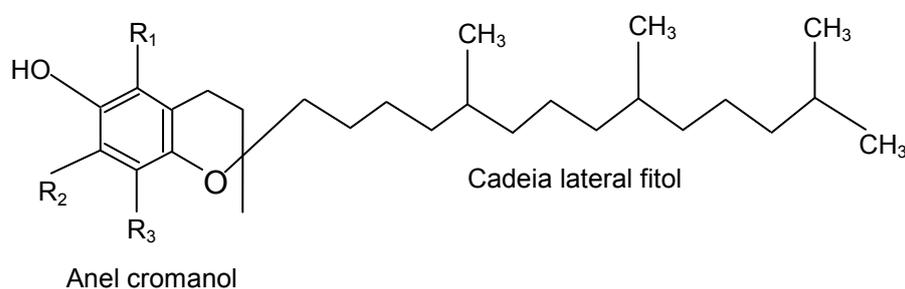
Fokou et al. (2009) analisando os óleos de sementes de abóboras das espécies *Cucurbita moschata* e *Cucurbita maxima*, provindas de diferentes regiões da República de Camarões, encontraram de 17,7-22,7% e 16,0-32,6% de ácido oleico e 44,4-56,5% e 46,3-60% de ácido linoleico, respectivamente, e Mitra, Ramaswamy e Chang (2009) analisando óleo de sementes de *Cucurbita maxima* encontraram como ácidos graxos majoritários o ácido linoleico (45,5%), seguido pelo oleico (29,5%), palmítico (13,8%) e esteárico (11,2%).

3.2. Tocoferóis

São compostos monofenólicos amarelo-claro, derivados do cromanol. Consistem de um núcleo básico formado por dois anéis, um fenólico e outro da criança heterocíclico, ligados a uma cadeia lateral saturada. Essa cadeia é de

natureza isoprênica constituída por 16 átomos de carbono, sendo responsável pela lipossolubilidade da vitamina E (INSTITUTE OF MEDICINE, 2000).

A nomenclatura desses compostos recebe os prefixos α , β , γ e δ (Figura 2) dependendo do número e da posição do radical metila ($-\text{CH}_3$) presente na sua molécula. O α -tocoferol é o mais encontrado nos alimentos e com maior atividade de vitamina E, enquanto o δ -tocoferol apresenta maior atividade antioxidante (DUNFORD, 2001; ISNARDY; WAGNER; ELMADFA, 2003; KAMAL-ELDIN; APPELQVIST, 1996).



Composto	R ₁	R ₂	R ₃
α -tocoferol	$-\text{CH}_3$	$-\text{CH}_3$	$-\text{CH}_3$
β -tocoferol	$-\text{CH}_3$	$-\text{H}$	$-\text{CH}_3$
γ -tocoferol	$-\text{H}$	$-\text{CH}_3$	$-\text{CH}_3$
δ -tocoferol	$-\text{H}$	$-\text{H}$	$-\text{CH}_3$

Figura 2 - Estrutura química do tocoferol.

São responsáveis pela ação vitamínica E *in vivo*, porém seus isômeros não são interconvertidos no organismo. Embora o α - e o γ -tocoferol sejam absorvidos, apenas o α -tocoferol é secretado do fígado para o plasma, enquanto o γ -tocoferol é metabolizado e excretado (COZZOLINO, 2005). Essa atividade vitamínica é resistente ao aquecimento e a ácidos, mas instável frente a álcalis, luz ultravioleta e oxigênio. É destruída quando em contato com gorduras rancificadas, chumbo e ferro (KRUMMEL, 2010).

Além da atividade vitamínica, os tocoferóis atuam como antioxidantes lipossolúveis interruptores das reações dos radicais livres nas membranas

biológicas. Também protegem os ácidos graxos insaturados dentro dos fosfolipídios das membranas e nas lipoproteínas plasmáticas (CLARKSON; THOMPSON, 2000).

Essa função de antioxidante deve-se, principalmente, à sua capacidade de doar hidrogênios aos radicais livres, formando produtos relativamente estáveis e interrompendo a propagação em cadeia da auto-oxidação lipídica. Esse papel antioxidante é desempenhado de forma única, além disso, é o único antioxidante que tem habilidade de regenerar-se continuamente pela ação da vitamina C ou da glutadiona reduzida (TRABER, 2007). A Figura 3 mostra as etapas envolvidas na auto-oxidação lipídica e a ação antioxidante do tocoferol.

Iniciação: $AGP \longrightarrow R^\bullet$

Propagação: $R^\bullet + O_2 \longrightarrow ROO^\bullet$
 $ROO^\bullet + AGP \longrightarrow R^\bullet + ROOH$

Terminação: $R^\bullet + T \longrightarrow T^\bullet + ROOH$

Regeneração: $T^\bullet + C \longrightarrow T + C^\bullet$
 $T^\bullet + GSH \longrightarrow T + GSSG$

AGP: ácido graxo poli-insaturado; R^\bullet : radical; ROO^\bullet : radical peroxila; T: tocoferol; T^\bullet : radical tocoferila; ROOH: hidroperóxido; C: ácido ascórbico; C^\bullet : radical ascorbila; GSH: glutadiona reduzida; GSSG: glutadiona.

Figura 3 - Oxidações e reação antioxidante envolvendo tocoferol.

Os tocoferóis estão presentes naturalmente nos óleos vegetais em concentrações próximas as de máxima atividade antioxidante, assim, a suplementação de tocoferol parece não contribuir efetivamente para a estabilidade oxidativa dos mesmos (KAMAL-ELDIN; APPELQVIST, 1996; SCHMIDT; POKORNÝ, 2005).

Murkovic et al. (2004) investigaram algumas mudanças químicas que ocorreram nas sementes de abóboras (*Cucurbita pepo* L.) durante o processo de secagem para a obtenção de óleo. Embora o conteúdo de vitamina E não tenha permanecido constante, o óleo apresentou teor médio de 3,75% de α -tocoferol e de

38,3% de γ -tocoferol. Stevenson et al. (2007) encontraram de 27 a 75 $\mu\text{g/g}$ de α -tocoferol e 75 a 493 $\mu\text{g/g}$ de γ -tocoferol em óleo de sementes de abóboras *Cucurbita maxima* cultivadas nos Estados Unidos.

Rafalowski et al. (2008) analisaram óleos vegetais do comércio local da Polônia, e o de sementes de abóboras apresentou um conteúdo de 10,37% de α -tocoferol e 48,57% de γ -tocoferol, valores comparáveis aos encontrados por Aued-Pimentel et al. (2004).

Nyam et al. (2009) averiguaram em *Cucurbita pepo* L. a presença de 80,65 mg/100 g de tocoferóis totais, com destaque para o γ -tocoferol com 61,32 mg/100 g. Esta elevada porcentagem de γ -tocoferol iguala as sementes de abóboras a outras sementes oleaginosas de alto potencial antioxidante.

3.3. Carotenoides

São compostos lipossolúveis, sintetizados unicamente por vegetais, formando um dos mais importantes grupos de pigmentos encontrados na natureza (OLIVER; PALOU, 2000; SANDERS, 1994). Estruturalmente são poli-isoprenoides, possuem cerca de quarenta átomos de carbono e apresentam amplo sistema de duplas ligações, podendo ser oxidados, tanto química quanto biologicamente (AGOSTINI; CECCHI; GODOY, 1996). Podem ser divididos em dois grandes grupos, os das xantofilas e os dos carotenos, considerando a presença ou não de oxigênio em sua estrutura, respectivamente (THANE; REDDY, 1997).

A composição dos carotenoides em vegetais é afetada por diversos fatores, tais como a variedade, parte do vegetal que é consumido, grau de maturação, clima, tipo de solo, condições de cultivo e colheita, área geográfica da produção, processamento e armazenamento (SHI et al., 2010; SHILS et al., 2003). Os principais carotenoides, presentes nos vegetais, com potencial aplicação em alimentos funcionais são o α - e β -caroteno, a luteína, a zeaxantina e o licopeno (MEYERS, 1994). Algumas estruturas estão demonstradas na Figura 4.

São responsáveis pela coloração de frutos e vegetais que vão do amarelo ao vermelho. A habilidade dos carotenoides de absorver luz na região visível e conseqüentemente de apresentar cor deve-se à presença de pelo menos sete duplas ligações conjugadas (RODRÍGUEZ-AMAYA, 1997).

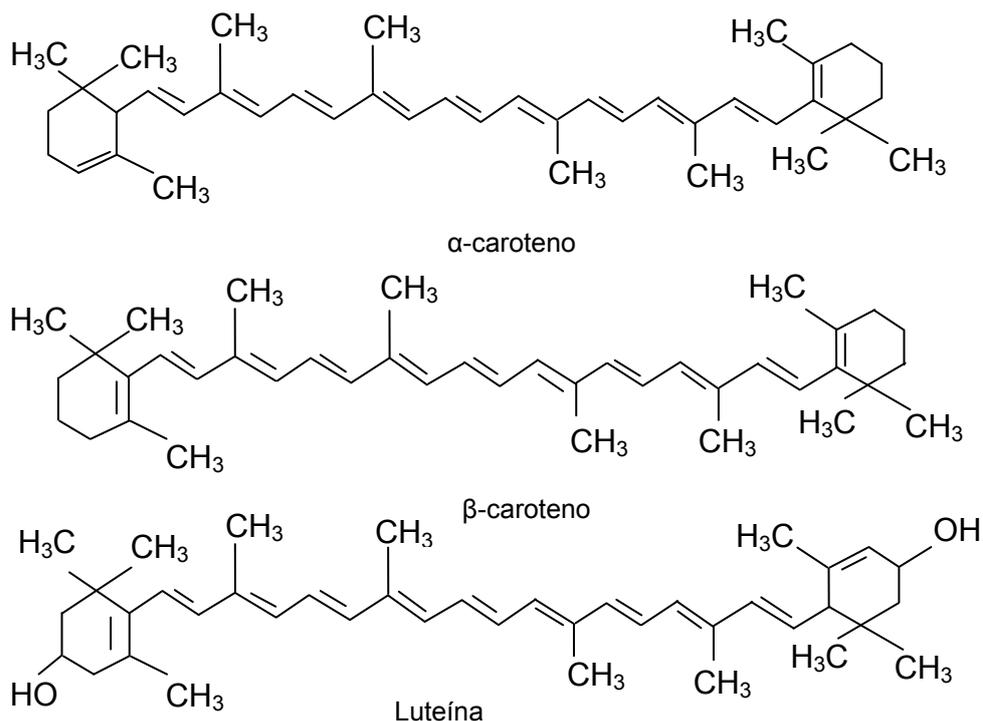


Figura 4 - Estrutura química de alguns carotenoides.

Além dessa função, possuem atividade de pró-vitamina A, sendo que a exigência mínima para um carotenoide possuir essa atividade é ter um anel- β não substituído, com uma cadeia poliênica de 11 carbonos. Destaca-se nesta função o β -caroteno, por ser capaz de originar duas moléculas de vitamina A (RODRIGUEZ-AMAYA; KIMURA; AMAYA-FARFAN, 2008).

Essa transformação em vitamina A pode ocorrer por dois mecanismos, sendo a clivagem simétrica, onde o carotenoide é dividido ao meio, e a clivagem assimétrica, onde segmentos são retirados de uma das extremidades da molécula de carotenoide, formando apocarotenoides e retinal (AMBRÓSIO; CAMPOS; FARO, 2006).

Esta vitamina é essencial para a visão noturna, o crescimento, o desenvolvimento e a manutenção do tecido epitelial, além de possuir função imunológica (EL-BEITUNE et al., 2003; MELÉNDEZ-MARTÍNEZ; VICARIO; HEREDIA, 2004).

São também considerados antioxidantes, podendo reduzir as taxas de fotoxidação e a oxidação das lipoproteínas de baixa densidade, sendo observada alta relação entre as concentrações de carotenoides no plasma humano e menor nível de dano oxidativo ao DNA (AZEREDO; FARIA, 2003; MØLLER; LOFT, 2004).

Além disso, há indícios de que os carotenoides em associação com outros componentes dos frutos apresentam efeito protetor contra algumas doenças crônicas. Por exemplo, o efeito sinérgico entre β -caroteno e vitaminas C e E foi observado na proteção celular, provavelmente decorrente da capacidade do β -caroteno em destruir os radicais livres e reparar os radicais de tocoferol produzidos pela ação do α -tocoferol (UENOJO; MARÓSTICA JÚNIOR; PASTORE, 2007).

A partir de evidências científicas, baseadas em estudos epidemiológicos e em ensaios experimentais recentes e da elucidação dos mecanismos de atuação de fitoquímicos relacionados à maior proteção contra o câncer, conclui-se que a alimentação rica em fontes hortifrutíferas de carotenoides representa uma possibilidade de proteção contra o desenvolvimento do câncer, enquanto isso não acontece por meio de suplementação (GOMES, 2007).

Rodriguez-Amaya, Kimura e Amaya-Farfan (2008) constataram que algumas variedades de *Cucurbita maxima* são boas fontes de carotenoides, principalmente de luteína e β -caroteno, e que algumas variedades de *Cucurbita moschata*, como a Menina Brasileira, possuem elevados teores de β -caroteno quando comparados com as espécies híbridas de abóboras. Isso é confirmado por estudos realizados por Kandlakunta, Rajendran e Thingnganing (2008), que avaliando o conteúdo de carotenoides totais e β -caroteno verificaram a presença de 2120 μg de carotenoides totais e 1180 μg de β -caroteno em 100 g de abóboras amarelas (*Cucurbita maxima*). Enquanto Aruna, Mamatha e Baskaran (2009), avaliando também uma porção de 100 g de abóboras da espécie *Cucurbita maxima* de uma variedade indiana encontraram 10620 μg de luteína e 278 μg de zeaxantina. Porém, além da polpa do fruto, as sementes também são ricas em carotenoides, conforme observado por Tuberoso et al. (2007) que quantificaram β -caroteno em óleos prensados a frio de sementes de linhaça, uva, milho, amendoim, abóbora, canola, soja, girassol e oliva, sendo que quantidades significativas foram encontradas apenas nos óleos de oliva (6,9 mg/kg), abóbora (5,7 mg/kg) e canola (1,7 mg/kg). Rafalowski et al. (2008) identificaram um conteúdo de 15% de β -caroteno em óleo comercial de sementes de abóboras produzido na Polônia.

3.4. Compostos fenólicos

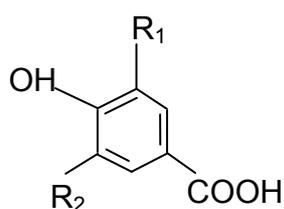
São originários do metabolismo secundário das plantas, sendo quimicamente definidos como substâncias que possuem um anel aromático com um ou mais substituintes hidroxílicos, incluindo grupos funcionais tais como ésteres metílicos e glicosídeos. São essenciais no crescimento e reprodução dos vegetais, além de atuarem como agentes antipatogênicos e contribuírem na pigmentação (SHAHIDI; NACZK, 1995).

Embora apresentem uma grande diversidade estrutural, os fenólicos são classificados em dois grandes grupos: os flavonoides e os não flavonoides. Os flavonoides são os que apresentam a estrutura química $C_6-C_3-C_6$, e os não flavonoides são os C_6-C_1 (ácidos hidroxibenzoico, gálico e elágico), C_6-C_3 (ácidos caféico e *p*-cumárico) e $C_6-C_2-C_6$ (*trans*-resveratrol, *cis*-resveratrol e *trans*-resveratrol-glucosídeo) (MELO; GUERRA, 2002).

A distribuição desses compostos nas frutas e hortaliças depende de diversos fatores como a ordem, família e espécie delas, além do grau de acesso à luminosidade, especialmente raios ultravioletas, pois a formação dos flavonoides é acelerada pela luz. São responsáveis pela cor, adstringência e aroma das frutas e hortaliças (AHERNE; O'BRIEN, 2002; SHAHIDI; NACZK, 1995).

Em sementes oleaginosas, 30% dos compostos fenólicos encontrados são de ácidos fenólicos. São divididos em derivados do ácido hidroxibenzoico e do ácido hidroxicinâmico, sendo os mais frequentes o caféico, gálico, vanílico, ferúlico, *p*-cumárico e *p*-hidroxibenzoico (ROBBINS, 2003; SHAHIDI; NACZK, 1995; ZAMBIAZI; ZAMBIAZI, 2000). Na Figura 5 estão apresentadas as estruturas químicas de alguns ácidos fenólicos derivados do ácido hidroxibenzoico (A) e do hidroxicinâmico (B).

Porém, se encontram também quantidades de taninos e de cumarinas, que são considerados compostos fenólicos antinutricionais pelo fato de formarem complexos, principalmente com proteínas, podendo diminuir a digestibilidade protéica, além de promoverem baixa biodisponibilidade de carboidratos, minerais e vitaminas (NAVES et al., 2010).

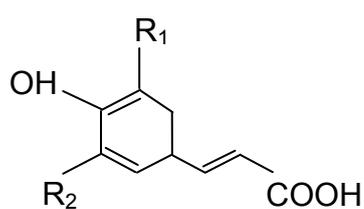


(A)

Ácido p-hidroxibenzoico: $R_1 = R_2 = H$

Ácido vanílico: $R_1 = CH_3O$, $R_2 = H$

Ácido gálico: $R_1 = R_2 = OH$



(B)

Ácido p-cumárico: $R_1 = R_2 = H$

Ácido caféico: $R_1 = H$, $R_2 = OH$

Ácido ferúlico: $R_1 = CH_3O$, $R_2 = H$

Figura 5 - Estrutura química dos principais ácidos fenólicos derivados dos ácidos hidroxibenzoico (A) e hidroxicinâmico (B).

Os compostos fenólicos têm recebido atenção nos últimos anos por sua ação antioxidante, inibindo a peroxidação lipídica e a lipoxigenase *in vitro* (SOUSA et al., 2007). A Figura 6 ilustra o mecanismo de ação dos antioxidantes fenólicos.

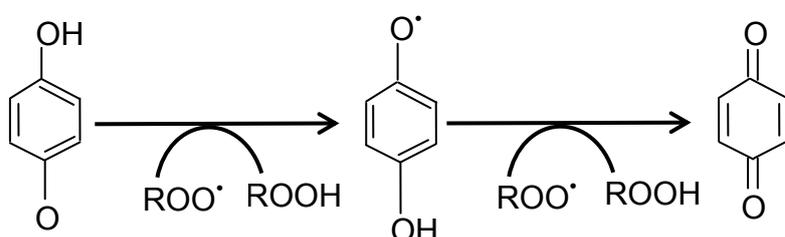


Figura 6 - Estabilização do radical antioxidante por ressonância.

Fonte: Shahidi e Naczk (2004).

Os antioxidantes fenólicos competem com os lipídios pela formação de novos radicais. Assim, reagem com os radicais por doação de um átomo de hidrogênio, detendo a reação de propagação em cadeia pela formação de compostos inativos e o radical do antioxidante é estabilizado por ressonância (SIMIC; JAVONOVIC; NIKI, 1992).

Além disso, a ingestão diária de antioxidantes fenólicos tem desempenhado um papel importante na redução do risco de desenvolvimento de patologias como aterosclerose, doenças cardiovasculares, cânceres, infecções e mal de Alzheimer. Possuem também ação antimicrobiana e antiviral (AKYÖN, 2002; FRUHWIRTH; HERMETTER, 2007).

Del-Vechio et al. (2005) encontraram de 2,25-3,42 e de 2,49-5,34 mg/100 g de polifenóis em sementes de abóboras *in natura* e tostadas, respectivamente. Valores semelhantes foram encontrados por Naves et al. (2010) que analisaram sementes de *Cucurbita maxima in natura* e cozidas em água e encontraram 2,1 e 2,4 mg/100 g de polifenóis, respectivamente. A diferença de valores encontrados entre os tratamentos dados às sementes ocorreu devido à presença de cumarinas, que se formam quando as sementes são aquecidas.

Hamed et al. (2008) encontraram 125 e 228 mg/100 g de taninos em sementes de abóboras tostadas e *in natura*, respectivamente, providas do Sudão. Pericin et al. (2009) encontraram 34,7% do ácido *p*-hidroxibenzoico na torta das sementes de abóboras (*Cucurbita pepo* L.), baseado no conteúdo de ácidos fenólicos totais.

Por outro lado, Nyam et al. (2009) estudando o óleo de sementes de abóboras da variedade *Cucurbita pepo* L. da Malásia encontraram 1,87% de ácidos fenólicos, dentre os quais se destaca o ácido vanílico. Haiyan et al. (2007) quantificaram compostos fenólicos totais em óleos de sementes de camélia, abóbora e abacate. Com exceção do óleo de abacate, os óleos brutos apresentaram quantidades de compostos fenólicos totais superiores aos óleos refinados. Os autores também verificaram nas sementes de abacate e abóbora conteúdo de fenólicos totais superiores aos seus respectivos óleos, o que leva a crer que apenas pequena parte dos fenólicos é transferida para o óleo durante a extração, pois depende da polaridade do solvente utilizado para este fim.

4. Considerações finais

As sementes de abóboras são ricas em proteínas, lipídios e fibras, além de possuírem compostos bioativos, tais como ácidos graxos essenciais, tocoferóis, carotenoides e compostos fenólicos.

Sabendo que o consumo regular dos compostos bioativos traz inúmeros benefícios à saúde, e que o tratamento térmico, principalmente o cozimento, reduz a quantidade dos compostos antinutricionais, é possível utilizar as sementes de abóboras na fortificação e/ou elaboração de alimentos ou como fontes viáveis de matéria-prima para a extração de óleos não convencionais, que podem ser utilizados em produtos industrializados, temperos de saladas ou cosméticos. Com isso,

diminuiria os custos operacionais das indústrias de processamento, os problemas de saúde pública e a poluição ambiental.

Tais circunstâncias explicam a importância de conduzir estudos da caracterização dos óleos de sementes de abóboras, visto que ainda são pouco investigados.

5. Referências bibliográficas

AGOSTINI, T. S.; CECCHI, H. M.; GODOY, H. T. Composição de carotenoides no marolo *in natura* e em produtos de preparo caseiro. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 16, n. 1, p. 67-71, 1996.

AHERNE, S. A.; O'BRIEN, N. M. Dietary flavonols: chemistry, food content and metabolism. **Nutrition**, New York, v. 18, n. 1, p. 75-81, 2002.

AKYÖN, Y. Effect of antioxidants on the immune response of *Helicobacter pylori*. **Clinical Microbiology and Infection**, Ankara, v. 8, n. 7, p. 438-441, 2002.

AMBRÓSIO, C. L. B.; CAMPOS, F. A. C. S.; FARO, Z. P. Carotenoides como alternativa contra a hipovitaminose A. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 19, n. 2, p. 233-243, 2006.

APPLEQUIST, W. L. et al. Comparative fatty acid content of seeds of four *Cucurbita* species grown in a common (shared) garden. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v. 19, n. 6-7, p. 606-611, 2006.

ARUNA, G.; MAMATHA, B. S.; BASKARAN, V. Lutein content of selected Indian vegetables and vegetable oils determined by HPLC. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v. 22, n. 7-8, p. 632-636, 2009.

AUED-PIMENTEL, S. A. et al. Composição de ácidos graxos e tocoferóis em óleos especiais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 19., 2004, Recife. **Anais...** Recife: Centro de Convenções, 2004. CD-Rom.

AZEREDO, H. M. C.; FARIA, J. A. F. Considerações sobre o uso de carotenoides como oxidantes em óleos vegetais. **Óleos & Grãos**, São Caetano do Sul, v. 10, n. 74, p. 34-36, 2003.

BARROSO, A. P. S. Caracterização físico-química do mesocarpo da melancia (*Citrullus lanatus*) cultivada no vale do São Francisco. In: CONGRESSO DE PESQUISA E INOVAÇÃO DA REDE NORTE NORDESTE DE EDUCAÇÃO

TECNOLÓGICA, 3., 2008, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2008. CD-Rom.

BASCO, C. A. et al. **Situação em 2009 e perspectivas da agricultura no Brasil para 2010**. Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA), 2009.

CERQUEIRA, P. M. et al. Efeito da farinha de semente de abóbora (*Cucurbita maxima* L.) sobre o metabolismo glicídico e lipídico em ratos. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 21, n. 2, p. 129-136, 2008.

CLARKSON, P. M.; THOMPSON, H. S. Antioxidants: what role do they play in physical activity and health? **American Journal of Clinical Nutrition**, New York, v. 72, n. 2, p. 637S-646S, 2000. Supplement.

CODEX ALIMENTARIUM COMMISSION. **Codex Stan 72**: codex standard for infant formula. Rome, 2008.

COELHO, M. A. Z. et al. Aproveitamento de resíduos agroindustriais: produção de enzimas a partir da casca de coco verde. **Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 19, n. 1, p. 33-42, 2001.

COZZOLINO, S. M. F. Vitamina E (Tocoferol). In: COZZOLINO, S. M. F. **Biodisponibilidade de nutrientes**. Barueri: Manole, 2005. p. 272-288.

CRUZ, R. C. B. et al. Toxicity evaluation of *Cucurbita maxima* seed extract in mice. **Pharmaceutical Biology**, Lisse, v. 44, n. 4, p. 301-303, 2006.

DAMIANI, C. et al. Análise física, sensorial e microbiológica de geléias de manga formuladas com diferentes níveis de cascas em substituição à polpa. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 5, p. 1418-1423, 2008.

DAS, U. N. Essential fatty acids: biochemistry, physiology and pathology. **Biotechnology Journal**, Weinheim, v. 1, n. 4, p. 420-439, 2006.

DEL-VECHIO, G. et al. Efeito do tratamento térmico em sementes de abóboras (*Cucurbita sp.*) sobre os níveis de fatores antinutricionais e/ou tóxicos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 2, p. 369-376, 2005.

DUNFORD, N. T. Health benefits and processing of lipid-based nutritionals. **Food Technology**, Chicago, v. 55, n. 11, p. 38-44, 2001.

EL-BEITUNE, P. et al. Deficiência da vitamina A e associações clínicas: revisão. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, v. 53, n. 4, p. 355-363, 2003.

FADAVI, A.; BARZEGAR, M.; AZIZI, M. H. Determination of fatty acids and total lipid content in oilseed of 25 pomegranates varieties grown in Iran. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v. 19, n. 6, p. 676-680, 2006.

FERNANDES, J. B. et al. Extrações de óleos de sementes de citros e suas atividades sobre a formiga cortadeira *Atta sexdens* e seu fungo simbiote. **Química Nova**, São Paulo, v. 25, n. 6, p. 1091-1095, 2002.

FERRARI, R. A.; COLUSSI, F.; AYUB, R. A. Caracterização de subprodutos da industrialização do maracujá: aproveitamento das sementes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 101-102, 2004.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3. ed. Viçosa: Editora da Universidade Federal de Viçosa, 2008. 421 p.

FOKOU, E. et al. Chemical properties of some *Cucurbitaceae* oils from Cameroon. **Pakistan Journal of Nutrition**, Faisalabad, v. 8, n. 9, p. 1325-1334, 2009.

FONSECA, J. M. No mundo das abóboras. **O Gorgulho**: boletim informativo sobre biodiversidade agrícola, Lisboa, v. 4, n. 9, p. 15-18, 2008.

FRUHWIRTH, G. O.; HERMETTER, A. Seeds and oil of the Styrian oil pumpkin: components and biological activities. **Europe Journal of Lipid Science and Technology**, Weinheim, v. 109, n. 1, p. 1128-1140, 2007.

GOMES, F. S. Carotenoides: uma possível proteção contra o desenvolvimento de câncer. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 20, n. 5, p. 537-548, 2007.

HAIYAN, Z. et al. Endogenous biophenol, fatty acid and volatile profiles of selected oils. **Food Chemistry**, London, v. 100, n. 4, p. 1544-1551, 2007.

HAMED, S. Y. et al. Nutritional evaluation and physiochemical properties of processed pumpkin (*Telfairia occidentalis Hook*) seed flour. **Pakistan Journal of Nutrition**, Faisalabad, v. 7, n. 2, p. 330-334, 2008.

INSTITUTE OF MEDICINE (IOM). Vitamin E. In: INSTITUTE OF MEDICINE. **Dietary references intakes for vitamin C, vitamin E, selenium and carotenoids**. Washington: National Academy Press, 2000. p. 186-283.

ISNARDY, B.; WAGNER, K. H.; ELMADFA, I. Effects of α -, γ -, and δ -tocopherols on the autoxidation of purified rapeseed oil triacylglycerols in a system containing low oxygen. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 51, n. 26, p. 7775-7780, 2003.

KAMAL-ELDIN, A.; APPELQVIST, L. A. The chemistry and antioxidant properties of tocopherols and tocotrienols. **Lipids**, Chicago, v. 31, n. 7, p. 671-701, 1996.

KANDLAKUNTA, B.; RAJENDRAN, A.; THINGNGANING, L. Carotene content of some common (cereals, pulses, vegetables, spices and condiments) and unconventional sources of plant origin. **Food Chemistry**, London, v. 106, n. 1, p. 85-89, 2008.

KRUMMEL, D. Lipídios. In: MAHAN, L. K.; ESCOTT-STUMP, S. (Ed.). **Krause: alimentos, nutrição e dietoterapia**. São Paulo: Roca, 2010. p. 49-62.

LAUFENBERG, G.; KUNZ, B.; NYSTROEM, M. Transformation of vegetable waste into value added products: (A) the upgrading concept; (B) practical implementations. **Bioresource Technology**, v. 87, n. 2, p. 167-198, 2003.

LUIZA, D. M. M.; JORGE, N. Composição centesimal, potencial antioxidante e perfil de ácidos graxos de sementes de jabolão (*Syzygium cumini* L.). **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 40, n. 2, p. 219-223, 2009.

MACIEL, D. C. G. et al. Produção de sabonete translúcido utilizando óleos das sementes de mamão hawai (*Carica papaya*) como matéria-prima saponificável. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Ponta Grossa, v. 4, n. 1, p. 72-79, 2010.

MALACRIDA, C. R. et al. Composição química e potencial antioxidante de extratos de sementes de melão amarelo em óleo de soja. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 38, n. 4, p. 372-376, 2007.

MARTIN, C. A. et al. Ácidos graxos poli-insaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 19, n. 6, p. 761-770, 2006.

MATSUURA, F. C. A. U. **Estudo do albedo de maracujá e de seu aproveitamento em barra de cereais**. Campinas, 2005. 89 f. Tese (Doutorado em Engenharia) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

MELÉNDEZ-MARTÍNEZ, A. J.; VICARIO, I. M.; HEREDIA, F. J. Importancia nutricional de los pigmentos carotenoides. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, v. 54, n. 2, p. 149-154, 2004.

MELO, E. A.; GUERRA, N. B. Ação antioxidante de compostos fenólicos naturalmente presentes em alimentos. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 36, n. 1, p. 1-11, 2002.

MEYERS, P. S. Developments in world aquaculture, feed formulation and role of carotenoids. **International Union of Pure and Applied Chemistry**, Genebra, v. 66, n. 5, p. 1069-1076, 1994.

MITRA, P.; RAMASWAMY, H. S.; CHANG, K. S. Pumpkin (*Cucurbita maxima*) seed oil extraction using supercritical carbon dioxide and physicochemical properties of the oil. **Journal of Food Engineering**, Amsterdam, v. 95, n. 1, p. 208-213, 2009.

MØLLER, P.; LOFT, S. Interventions with antioxidants and nutrients in relation to oxidative DNA damage and repair. **Mutation Research**, Amsterdam, v. 551, n. 1-2, p. 79-89, 2004.

MORAES, F. P.; COLLA, L. M. Alimentos funcionais e nutracêuticos: definições, legislação e benefícios à saúde. **Revista Eletrônica de Farmácia**, Goiânia, v. 3, n. 2, p. 109-122, 2006.

MORROW, J. D. et al. The isoprostanes: unique prostaglandin-like products of free radical-initiated lipid peroxidation. **Drug Metabolism Reviews**, New York, v. 31, n. 1, p. 117-139, 1999.

MURKOVIC, M. et al. Changes in chemical composition of pumpkin seeds during the roasting process for production of pumpkin seed oil (part I: non-volatile compounds). **Food Chemistry**, London, v. 84, n. 3, p. 359-365, 2004.

NAVES, L. P. et al. Nutrientes e propriedades funcionais em sementes de abóbora (*Cucurbita maxima*) submetidas a diferentes processamentos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 1, p. 185-190, 2010. Suplemento.

NYAM, K. L. et al. Physicochemical properties and bioactive compounds of selected seed oils. **Food Science & Technology**, London, v. 42, n. 8, p. 1396-1403, 2009.

OLIVER, J.; PALOU, A. Chromatographic determination of carotenoids in foods. **Journal of Chromatographic A**, Amsterdam, v. 881, n. 1-2, p. 543-555, 2000.

PARRA, R. G. C.; DUAILIBI, S. R. Uso de alimentos funcionais: os principais e as quantidades necessárias para se obter o apelo de saudabilidade. In: TORRES, E. A. F. S. (Ed.) **Alimentos do milênio: importância dos transgênicos, funcionais e fitoterápicos para a saúde**. São Paulo: Signus Editora, 2002. p. 1-14.

PERICIN, D. et al. The distribution of phenolic acids in pumpkin's hull-less seed, skin, oil cake meal, dehulled kernel and hull. **Food Chemistry**, London, v. 113, n. 2, p. 450-456, 2009.

PUMAR, M.; SAMPAIO, C. R. P.; FREITAS, M. C. J. Estudo comparativo das abóboras baiana (*Cucurbita moschata*) e moranga (*Cucurbita máxima*): frações e

composição química das farinhas de semente. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS, 6., 2005, Campinas. **Anais...** Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2005. Cd Rom.

RAFALOWSKI, R. et al. Fatty acid composition, tocopherols and β -carotene content in Polish commercial vegetable oils. **Pakistan Journal of Nutrition**, Faisalabad, v. 7, n. 2, p. 278-282, 2008.

REDA, S. Y. et al. Caracterização dos óleos das sementes de limão rosa (*Citrus limoniaosbeck*) e limão siciliano (*Citrus limon*), um resíduo agroindustrial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 4, p. 672-676, 2005.

ROBBINS, R. J. Phenolic acids in foods: an overview of analytical methodology. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 51, n. 10, p. 2866-2887, 2003.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Carotenoides: estrutura, propriedades e funções. In: RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; PASTORE, G. M. (Eds.). **Ciência de alimentos: avanços e perspectivas na América Latina**. Campinas: Fundação Cargill, 1997. p. 21-31.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M.; AMAYA-FARFAN, J. **Fontes brasileiras de carotenoides**: tabela brasileira de composição de carotenóides em alimentos. 2. ed. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2008. 99 p.

RUBATZKY, V. E.; YAMAGUCHI, M. **World vegetables**: principles, production, and nutritive values. 2. ed. New York: Chapman & Hall, 1999. 843 p.

RYAN, E. et al. Phytosterol, squalene, tocopherol content and fatty acid profile of selected seeds, grains and legumes. **Plant Foods for Human Nutrition**, Dordrecht, v. 62, n. 3, p. 85-91, 2007.

SANDERS, T. A. B. Dietary fat - weighing up the pros and cons. **Nutrition & Food Science**, London, v. 94, n. 5, p. 9-13, 1994.

SCHIEBER, A.; STINTZING, F. C.; CARLE, R. By-products of plant food processing as a source of functional compounds: recent developments. **Trends Food Science Technology**, Cambridge, v. 12, n. 1, p. 401-413, 2001.

SCHMIDT, S.; POKORNÝ, J. Potential application of oilseeds as sources of antioxidants for food lipids - a review. **Czech Journal of Food Science**, Praha, v. 23, n. 3, p. 93-102, 2005.

SHAHIDI, F.; NACZK, M. **Food phenolics**: sources, chemistry, effects and applications. Lancaster: Technomic, 1995.

SHAHIDI, F.; NACZK, M. Antioxidant properties of food phenolics. In: SHAHIDI, F.; NACZK, M. **Phenolics in food and nutraceuticals**. New York: CRC, 2004. p. 403-442.

SHI, J. et al. Effects of supercritical CO₂ fluid parameters on chemical composition and yield of carotenoids extracted from pumpkin. **Food Science & Technology**, London, v. 43, n. 1, p. 39-44, 2010.

SHILS, M. E. et al. **Tratado de nutrição moderna na saúde e na doença**. 9. ed. São Paulo: Manole, 2003. 1026 p.

SILVA, J. B.; SCHLABITZ, C.; SOUZA, C. F. V. Utilização tecnológica de semente de abóbora na elaboração de biscoitos fontes de fibra alimentar e sem adição de açúcar. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Ponta Grossa, v. 4, n. 1, p. 58-71, 2010.

SIMIC, M. G.; JAVONOVIC, V.; NIKI, E. Mechanisms of lipid oxidative processes and their inhibition. In: ALLEN, J. A. **Lipid oxidation in food**. New York: American Chemical Society, 1992. p. 14-32.

SOUSA, C. M. M. et al. Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 2, p. 351-355, 2007.

STEVENSON, D. G. et al. Oil and tocopherol content and composition of pumpkin seed oil in 12 cultivars. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Chicago, v. 55, n. 10, p. 4005-4013, 2007.

TAKEMOTO, E. et al. 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.

THANE, C.; REDDY, S. Processing of fruit and vegetables: effect on carotenoids. **Nutrition & Food Science**, London, v. 97, n. 2, p. 58-65, 1997.

THOMAS, T. R. et al. Effects of omega-3 fatty acid supplementation and exercise on low-density lipoprotein and high-density lipoprotein subfractions. **Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, Maryland, v. 53, n. 6, p. 749-754, 2004.

TIMOFIECSYK, F. C.; PAWLOWSKY, U. Minimização de resíduos na indústria de alimentos: revisão. **Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 18, n. 2, p. 221-236, 2000.

TINOCO, S. M. B. et al. Importância dos ácidos graxos essenciais e os efeitos dos ácidos graxos *trans* do leite materno para o desenvolvimento fetal e neonatal. **Caderno Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 3, p. 525-534, 2007.

TRABER, M. G. Vitamin E. In: ZEMPLENI, J.; RUCKER, R. B.; SUTTIE, J. W.; MCCORMICK, D. B. (Eds.). **Handbook of vitamins**. Boca Raton: CRC Press, 2007. cap.4, p.153-174.

TRUCOM, C. **A importância da linhaça na saúde**. 1. ed. São Paulo: Alaúde, 2006. 152 p.

TUBEROSO, C. I. G. et al. Determination of antioxidant compounds and antioxidant activity in commercial oilseeds for food use. **Food Chemistry**, London, v. 103, n. 4, p. 1494-1501, 2007.

TURATTI, J. M. Óleos vegetais como fonte de alimentos funcionais. **Óleos & Grãos**, São Caetano do Sul, v. 10, n. 56, p. 20-27, 2000.

TURATTI, J. M.; GOMES, R. A. R.; ATHIÉ, I. **Lipídeos**: aspectos funcionais e novas tendências. 21. ed. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 2002. 69 p.

UENOJO, M.; MARÓSTICA JÚNIOR, M. R.; PASTORE, G. M. Carotenoides: propriedades, aplicações e biotransformação para formação de compostos de aroma. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 616-622, 2007.

VIDAL, M. D. **Potencial fisiológico e tamanho de sementes de abóbora**. 2007. 59 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2007.

ZAMBIAZI, R. C.; ZAMBIAZI, M. W. Vegetable oil oxidation: effect of endogenous components. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 34, n. 1, p. 22-32, 2000.

Capítulo 2

Composição centesimal de sementes de abóboras (*Cucurbita sp*) e caracterização físico-química dos óleos

Resumo

As sementes são consideradas resíduos agroindustriais, sendo assim, grande parte delas é subutilizada na forma de ração animal e/ou fertilizantes, embora poderiam ser utilizadas como fontes de macro e micronutrientes e matéria-prima para a extração de óleos vegetais. Os óleos têm grande importância para a dieta humana, pois constituem a maior fonte de energia e de compostos bioativos. Com isso, o presente trabalho teve como objetivos caracterizar as sementes de abóboras (*Cucurbita sp*) das variedades Nova Caravela, Mini Paulista, Menina Brasileira (*Cucurbita moschata*) e Moranga de Mesa (*Cucurbita maxima*) quanto a composição centesimal e os óleos quanto as propriedades físico-químicas, incluindo o perfil de ácidos graxos. As análises foram realizadas de acordo com os métodos oficiais da American Oil Chemists' Society e Association of Official Agricultural Chemists. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as diferenças entre as médias foram testadas a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Quanto aos teores de lipídios e proteínas sobressaíram as variedades Moranga de Mesa (42,29%) e Menina Brasileira (34,89%). Todas as variedades apresentaram quantidades significativas de cinzas, variando de 3,39 a 4,53%. Com relação às propriedades físico-químicas, os óleos apresentaram valores dentro das faixas características para óleos vegetais comestíveis. O óleo de sementes da variedade Nova Caravela destacou-se por apresentar melhor qualidade, visto que mostrou menores valores de ácidos graxos livres, índices de acidez e peróxidos. Porém, verificou-se que o óleo da variedade Moranga de Mesa foi o mais insaturado, devido aos elevados índices de refração e iodo, tendo sido também evidenciado menor valor de estabilidade oxidativa. Dentre os ácidos graxos insaturados, com variação de 70 a 78% do total obtido, se destacaram o linoleico e oleico, enquanto que entre os saturados foram o palmítico e o esteárico. Portanto, o consumo *in natura* ou a utilização para a produção de óleos é uma excelente alternativa para que as sementes de abóboras não sejam desperdiçadas.

Palavras-chave: resíduos industriais, óleos vegetais, propriedades físico-químicas, *Cucurbitaceae*.

Abstract

The seeds are considered as waste in food processing industries, so most are underutilized as animal feed and/or fertilizers, even though they could be used as sources of macro and micronutrients. and raw material for extraction of vegetable oils. They are very important for human diet, because they constitute the biggest source of energy and bioactive compounds. Thus, this study aimed to characterize the seeds of pumpkins (*Cucurbita sp*) from Nova Caravela, Mini Paulista, Menina Brasileira (*Cucurbita moschata*) and Moranga de Mesa (*Cucurbita maxima*) pumpkin varieties as to their chemical composition, and the oils as to their physicochemical properties, including the fatty acid profile. Analyses were performed according to the official methods of American Oil Chemists' Society and Association of Official Agricultural Chemists. The results were subjected to variance analysis and differences between means were tested at 5% probability, by Tukey test. As for lipids and proteins, Moranga de Mesa (42.29%) and Menina Brasileira (34.89%) varieties are highlighted. All varieties showed significant amount of ashes, ranging from 3.39 to 4.53%. About the physicochemical properties, the oils showed values within the range for edible vegetable oils. The oil from variety Nova Caravela stood out for presenting better quality, since it showed lower values of free fatty acids, acidity and peroxides value. However, it was found that the Moranga de Mesa oil was the most unsaturated, due to the high refractive and iodine index, was also reported smaller oxidative stability. Among the unsaturated fatty acids, ranging from 70 to 78% of the total obtained, linoleic and oleic acids stood out, while among saturated ones, palmitic and stearic did. Therefore, fresh consumption or used for the production of oils is a great alternative to pumpkin seeds are not wasted.

Keywords: industrial waste, vegetable oils, physicochemical properties, *Cucurbitaceae*.

1. Introdução

O volume de exportação de frutas nacionais diminuiu 11,6% no ano passado, aumentando assim, a quantidade de frutas processadas, principalmente para a produção de sucos (BASCO et al., 2009). A indústria de alimentos utiliza apenas 40-50% dos frutos, sendo o restante considerado resíduos agroindustriais, como cascas, sementes e bagaços, os quais estão propensos à degradação microbiológica, restringindo uma exploração futura. Por outro lado, os custos de secagem, armazenamento e transporte destes subprodutos também são fatores economicamente limitantes (SCHIEBER; STINTZING; CARLE, 2001).

Com isso, uma maior atenção tem sido dada à utilização desses resíduos, porque agrega valor econômico à produção, contribui para a formulação de novos produtos alimentícios e minimiza o desperdício (NAVES et al., 2010). Dentre estes resíduos, se destacam as sementes, pois podem ser utilizadas tanto *in natura* quanto como matéria-prima para a extração de óleos vegetais.

O consumo de óleos vegetais tem aumentado no mundo todo, substituindo parte do consumo de gorduras animais. Embora tenham algumas especificidades no que se referem às características químicas, os óleos vegetais concorrem com as gorduras animais. Grande parte destes óleos é utilizada em processos industriais e na alimentação humana (NUNES, 2007).

A *Cucurbitaceae* ocupa lugar de destaque como uma das famílias mais importantes no domínio alimentício (BALDIN; CAETANO; LARA, 2002). Apesar da marginalização atual de algumas dessas espécies, tem sido um componente essencial na alimentação de comunidades rurais e algumas comunidades urbanas da América e de outras partes do mundo. Nesta família destacam-se o pepino (*Cucumis sativus* L.), o melão (*Cucumis melo* L.), a melancia (*Citrillus lanatus*) e as abóboras (*Cucurbita* sp) (VIDAL, 2007).

Seus frutos são ricos em carotenoides precursores de vitamina A ou com propriedades antioxidantes, como β -caroteno e luteína, além de possuírem quantidades consideráveis de macronutrientes. Suas sementes são consumidas em diversos países, pois são ricas em lipídios, proteínas, fibras, tiamina, niacina e micronutrientes e se caracterizam por possuírem diversos efeitos farmacológicos, como por exemplo, na prevenção de afecções da próstata (BALDIN; CAETANO; LARA, 2002; RODRIGUEZ-AMAYA; KIMURA; AMAYA-FARFAN, 2008).

A utilização de sementes de abóboras na medicina chinesa data do século XVII, com relatos no combate de parasitas intestinais, tratamento de problemas de vesícula e próstata (KALLUF, 2006). Porém, estudos realizados *in vivo* relataram efeitos alergênicos e de menor biodisponibilidade de macronutrientes, após o consumo de sementes de abóboras de algumas espécies, enquanto outros trabalhos efetuados *in vitro* mostraram que o extrato hidroalcoólico de sementes de abóboras, variedade Moranga, na dose de 5000 mg/kg, não acarreta toxicidade aguda e apresenta boa margem de segurança. Essa toxicidade ocorre devido a alguns compostos como cianetos, taninos e inibidores de tripsina que são considerados fatores antinutricionais e/ou tóxicos. Contudo, já foi evidenciado que o tratamento térmico, principalmente o cozimento, ajuda a diminuir a quantidade desses compostos (CERQUEIRA et al., 2008; CRUZ et al., 2006).

Outros estudos demonstraram que essas sementes podem ser consideradas fontes de proteínas e de lipídios por possuírem, em média, 32 e 45% destes macronutrientes, respectivamente. São ricas em ácidos graxos mono e poli-insaturados e vitaminas E e do complexo B, além de terem baixos teores de açúcares livres e amido, elevado teor de fibras em relação à algumas leguminosas, como feijão e lentilha, grande quantidade de magnésio, potássio, zinco, cálcio, fósforo e ferro e outras substâncias ainda desconhecidas (KALLUF, 2006).

Assim, estes resíduos podem ser utilizados na fortificação e/ou desenvolvimento de alimentos, bem como matéria-prima para extração de óleos, que pode ser utilizado para saladas em função de seu aroma e gosto característicos e por ser extraído a frio, mantém as propriedades particulares, evitando problemas ambientais e reduzindo os custos de produção, uma vez que as sementes não são utilizadas com estas finalidades (EL-SOUKKARY, 2001; FRUHWIRTH et al., 2003). Porém, ainda são escassos os estudos que caracterizam as sementes de frutos pertencentes à família *Cucurbitaceae* e os seus óleos, além do perfil de ácidos graxos.

2. Objetivos

O presente trabalho teve como objetivos caracterizar as sementes das principais abóboras (*Cucurbita sp*) cultivadas no Brasil e seus óleos por meio de sua composição centesimal, propriedades físico-químicas e perfil de ácidos graxos,

visando à utilização destas sementes para fins alimentícios e avaliando o potencial como fontes de óleos especiais.

3. Material e métodos

3.1. Material

3.1.1. Preparo das sementes

Foram utilizadas sementes de abóboras das variedades Nova Caravela, Mini Paulista, Menina Brasileira (*Cucurbita moschata*) e Moranga de Mesa (*Cucurbita maxima*), por serem as mais apreciadas pelos consumidores brasileiros.

Todas as sementes foram adquiridas no Estado de São Paulo, sendo a da variedade Nova Caravela cedida pela empresa Silvana Doces, localizada no distrito de Engenheiro Schmidt em São José do Rio Preto e as demais adquiridas no comércio local. As sementes foram coletadas mensalmente entre setembro e fevereiro, safra 2009/2010. Após serem retiradas dos frutos, as sementes foram selecionadas, utilizando-se apenas as inteiras e totalmente formadas e, em seguida, foram secas em local escuro à temperatura ambiente. No momento da extração dos óleos, as sementes foram trituradas em moinho de faca, marca Marconi, modelo MA340.

3.1.2. Extração dos óleos

Para a extração dos óleos das sementes de abóboras foi utilizado o método de Bligh & Dyer (1959), por ser eficaz na extração de lipídios totais, pois as classes polares e apolares são extraídas. Dez gramas de sementes foram pesados, sendo adicionados 25 mL de clorofórmio, 50 mL de metanol e 10 mL de água destilada, com agitação em *shaker* por 30 minutos. Em seguida, foram acrescentados 25 mL de clorofórmio e 25 mL de solução de sulfato de sódio 1,5%. Novamente a mistura foi agitada em *shaker* por 2 minutos e transferida para um funil de separação. Após a separação das fases, a fase inferior foi filtrada em balão de fundo chato utilizando papel de filtro contendo sulfato de sódio anidro. O solvente foi recuperado em evaporador rotativo a 40°C. O óleo foi transferido para vidro âmbar, inertizado com nitrogênio gasoso e acondicionado a -18°C até a realização das análises.

3.2. Métodos

3.2.1. Sementes

- Umidade, por secagem em estufa a vácuo a 70°C até a obtenção de peso constante, segundo o método Ca 2d-25 da AOCS (2009);
- Lipídios, por extração com éter de petróleo a 40-60°C utilizando um extrator Soxhlet, de acordo com o método Ai 3-75 AOCS (2009);
- Proteínas, por micro Kjeldahl de acordo com o método 984.13 AOAC (1995);
- Cinzas, por calcinação a 550°C de acordo com o método Ba 5a-49 AOCS (2009);
- Carboidratos totais, por diferença.

3.2.2. Óleos

- Ácidos graxos livres, expressos em % de ácido oleico, pelo método Cd 3d-63 proposto pela AOCS (2009);
- Índice de acidez, expresso em mg NaOH/g, pelo método Cd 3d-63 proposto pela AOCS (2009);
- Índice de peróxidos, expressos em milequivalentes de oxigênio ativo por quilograma de óleo, conforme o método Cd 8b-90 proposto pela AOCS (2009);
- Índice de refração, de acordo com o método Cc 7-25 proposto pela AOCS (2009), determinado a 40°C utilizando o refratômetro de Abbé;
- Índice de iodo, calculado como iodo absorvido por 100 gramas de amostra, segundo o método Cd 1c-85 proposto pela AOCS (2009);
- Índice de saponificação, expresso em miligramas de hidróxido de potássio por grama de óleo, sendo determinado pelo método Cd 3c-91 proposto pela AOCS (2009);
- Matéria insaponificável, expressa em porcentagem, conforme o método Ca 6b-53 proposto pela AOCS (2009);
- Índice de estabilidade oxidativa, expresso em horas, determinado segundo o método Cd 12b-92 proposto pela AOCS (2009) utilizando o Rancimat a 100°C, com fluxo de ar de 20 L/h;
- Perfil dos ácidos graxos, por cromatografia gasosa a partir das amostras esterificadas utilizando-se KOH metanólico, pelo método Ce 2-66 proposto pela AOCS (2009). Foi utilizado um cromatógrafo gasoso equipado com detector de

ionização de chama, sistema de injeção split e coluna capilar BPX 70 de 50 m de comprimento, 0,20 μm de espessura de filme e 0,25 mm de diâmetro interno. A programação de temperatura da coluna foi iniciada em 90°C por 10 min., aquecida a 10°C/min. até 195°C e mantida em isoterma durante 16 minutos. As temperaturas utilizadas no injetor e no detector foram de 230 e 250°C, respectivamente. As amostras foram injetadas no volume de 1 μL , adotando-se a razão de divisão de 1:30. O gás de arraste foi o hidrogênio com velocidade linear de 30 mL/min. Os ácidos graxos foram identificados pela comparação dos tempos de retenção de padrões puros de ésteres metílicos de ácidos graxos com os componentes separados das amostras e a quantificação foi feita por normalização de área (%). Utilizou-se como padrão uma mistura composta de 37 ésteres metílicos de ácidos graxos (Supelco, Bellefonte, USA), de C4:0 a C24:1, com pureza entre 99,1 e 99,9%.

3.3. Análise estatística

Os resultados obtidos das determinações analíticas, em triplicata, foram submetidos à análise de variância e as diferenças entre as médias foram testadas a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey (BANZATTO; KRONKA, 2006), por meio do programa ESTAT versão 2.0.

4. Resultados e discussão

As análises de variância para os dados da composição centesimal das sementes de abóboras, variedades Nova Caravela, Mini Paulista, Menina Brasileira e Moranga de Mesa estão apresentadas no Apêndice 1. Como observado, o teste F foi significativo ($p < 0,01$) para todas as variáveis, sendo então necessário proceder ao desdobramento, cujos resultados, em base seca, encontram-se na Tabela 1.

As sementes secas de abóboras apresentaram umidades abaixo de 10%. As diferenças nos valores demonstraram que os resultados dependem muito da variedade das abóboras e, principalmente, das condições de plantio, clima, solo, dentre outras.

Tabela 1 - Composição centesimal de sementes secas de abóboras.

Nutrientes	Variedades			
	Nova Caravela	Mini Paulista	Menina Brasileira	Moranga de Mesa
Umidade	6,80 ± 0,01 ^b	6,04 ± 0,04 ^c	7,38 ± 0,02 ^a	5,16 ± 0,01 ^d
Lipídios	40,63 ± 0,17 ^b	33,52 ± 0,06 ^c	30,68 ± 0,01 ^d	42,29 ± 0,09 ^a
Proteínas	32,98 ± 0,30 ^b	29,56 ± 0,23 ^c	34,89 ± 0,20 ^a	32,09 ± 0,28 ^b
Cinzas	4,11 ± 0,02 ^b	4,46 ± 0,01 ^a	4,53 ± 0,04 ^a	3,39 ± 0,04 ^c
Carboidratos totais*	15,48	26,43	22,53	17,08

Os resultados representam a média ± desvio padrão das análises realizadas em triplicata.

a, b... médias seguidas de mesmas letras nas linhas não diferem pelo teste de Tukey (p > 0,05).

*Calculado por diferença.

Durante a secagem ocorre à ruptura das paredes celulares com a perda de umidade, o que auxilia no processo de extração do óleo por solvente, tendo grande importância para o rendimento obtido. Na prática, as sementes são secas para obterem umidade abaixo de 10%, pois as sementes de abóboras com teor de água entre 2 e 10%, armazenadas em embalagens de polipropileno mantêm a maioria de suas características químicas e nutricionais inalteradas por vários meses (BELMIRO et al., 2010).

Todas as variedades apresentaram porcentagens elevadas de lipídios, oscilando de 30,68 a 42,29%. Estes valores indicam que as sementes analisadas são boas fontes de óleos, principalmente quando comparadas com outras sementes, como a soja, com média de 18-22% de lipídios, que é a mais utilizada para a produção brasileira de óleos vegetais (BAGGER et al., 1998).

As sementes também apresentaram elevadas quantidades de proteínas, realçando a variedade Menina Brasileira, com 34,89%. Essa fração protéica é formada por aminoácidos essenciais, como lisina, valina, treonina, etc. Devido ao elevado teor de proteínas, a farinha de sementes de abóboras pode ser utilizada como ingrediente para o enriquecimento de produtos de panificação, como bolos e biscoitos (BORGES; BONILHA; MANCINI, 2006).

Para os teores de cinzas, o valor adquirido para a espécie *Cucurbita maxima* foi de 3,39%; enquanto que para a espécie *Cucurbita moschata*, oscilou de 4,11 a 4,53%. Como o teor de cinzas indica a quantidade de minerais que a amostra possui, pode-se inferir que as sementes estudadas são ricas em micronutrientes como fósforo, magnésio, ferro, zinco, sódio e cálcio. Porém, quando as sementes passam por tratamento térmico, como cozimento, estudos demonstraram que esses teores podem diminuir (NAVES et al., 2010).

Quanto aos carboidratos totais, os valores obtidos oscilaram de 15,48 a 26,43%, pois se encontram interligados principalmente com as quantidades de lipídios e proteínas verificados nas diferentes variedades de sementes secas de abóboras. Estudos comprovaram que a adição de farinha de sementes de abóboras na elaboração de alimentos, como biscoitos, os tornam mais aceitáveis sensorialmente, além de enriquecerem quanto aos teores de fibras alimentares, podendo auxiliar na prevenção de doenças crônicas não transmissíveis (SILVA; SCHLABITZ; SOUZA, 2010). Outros estudos avaliaram o efeito da farinha de sementes da Moranga sobre o metabolismo glicídico e lipídico *in vitro* e concluíram

que sua utilização diminuiu significativamente os níveis de glicose e triglicerídios séricos. Os pesquisadores atribuíram esse resultado ao elevado teor de carboidratos presente nas sementes de abóboras (CERQUEIRA et al., 2008).

As análises de variância para os dados das propriedades físico-químicas dos óleos das sementes de abóboras, variedades Nova Caravela, Mini Paulista, Menina Brasileira e Moranga de Mesa estão apresentadas no Apêndice 2. Como observado, o teste F foi significativo ($p < 0,01$) para todas as variáveis estudadas, sendo então necessário proceder ao desdobramento, cujos resultados encontram-se na Tabela 2 e na Figura 1. Nota-se que os índices de peróxidos, refração e iodo, matéria insaponificável e estabilidade oxidativa possuem amostras que não diferiram estatisticamente pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

A porcentagem de ácidos graxos livres e o índice de acidez estão relacionados com o desenvolvimento de reações hidrolíticas no óleo. Observa-se entre as amostras estudadas que a quantidade de ácidos graxos livres variou de 0,16 a 2,83%, e a acidez de 0,32 a 5,64 mg NaOH/g. O óleo de sementes de abóboras da variedade Moranga de Mesa foi o que obteve maior índice de acidez, com valor análogo ao encontrado por Mitra, Ramaswamy e Chang (2009) que, ao analisarem o óleo de sementes de abóboras desta mesma espécie, originada da Coréia, obtiveram 5,57 mg NaOH/g. Por outro lado, Ardabili, Farhoosh e Khodaparast (2010) avaliando o índice de acidez do óleo bruto de sementes de abóboras *Cucurbita pepo* L. e da mistura deste com o óleo de canola obtiveram valores inferiores quando comparados a este estudo. Somente o óleo de sementes de abóboras Moranga de Mesa mostrou índice de acidez em desacordo com o *Codex Alimentarium Commission* (2009), que admite o máximo de 4 mg KOH/g de acidez para a maioria dos óleos vegetais brutos.

O índice de peróxidos é comumente utilizado para avaliar a quantidade de produtos da oxidação primária em óleos. As amostras analisadas apresentaram índice de peróxidos de 3,09 a 5,17 meq/kg, sobressaindo o óleo da Moranga de Mesa. Estes valores são inferiores aos obtidos por outros pesquisadores que analisaram as espécies *Cucurbita moschata*, *maxima* e *pepo* (ARDABILI; FARHOOSH; KHODAPARAST, 2010; FOKOU et al., 2009).

Tabela 2 - Propriedades físico-químicas dos óleos de sementes secas de abóboras.

Componentes	Nova Caravela	Mini Paulista	Menina Brasileira	Moranga de Mesa
Ácidos graxos livres (%)	0,16 ± 0,05 ^d	1,40 ± 0,00 ^c	1,71 ± 0,03 ^b	2,83 ± 0,06 ^a
Acidez (mg NaOH/g)	0,32 ± 0,09 ^d	2,79 ± 0,00 ^c	3,40 ± 0,06 ^b	5,64 ± 0,13 ^a
Peróxidos (meq/kg)	3,13 ± 0,27 ^c	3,09 ± 0,13 ^c	3,85 ± 0,16 ^b	5,17 ± 0,06 ^a
Refração (40°C)	1,4618 ± 0,0002 ^b	1,4607 ± 0,0002 ^c	1,4607 ± 0,0002 ^c	1,4642 ± 0,0002 ^a
Iodo (g I ₂ /100 g)	104,72 ± 0,07 ^b	103,82 ± 0,41 ^c	95,50 ± 0,05 ^d	108,77 ± 0,02 ^a
Saponificação (mg KOH/g)	217,94 ± 2,28 ^c	232,56 ± 1,19 ^b	240,74 ± 1,38 ^a	190,79 ± 2,85 ^d
Matéria insaponificável (%)	1,35 ± 0,08 ^c	2,27 ± 0,11 ^b	6,22 ± 0,22 ^a	1,56 ± 0,07 ^c

Os resultados representam a média ± desvio padrão das análises realizadas em triplicata.

a, b... médias seguidas de mesmas letras nas linhas não diferem pelo teste de Tukey (p > 0,05).

Além disso, estes valores são baixos quando comparados com o *Codex Alimentarium Commission* (2009) que estabelece 10 e 15 meq/kg para óleos refinados e brutos, respectivamente. De acordo com os ácidos graxos livres e o índice de peróxidos, os óleos estudados possuem baixa degradação hidrolítica e oxidativa.

O índice de refração está relacionado, principalmente, ao grau de saturação e a razão entre as duplas ligações *cis/trans* dos ácidos graxos. Nos óleos pesquisados foram obtidos índices de refração de 1,4607 e 1,4618 para a espécie *Cucurbita moschata*, e de 1,4642 para a *Cucurbita maxima*. Esse valor é similar ao adquirido por Mitra, Ramaswamy e Chang (2009) que caracterizaram o óleo de sementes de abóboras da espécie *Cucurbita maxima*, originada da Coreia. Além de estarem dentro da faixa característica de óleo de amendoim (CODEX ALIMENTARIUM COMMISSION, 2009).

Assim como o índice de refração, o índice de iodo é um teste que indica o grau de insaturação do óleo. O óleo que apresentou menor grau de insaturação foi o de sementes de abóboras da variedade Menina Brasileira (95,50 g I₂/100 g), seguido da Mini Paulista (103,82 g I₂/100g), Nova Caravela (104,72 g I₂/100 g) e Moranga de Mesa (108,77 g I₂/100 g). Estes valores são semelhantes aos encontrados por Fokou et al. (2009), que estudando os óleos de sementes de abóboras *Cucurbita moschata* e *Cucurbita maxima*, provindas da República de Camarões, detectaram uma variação de 66,62 a 103,53 g I₂/100 g e 81,47 a 113,54 g I₂/100 g, respectivamente. Entretanto, são inferiores ao obtido por Ardabili, Farhoosh e Khodaparast (2010), ao avaliarem o óleo de sementes de *Cucurbita pepo* L. Além disso, estão em acordo com as faixas características de alguns óleos vegetais comestíveis, como o de colza (94-120 g I₂/100 g) e o de farelo de arroz (90-115 g I₂/100 g) (CODEX ALIMENTARIUM COMMISSION, 2009).

Conforme o índice de iodo, os óleos vegetais podem ser classificados em secativos (maior que 130 g I₂/100 g), semi-secativos (115 a 130 g I₂/100g) e não-secativos (menor que 115 g I₂/100 g). Neste estudo, todos são rotulados não-secativos, ou seja, possuem consideráveis quantidades de ácidos graxos saturados (VAN DE MARK; SANDEFUR, 2009).

O índice de saponificação revela o peso molecular médio dos ácidos graxos esterificados ao glicerol na molécula de triacilglicerol, ou seja, um índice de saponificação elevado sugere ácidos graxos de pesos moleculares baixos. Entre os

óleos descritos, o menor índice de saponificação foi apresentado pelas sementes da variedade Moranga de Mesa (190,79 mg KOH/g) e o maior pela variedade Menina Brasileira (240,74 mg KOH/g). Pode-se inferir que o óleo de sementes de abóboras Menina Brasileira é constituído por ácidos graxos de menor peso molecular que os demais. Os valores investigados são análogos aos obtidos por outros pesquisadores ao analisarem as mesmas espécies de sementes de abóboras, mas de variedades diferentes (FOKOU et al., 2009; MITRA; RAMASWAMY; CHANG, 2009) e àqueles que constam no *Codex Alimentarium Commission* (2009) para óleos vegetais como o de milho (187-195 mg KOH/g) e o de palmiste (230-254 mg KOH/g).

A quantidade de matéria insaponificável nos óleos analisados variou de 1,35 a 6,22%, sendo que os óleos de sementes de abóboras Mini Paulista (2,27%) e Menina Brasileira (6,22%) foram os que apresentaram valores maiores. Visto que, a matéria insaponificável corresponde aos compostos presentes nos óleos que após saponificação com álcalis são insolúveis em solução aquosa, incluindo substâncias naturalmente presentes, como esteróis, tocoferóis, pigmentos e hidrocarbonetos, os óleos das sementes estudadas devem conter elevadas quantidades destas substâncias, principalmente o óleo de sementes de abóboras da variedade Menina Brasileira. Segundo as faixas características do *Codex Alimentarium Commission* (2009), a quantidade de matéria insaponificável máxima para os óleos de soja e algodão é de 1,5%, para o de milho, 2,8% e para o de arroz, 6,5%. Tendo por base esses valores, todos os óleos pesquisados estão nas faixas características para óleos vegetais comestíveis.

A estabilidade oxidativa é um importante aspecto relacionado à qualidade nutricional e sensorial dos óleos vegetais. A susceptibilidade de determinados óleos à oxidação limita a utilização dos mesmos em alimentos. É definida como o tempo para se atingir o nível de rancidez detectável ou surpreendente mudança na taxa de oxidação (ANTONIASSI, 2001). A Figura 1 apresenta a estabilidade oxidativa dos óleos extraídos de sementes de abóboras das variedades Nova Caravela, Mini Paulista, Menina Brasileira e Moranga de Mesa.

Neste trabalho ressalta-se o óleo de sementes de abóboras da variedade Menina Brasileira com um período de indução de 66,75 horas, seguido da Nova Caravela, Mini Paulista e Moranga de Mesa com $47,77 \pm 0,29$; $47,13 \pm 0,36$ e $41,79 \pm 0,03$ horas, respectivamente, indicando que estes óleos apresentam boa estabilidade quanto à vida de prateleira sem a adição de antioxidantes sintéticos.

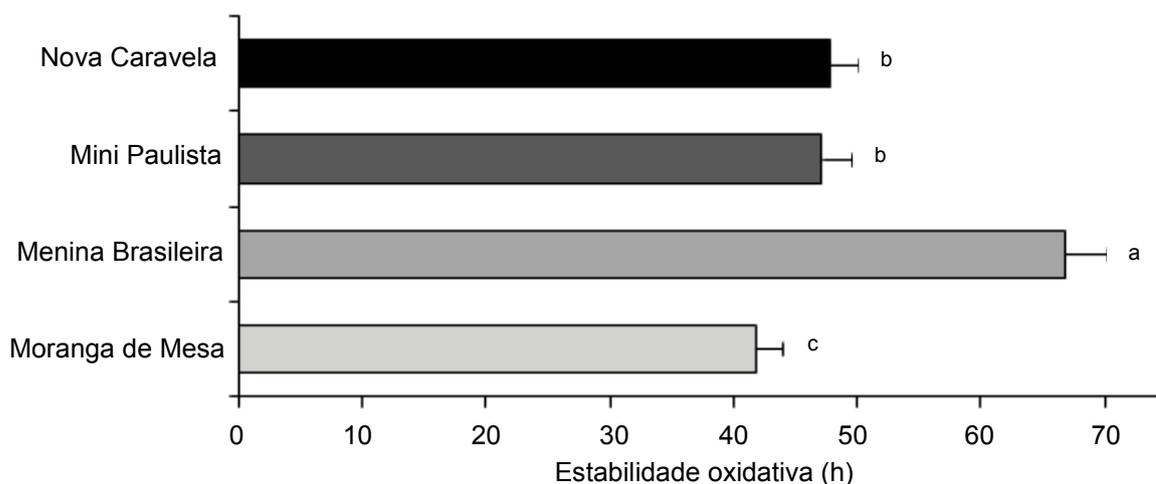


Figura 1 - Estabilidade oxidativa a 100°C dos óleos de sementes secas de abóboras.

Segundo Lui, Singh e Green (2002), os óleos com maior teor de ácido oleico ou esteárico mostram elevada estabilidade oxidativa, o que é confirmado neste estudo. Resultados semelhantes a este trabalho foram obtidos por Parry et al. (2006) ao estudarem o óleo de sementes tostadas de abóboras (61,7 horas) e óleos comerciais de soja (46,8 horas) e milho (66,0 horas), utilizando o Rancimat a 80°C com um fluxo de ar de 7 L/h, e valores inferiores foram encontrados por Vidrih; Vidakovic e Abramovic (2010) ao analisarem os óleos comerciais de sementes de abóboras provindos da Eslovênia, com o Rancimat a 110°C e fluxo de ar de 20 dm³/h. Luzia e Jorge (2010) também encontraram valores inferiores ao analisarem o óleo de soja adicionado de diferentes concentrações de extratos de sementes de limão das variedades cravo e galego, utilizando o Rancimat a 100°C com fluxo de ar de 20 L/h. Enquanto que Ardabili, Farhoosh e Khodaparast (2010) verificaram que a estabilidade do óleo de canola aumentou na presença de óleo de sementes de abóboras, mostrando que a mistura de diferentes óleos pode melhorar o seu potencial antioxidante.

As análises de variância para os dados de perfil de ácidos graxos dos óleos de sementes de abóboras, variedades Nova Caravela, Mini Paulista, Menina Brasileira e Moranga de Mesa estão apresentadas no Apêndice 3. Como observado, o teste F foi significativo ($p < 0,01$) para os ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poli-insaturados, sendo então necessário proceder ao desdobramento, cujos resultados encontram-se na Tabela 3. É possível observar que nos ácidos graxos saturados e monoinsaturados algumas amostras não diferiram estatisticamente pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Tabela 3 - Perfil de ácidos graxos dos óleos de sementes secas de abóboras.

Ácidos Graxos (%)	Nova Caravela	Mini Paulista	Menina Brasileira	Moranga de Mesa
C14:0	0,07 ± 0,01	0,09 ± 0,01	0,11 ± 0,01	0,13 ± 0,01
C16:0	13,99 ± 0,04	14,96 ± 0,07	17,86 ± 0,06	12,06 ± 0,01
C17:0	0,12 ± 0,01	0,06 ± 0,01	0,09 ± 0,01	nd
C18:0	9,99 ± 0,01	8,54 ± 0,14	10,61 ± 0,01	9,08 ± 0,01
C16:1	0,04 ± 0,01	0,06 ± 0,01	0,07 ± 0,01	0,11 ± 0,01
C18:1n9c	28,45 ± 0,02	30,30 ± 0,12	29,76 ± 0,02	30,48 ± 0,01
C18:2n6c	46,14 ± 0,01	44,57 ± 0,13	40,12 ± 0,01	47,46 ± 0,02
C20:0	0,53 ± 0,01	0,55 ± 0,01	0,67 ± 0,01	0,48 ± 0,01
C18:3n3	0,12 ± 0,01	0,19 ± 0,01	0,13 ± 0,01	0,10 ± 0,01
C24:0	0,42 ± 0,01	0,52 ± 0,01	0,40 ± 0,03	0,10 ± 0,01
NI	0,13 ± 0,01	0,16 ± 0,02	0,18 ± 0,01	nd
Ole/Lin*	0,62	0,68	0,74	0,64
Saturados	25,12 ± 0,04 ^b	24,72 ± 0,23 ^b	29,74 ± 0,03 ^a	21,85 ± 0,01 ^c
Monoinsaturados	28,49 ± 0,03 ^d	30,37 ± 0,11 ^b	29,83 ± 0,02 ^c	30,59 ± 0,01 ^a
Poli-insaturados	46,26 ± 0,01 ^b	44,76 ± 0,13 ^c	40,25 ± 0,02 ^d	47,56 ± 0,01 ^a
Ins/Sat**	2,98	3,04	2,36	3,58

Os resultados representam a média ± desvio padrão das análises realizadas em triplicata.

a, b... médias seguidas de mesmas letras nas linhas não diferem pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

C14:0 Mirístico; C16:0 Palmítico; C17:0 Heptadecanoico; C18:0 Esteárico; C16:1 Palmitoleico; C18:1n9c Oleico; C18:2n6c Linoleico; C20:0 Araquídico; C18:3n3 α -Linolênico; C24:0 Lignocérico, *relação entre os ácidos graxos oleico e linoleico, **relação entre os ácidos graxos insaturados e saturados, NI não identificado, nd não detectado ($\leq 0,01\%$).

Em todos os óleos foram identificados dez ácidos graxos. Dentre os ácidos graxos saturados, os majoritários foram o palmítico (12-18%) e o esteárico (8-11%). Entre os insaturados se sobressaíram o linoleico (40-47%) e o oleico (28-30%).

A presença de ácidos graxos essenciais, como o linoleico, torna estes óleos interessantes do ponto de vista nutricional, já que é um ácido graxo não produzido pelo organismo humano e necessário para a formação das membranas celulares, vitamina D e vários hormônios (FRUHWIRTH; HERMETTER, 2007). Porém, quanto maior a quantidade de oleico em relação ao linoleico, melhor é a qualidade do óleo em evitar o aumento da fração LDL colesterol (RASTOGI et al., 2004).

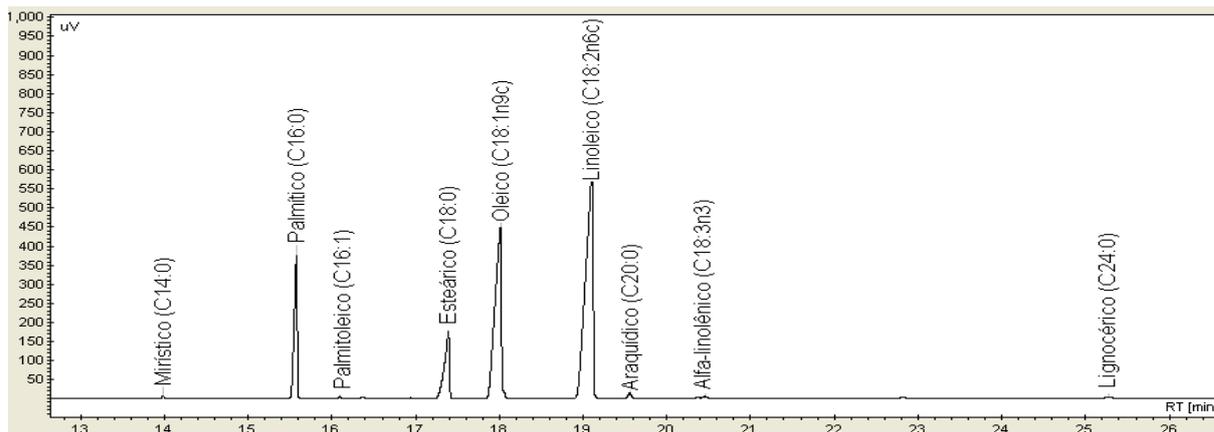
No presente estudo esse valor da relação oleico/linoleico oscilou de 0,62 a 0,74, ressaltando o óleo de sementes de abóboras Menina Brasileira.

Quanto à quantidade de ácidos graxos saturados, o óleo de sementes de abóboras da variedade Menina Brasileira apresentou 29,74%, seguido da Nova Caravela (25,12%), Mini Paulista (24,72%) e Moranga de Mesa (21,85%). Já os monoinsaturados e poli-insaturados variaram de 28 a 31% e de 40 a 48%, respectivamente.

Todos os óleos das sementes mostraram-se constituídos predominantemente por ácidos graxos insaturados, perfazendo mais de 50% do total. Sabendo que o consumo de ácidos graxos insaturados oferece menor risco para o aparecimento de doenças cardiovasculares, por não aumentar as taxas de colesterol sanguíneo, é possível alegar que dentre estes óleos, o da variedade Moranga de Mesa, que apresentou aproximadamente 78% de ácidos graxos insaturados, é o que pode fornecer maior benefício à saúde.

As quantidades de ácidos graxos saturados, monoinsaturado e poli-insaturados obtidas neste estudo estão próximas às verificadas por Ardabili, Farhoosh e Khodaparast (2010), que encontraram um total de 19,35% de ácidos graxos saturados, 40,13 e 40,52% de mono e poli-insaturados, respectivamente; e também aos obtidos por Fokou et al. (2009), cujas variações foram de 20 a 33% para os ácidos graxos saturados e 66 a 79% para os ácidos graxos insaturados.

De acordo com a relação entre os ácidos graxos insaturados e saturados verificou-se que o óleo de sementes de abóboras Moranga de Mesa apresentou maior valor, mostrando ser o melhor nutricionalmente. A Figura 2 apresenta o cromatograma do perfil de ácidos graxos do óleo de sementes de abóboras da variedade Moranga de Mesa.



Condições cromatográficas: coluna capilar BPX 70 (50 m x 0,25 x 0,25 mm). Programação de temperatura da coluna iniciada em 90°C por 10 min., aquecida a 10°C/min. até 195°C e mantida em isoterma durante 16 minutos. Temperaturas do injetor automático e do detector foram de 230 e 250°C, respectivamente; gás de arraste foi o hidrogênio com fluxo de 30 mL/min.

Figura 2 - Cromatograma do perfil de ácidos graxos do óleo de sementes secas de abóboras da variedade Moranga de Mesa.

Os coeficientes das correlações entre os parâmetros índices de refração e iodo, estabilidade oxidativa e ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poli-insaturados dos óleos analisados estão apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4 - Coeficientes de correlação entre os parâmetros índice de refração (IR), índice de iodo (II), estabilidade oxidativa (EO) e ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poli-insaturados.

Ácidos graxos	IR	II	EO
Saturados	- 0,78*	- 0,99*	0,98*
Monoinsaturados	0,27	0,16	- 0,15
Poli-insaturados	0,74*	0,99*	- 0,97*

*significativo ($p < 0,05$).

Coerentemente, obteve-se correlação significativa entre o índice de refração e a quantidade de ácidos graxos saturados e poli-insaturados. Embora o índice de refração seja dependente do comprimento da cadeia dos ácidos graxos constituintes do óleo, a dependência da quantidade e tipo de insaturação é maior (ROSSELL, 1986). Assim, o aumento da saturação do óleo causa uma diminuição do índice de refração. O índice de iodo também mostrou correlação significativa com as

quantidades de ácidos graxos saturados e poli-insaturados. Ambos não apresentaram correlações significativas com os ácidos graxos monoinsaturados.

Também foram observadas correlações significativas entre a estabilidade oxidativa e a quantidade de ácidos graxos saturados e poli-insaturados. Essas correlações foram superiores as obtidas com relação aos outros índices mencionados, sendo de 0,98 e -0,97, para ácidos graxos saturados e poli-insaturados, respectivamente. Tal fato demonstra a grande influência dos ácidos graxos poli-insaturados sobre a estabilidade oxidativa, ou seja, quanto maior a porcentagem destes ácidos nos óleos, menor a resistência dos mesmos à oxidação.

Os ácidos graxos insaturados têm diferentes suscetibilidades à oxidação, uma vez que é sabido que as taxas oxidativas são mais baixas para substratos monoinsaturados, como o ácido oleico, do que para ácidos graxos poli-insaturados, principalmente o linoleico e α -linolênico (KAMAL-ELDIN, 2006). Porém, não foi observada correlação significativa com os ácidos graxos monoinsaturados.

5. Considerações finais

O consumo de sementes de abóboras, destacando as variedades Moranga de Mesa, Menina Brasileira e Mini Paulista, propicia o fornecimento de quantidades importantes dos nutrientes necessários para a dieta humana, principalmente lipídios, proteínas e carboidratos totais.

Todos os óleos analisados apresentaram boa qualidade físico-química, verificada principalmente pelas análises de ácidos graxos livres e índice de peróxidos, que indicaram que nem as sementes, nem os óleos obtidos sofreram tratamentos inadequados durante as etapas de extração e armazenamento. Além disso, mostraram valores de propriedades físico-químicas semelhantes aos encontrados nos óleos vegetais mais consumidos no Brasil.

O óleo das sementes de abóboras, variedade Menina Brasileira, apresentou maior quantidade de ácidos graxos saturados e, conseqüentemente, menores índices de refração e iodo, além de maior estabilidade oxidativa, podendo ser utilizado em tratamentos térmicos. Por outro lado, o óleo de sementes de abóboras da variedade Moranga de Mesa caracterizou-se por possuir elevada quantidade de ácidos graxos insaturados (linoleico e oleico), tornando-o mais adequado para o consumo humano.

Finalmente, foi possível verificar que as sementes podem ser empregadas na formulação e/ou desenvolvimento de produtos alimentícios, em forma de farinhas, enriquecendo o potencial nutritivo dos mesmos; podem ser consumidas torradas e salgadas, como aperitivo; ou utilizadas como matéria-prima para a extração de óleo. Tal fato pode agregar valor a produtos que na maioria das vezes são descartados na forma de resíduos, aumentando as fontes viáveis de matéria-prima e diminuindo o desperdício abrangendo assim questões econômicas, sociais e ambientais. Entretanto, não se deve deixar de ressaltar que estudos dos compostos antinutricionais e toxicológicos dessas sementes são importantes para assegurar seu consumo.

6. Referências bibliográficas

AMERICAN OIL CHEMISTS' SOCIETY (AOCS). **Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society**. 6. ed. Champaign, 2009.

ANTONIASSI, R. Métodos de avaliação da estabilidade oxidativa de óleos e gorduras. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 19, n. 2, p. 353-380, 2001.

ARDABILI, A. G.; FARHOOSH, R.; KHODAPARAST, M. H. H. Frying stability of canola oil in presence of pumpkin seed and olive oils. **European Journal of Lipid Science and Technology**, Weinheim, v. 112, n. 1, p. 871-877, 2010.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS (AOAC). **Official and tentative methods of the AOAC International**. Maryland, 1995.

BAGGER, C. L. et al. Biorefining lupin seeds to obtain high value protein concentrates and isolates. In: PROCEEDINGS OF THE 3RD EUROPEAN CONFERENCE ON GRAIN LEGUMES, 14., 1998, Valladolid. **Anais...** Paris: AEP Editions, 1998. p. 48-49.

BALDIN, E. L. L.; CAETANO, A. C.; LARA, F. M. Atração e desenvolvimento de *Leptoglossus gonagra* (Fabr.) (Hemiptera: Coreidae) em cultivares de abóbora e moranga. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 59, n. 1, p. 191-196, 2002.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. 4. ed. Jaboticabal: Funep, 2006. 237 p.

BASCO, C. A. et al. **Situação em 2009 e perspectivas da agricultura no Brasil para 2010**. 1. ed. Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA), 2009.

BELMIRO, T. M. C. et al. Alterações químicas e físico-químicas em grãos de abóboras durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 9, p. 1000-1007, 2010.

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

BORGES, S. V.; BONILHA, C. C.; MANCINI, M. C. Sementes de jaca (*Artocarpus integrifolia*) e de abóbora (*Curcubita moschata*) desidratadas em diferentes temperaturas e utilizadas como ingredientes em biscoitos tipo cookie. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 17, n. 3, p. 317-321, 2006.

CERQUEIRA, P. M. et al. Efeito da farinha de semente de abóbora (*Cucurbita maxima* L.) sobre o metabolismo glicídico e lipídico em ratos. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 21, n. 2, p. 129-136, 2008.

CODEX ALIMENTARIUM COMMISSION. **Codex Stan 210-1999**: codex standard for named vegetable oils. Rome, 2009.

CRUZ, R. C. B. et al. Toxicity evaluation of *Cucurbita maxima* seed extract in mice. **Pharmaceutical Biology**, Lisse, v. 44, n. 4, p. 301-303, 2006.

EL-SOUKKARY, F. A. Evaluation of pumpkin seed products for bread fortification. **Plant Foods for Human Nutrition**, Dordrecht, v. 56, n. 4, p. 365-384, 2001.

FOKOU, E. et al. Chemical properties of some *Cucurbitaceae* oils from Cameroon. **Pakistan Journal of Nutrition**, Faisalabad, v. 8, n. 9, p. 1325-1334, 2009.

FRUHWIRTH, G. O. et al. Fluorescence screening of antioxidant capacity in pumpkin seed oils and other natural oils. **Europe Journal of Lipid Science and Technology**, Weinheim, v. 105, n. 6, p. 266-274, 2003.

FRUHWIRTH, G. O.; HERMETTER, A. Seeds and oil of the Styrian oil pumpkin: components and biological activities. **European Journal of Lipid Science and Technology**, Weinheim, v. 109, n. 1, p. 1128-1140, 2007.

KALLUF, V. H. **Desidratação da polpa de abóbora (*Cucurbita moschata*) e seus teores em β -caroteno**. 2006. 68 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

KAMAL-ELDIN, A. Effect of fatty acids and tocopherols on the oxidative stability of vegetable oils. **European Journal of Lipid Science and Technology**, Weinheim, v. 108, n. 12, p. 1051-1061, 2006.

LUI, Q.; SINGH, S.; GREEN, A. High-oleic and high-stearic cottonseed oils: nutritionally improved cooking oils developed using gene silencing. **Journal of the American College of Nutrition**, Detroit, v. 21, n. 3, p. 205S-211S, 2002. Supplement.

LUIZA, D. M. M.; JORGE, N. Potencial antioxidante de extratos de sementes de limão (*Citrus limon*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 2, p. 489-493, 2010.

MITRA, P.; RAMASWAMY, H. S.; CHANG, K. S. Pumpkin (*Cucurbita maxima*) seed oil extraction using supercritical carbon dioxide and physicochemical properties of the oil. **Journal of Food Engineering**, Amsterdam, v. 95, n. 1, p. 208-213, 2009.

NAVES, L. P. et al. Nutrientes e propriedades funcionais em sementes de abóbora (*Cucurbita maxima*) submetidas a diferentes processamentos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 1, p. 185-190, 2010. Suplemento.

NUNES, S. P. Produção e consumo de óleos vegetais no Brasil. **Boletim Eletrônico do Departamento de Estudos Sócio-Econômicos Rurais**, Curitiba, v. 159, n. 1, p. 17-26, 2007.

PARRY, J. et al. Characterization of cold-pressed onion, parsley, cardamom, mullein, roasted pumpkin, and milk thistle seed oils. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Chicago, v. 83, n. 10, p. 847-854, 2006.

RASTOGI, T. et al. Diet and risk of ischemic heart disease in India. **American Journal of Clinical Nutrition**, New York, v. 79, n. 4, p. 582-592, 2004.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M.; AMAYA-FARFAN, J. **Fontes brasileiras de carotenoides: tabela brasileira de composição de carotenóides em alimentos**. 2. ed. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2008. 99 p.

ROSSELL, J. B. Classical analysis of oils and fats. In: HAMILTON, R. J.; ROSSELL, J. B. (Eds.). **Analysis of oils and fats**. London: Elsevier Applied Science, 1986. p. 1-90.

SCHIEBER, A.; STINTZING, F. C.; CARLE, R. By-products of plant food processing as a source of functional compounds: recent developments. **Trends Food Science Technology**, Cambridge, v. 12, n. 1, p. 401-413, 2001.

SILVA, J. B.; SCHLABITZ, C.; SOUZA, C. F. V. Utilização tecnológica de semente de abóbora na elaboração de biscoitos fontes de fibra alimentar e sem adição de açúcar. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Ponta Grossa, v. 4, n. 1, p. 58-71, 2010.

VAN DE MARK, M. R.; SANDEFUR, K. Vegetable oils in paint and coatings. In: ERHAN, S. Z. **Industrial uses of vegetable oils**. Champaign: AOCS Press, 2009. p. 143-162.

VIDAL, M. D. **Potencial fisiológico e tamanho de sementes de abóboras**. 2007. 59 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2007.

VIDRIH, R.; VIDA KOVIC, S.; ABRAMOVIC, H. Biochemical parameters and oxidative resistance to thermal treatment of refined and unrefined vegetable edible oils. **Czech Journal of Food Science**, Praha, v. 28, n. 5, p. 376-384, 2010.

Apêndices

Apêndice 1 - Análises de variância para umidade, lipídios, proteínas e cinzas.

Causas de variação	G. L.	Quadrados médios			
		Umidade	Lipídios	Proteínas	Cinzas
Tratamentos	3	2,7924**	93,1561**	14,7282**	0,8165**
Resíduos	8	0,0009	0,0199	0,1183	0,0015
Desvio padrão		0,03	0,1412	0,3439	0,0392
Coef. de variação (%)		0,47	0,38	1,06	0,95

**teste significativo ($p < 0,01$).

Apêndice 2 - Análises de variância para ácidos graxos livres (AGL), índice de acidez (IA), índice de peróxidos (IP), índice de refração (IR), índice de iodo (II), índice de saponificação (IS), matéria insaponificável (MI) e estabilidade oxidativa (EO).

Causas de variação	G. L.	Quadrados médios							
		AGL	IA	IP	IR	II	IS	MI	EO
Tratamentos	3	3,6198**	14,335**	2,8326**	0,0001**	93,8065**	1444,5368**	15,595**	358,2356**
Resíduos	8	0,0035	0,0137	0,0581	0,0000	0,0375	7,537	0,0321	0,1164
Desvio padrão		0,588	0,1172	0,2410	0,0003	0,1937	2,7454	0,1791	0,3412
Coef. de variação (%)		3,85	3,86	6,33	0,02	0,19	1,25	6,28	0,67

**teste significativo ($p < 0,01$).

Apêndice 3 - Análises de variância para ácidos graxos saturados (AGS), monoinsaturados (AGM) e poli-insaturados (AGP).

Causas de variação	G.L.	Quadrados médios		
		AGS	AGM	AGP
Tratamentos	3	31,9499**	2,6607**	30,3704**
Resíduos	8	0,0256	0,0062	0,0071
Desvio padrão		0,1599	0,0786	0,0841
Coef. de variação (%)		0,63	0,26	0,19

**teste significativo ($p < 0,01$).

Capítulo 3

Compostos bioativos presentes nos óleos de sementes de abóboras (*Cucurbita sp*)

Resumo

Compostos bioativos são aqueles que, além das funções nutricionais básicas, quando consumidos como parte da dieta usual, produzem efeitos metabólicos e/ou fisiológicos benéficos à saúde, protegendo contra o risco de doenças crônico-degenerativas como câncer, diabetes *mellitus*, entre outras. Por isto, é crescente o interesse por óleos vegetais com composição especial, como os extraídos de sementes de frutos. O presente trabalho teve como objetivo avaliar os óleos de sementes de abóboras das variedades Nova Caravela, Mini Paulista, Menina Brasileira (*Cucurbita moschata*) e Moranga de Mesa (*Cucurbita maxima*) quanto aos teores de tocoferóis, carotenoides e compostos fenólicos totais, visando uma possível aplicação em alimentos. Os teores de tocoferóis foram avaliados por cromatografia líquida de alta eficiência, enquanto que os carotenoides e os compostos fenólicos totais presentes foram determinados por espectrofotometria. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as diferenças entre as médias foram testadas a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Verificou-se que o γ -tocoferol foi o isômero que mais se destacou em todos os óleos, sendo encontrado nas quantidades de 225,73; 36,00; 352,40 e 144,6 mg/kg nas sementes de abóboras Nova Caravela, Mini Paulista, Menina Brasileira e Moranga de Mesa, respectivamente. Quanto aos carotenoides totais, os óleos das variedades Mini Paulista e Menina Brasileira apresentaram quantidades significativas, com 26,8 e 26,03 $\mu\text{g/g}$, respectivamente. Além disso, esses óleos apresentaram importante conteúdo de compostos fenólicos totais, sobressaindo-se o óleo de sementes da variedade Mini Paulista com 3,62 mg EAG/g. Portanto, por possuírem quantidades consideráveis de compostos bioativos, os óleos destas sementes de abóboras podem ser aplicados em produtos ou consumidos diretamente na dieta alimentar.

Palavras-chave: *Cucurbita sp*, tocoferóis, carotenoides, compostos fenólicos, óleos vegetais.

Abstract

Bioactive compounds are the ones which, besides having basic nutritional functions, produce metabolic and physiological health benefits when consumed as part of the usual diet, protecting us against the risk of chronic degenerative diseases such as cancer, *mellitus* diabetes, among others. Therefore, there is a growing interest in vegetable oils of special composition, such as the ones extracted from the seeds. This study aimed to evaluate the pumpkin (*Cucurbita sp*) seed oil from Nova Caravela, Mini Paulista, Menina Brasileira (*Cucurbita moschata*) and Moranga de Mesa (*Cucurbita maxima*) varieties, as to the levels of tocopherols, carotenoids and phenolic compounds for possible application in food. The levels of tocopherols were analyzed by liquid high efficiency chromatography, while carotenoids and phenolic compounds were determined by spectrophotometry. The results were subjected to variance analysis and differences between means were tested at 5% probability, by Tukey test. It was found that γ -tocopherol is the isomer which stood out from all oils, being found in quantities of 225.73, 36.00, 352.40 and 144.6 mg/kg in Nova Caravela, Mini Paulista, Menina Brasileira and Moranga de Mesa pumpkin seeds, respectively. As to carotenoids, oils of Mini Paulista and Menina Brasileira varieties presented significant amounts of 26.80 and 26.03 $\mu\text{g/g}$, respectively. Additionally, these oils showed significant content of phenolic compounds, highlighting the oil from Mini Paulista seeds, with 3.62 mg GAE/g. Therefore, since they show considerable amounts of bioactive compounds, the oils from these pumpkin seeds can be applied to products or consumed directly in diet.

Keywords: *Cucurbita sp*, tocopherols, carotenoids, phenolic compounds, vegetable oils.

1. Introdução

Os óleos comestíveis são uma fonte importante de vitaminas lipossolúveis, ácidos graxos essenciais, compostos bioativos e estão envolvidos na formação de hormônios esteróides (COSTA, 2008). O consumo de óleos com composição especial, já representa 15% do total dos óleos vegetais utilizados no Brasil.

Estes óleos possuem maiores quantidades de substâncias capazes de proporcionar benefícios à saúde, prevenindo doenças ou mesmo favorecendo o funcionamento do organismo que são denominadas de bioativas. Exercem várias funções do ponto de vista biológico, como atividade antioxidante, modulação de enzimas de detoxificação, estimulação do sistema imune, redução da agregação plaquetária, atividade antibacteriana e antiviral (PARRA; DUAILIBI, 2004). Os óleos vegetais são considerados fontes desses compostos, principalmente de tocoferóis, carotenoides e compostos fenólicos.

Os tocoferóis são responsáveis pela ação vitamínica E *in vivo*. Dados reportam que esta vitamina é um fator essencial para a reprodução humana e age na prevenção de mais de 80 enfermidades, como doenças cardiovasculares e cânceres (CHIN; MOHAMED, 2001). Atuam também como antioxidantes lipossolúveis interruptores das reações dos radicais livres nas membranas biológicas, protegendo os ácidos graxos insaturados dentro dos fosfolipídios das membranas e nas lipoproteínas plasmáticas. Este papel antioxidante é desempenhado de forma única, além disso, é o único antioxidante que tem habilidade de regenerar-se continuamente pela ação da vitamina C ou da glutadiona reduzida (TRABER, 2007).

Os carotenoides possuem atividade de pró-vitamina A, com destaque para o β -caroteno, com 100% dessa atividade, sendo capaz de originar duas moléculas de vitamina A. Esta vitamina é essencial para a visão noturna, o crescimento, o desenvolvimento e a manutenção do tecido epitelial, além de possuir função imunológica (MELÉNDEZ-MARTÍNEZ; VICARIO; HEREDIA, 2004). Possuem atividade antioxidante, podendo reduzir as taxas de fotoxidação e a oxidação das lipoproteínas de baixa densidade, sendo observada elevada relação entre as concentrações de carotenoides no plasma humano e menor nível de dano oxidativo ao DNA (MØLLER; LOFT, 2004). Os principais carotenos encontrados nos óleos vegetais são o β -caroteno, habitualmente majoritário, α -caroteno, γ -caroteno,

licopeno e fitoeno. A zeaxantina e a luteína são as xantofilas comumente presentes nos lipídios vegetais (FERRARI, 2001).

Além dos tocoferóis e carotenoides, os compostos fenólicos têm recebido atenção nos últimos anos por sua ação antioxidante, inibindo a peroxidação lipídica e a lipoxigenase *in vitro* (SOUSA et al., 2007). Os antioxidantes fenólicos competem com os lipídios pela formação de novos radicais. Assim, reagem com os radicais por doação de um átomo de hidrogênio, detendo a reação de propagação em cadeia pela formação de compostos inativos e o radical do antioxidante é estabilizado por ressonância (SIMIC; JAVONOVIC; NIKI, 1992).

As sementes de frutos, como as abóboras (*Cucurbita sp*) mostram-se como promissoras fontes de óleos especiais ricos em tocoferóis, carotenoides e compostos fenólicos. Porém, a caracterização de óleos provindos de sementes das espécies *Cucurbita moschata* e *maxima* ainda não foi totalmente elucidada, visto que estas classes se dividem em muitas variedades. Além disso, se diferenciam de acordo com a região de plantio, clima, solo, etc. Por esta razão, torna-se importante um estudo para averiguar a presença e quantificar tais compostos nos óleos extraídos desses frutos, a fim de empregá-los em produtos alimentícios.

2. Objetivos

O presente trabalho teve como objetivo avaliar os óleos extraídos de sementes de abóboras (*Cucurbita sp*) cultivadas no Brasil quantificando os compostos bioativos presentes, como os teores de tocoferóis, carotenoides e compostos fenólicos totais, com intuito de utilizá-los em alimentos.

3. Material e métodos

3.1. Material

3.1.1. Preparo das sementes

Foram utilizadas sementes de abóboras das variedades Nova Caravela, Mini Paulista, Menina Brasileira (*Cucurbita moschata*) e Moranga de Mesa (*Cucurbita maxima*), por serem as mais apreciadas pelos consumidores brasileiros.

Todas as sementes foram adquiridas no Estado de São Paulo, sendo a da variedade Nova Caravela cedida pela empresa Silvana Doces, localizada no distrito de Engenheiro Schmidt em São José do Rio Preto e as demais adquiridas no comércio local. As sementes foram coletadas mensalmente entre setembro e fevereiro, safra 2009/2010. Após serem retiradas dos frutos, as sementes foram selecionadas, utilizando-se apenas as inteiras e totalmente formadas e, em seguida, foram secas em local escuro à temperatura ambiente. No momento da extração dos óleos, as sementes foram trituradas em moinho de faca, marca Marconi, modelo MA340.

3.1.2. Extração dos óleos

Para a extração dos óleos de sementes de abóboras foi utilizado o método de Bligh & Dyer (1959), por ser eficaz na extração de lipídios totais, pois as classes polares e apolares são extraídas. Dez gramas de sementes foram pesados, sendo adicionados 25 mL de clorofórmio, 50 mL de metanol e 10 mL de água destilada, com agitação em *shaker* por 30 minutos. Em seguida, foram acrescentados 25 mL de clorofórmio e 25 mL de solução de sulfato de sódio 1,5%. Novamente a mistura foi agitada em *shaker* por 2 minutos e transferida para um funil de separação. Após a separação das fases, a fase inferior foi filtrada em balão de fundo chato utilizando papel de filtro contendo sulfato de sódio anidro. O solvente foi recuperado em evaporador rotativo a 40°C. O óleo foi colocado em vidro âmbar, inertizado com nitrogênio gasoso e acondicionado a -18°C até a realização das análises.

3.2. Métodos

- Tocoferóis, determinado pelo método AOCS Ce 8-89 (2009). Foi realizado por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), com detector de fluorescência e as seguintes condições: coluna de sílica 250 x 4,6 mm, com poro de 5 µm; fase móvel composta por n-hexano: álcool isopropílico (99,5:0,5 v/v); fluxo de 1,2 mL/min e comprimento de onda para excitação em 290 nm e de emissão em 330 nm. A quantificação de cada isômero foi realizada por padronização externa com base nas áreas dos picos, utilizando padrões de α -, β -, γ - e δ -tocoferol e expressos como mg/kg de óleo;
- Carotenoides totais, determinados por espectrofotometria segundo metodologia descrita por Rodriguez-Amaya (1999) para extração dos carotenoides. A

quantificação foi realizada em espectrofotômetro de varredura, com intervalo de comprimento de onda de 300 a 550 nm. Foi utilizado valor de A de 2592, em éter de petróleo, para calcular a quantidade de carotenoides totais, expressos como β -caroteno, presente nos óleos;

- Compostos fenólicos totais, foram extraídos de acordo com o método proposto por Parry et al. (2005) e a análise realizada por espectrofotometria em absorvância de 765 nm, utilizando reagente de Folin-Ciocalteu e curva padrão de ácido gálico, conforme método descrito por Singleton e Rossi (1965). Os resultados foram expressos em mg de equivalentes de ácido gálico por grama de óleo (mg EAG/g).

3.3. Análise estatística

Os resultados obtidos das determinações analíticas, em triplicata, foram submetidos à análise de variância e as diferenças entre as médias foram testadas a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey (BANZATTO; KRONKA, 2006), por meio do programa ESTAT, versão 2.0.

4. Resultados e discussão

As análises de variância para os dados de teores de tocoferóis dos óleos de sementes de abóboras, variedades Nova Caravela, Mini Paulista, Menina Brasileira e Moranga de Mesa estão apresentadas no Apêndice 1. Como observado, o teste F foi significativo ($p < 0,01$) para todos os isômeros e tocoferóis totais, sendo então necessário proceder ao desdobramento, cujos resultados encontram-se na Tabela 1.

A maioria dos alimentos de origem vegetal contém baixos níveis de vitamina E. No entanto, devido à abundância de alimentos derivados de plantas que constituem a dieta alimentar, é possível a ingestão de uma significativa quantidade desta vitamina, a qual tem elevada importância nutricional. O α -tocoferol é o isômero de maior atividade de vitamina E (EITENMILLER; LEE, 2004; SCHMIDT; POKORNÝ, 2005).

A quantidade de α -tocoferol verificada nos óleos de sementes de abóboras variou de 4,27 a 23,97 mg/kg, demonstrando que possuem quantidades consideráveis de vitamina E. Estes valores são análogos aos verificados por Ryan et al. (2007) em sementes de abóboras providas da Irlanda.

Tabela 1 - Teores de tocoferóis nos óleos das sementes secas de abóboras (mg/kg).

Tocoferóis	Nova Caravela	Mini Paulista	Menina Brasileira	Moranga de Mesa
α -tocoferol	9,87 \pm 0,31 ^c	10,97 \pm 0,22 ^b	23,97 \pm 0,18 ^a	4,27 \pm 0,04 ^d
β -tocoferol	nd	nd	2,23 \pm 0,04 ^a	1,37 \pm 0,04 ^b
γ -tocoferol	225,73 \pm 1,96 ^b	36,00 \pm 1,00 ^d	352,40 \pm 1,20 ^a	144,60 \pm 0,73 ^c
δ -tocoferol	8,87 \pm 0,36 ^a	7,90 \pm 0,00 ^b	7,83 \pm 0,04 ^b	7,93 \pm 0,04 ^b
Totais	244,47 \pm 2,18 ^b	54,87 \pm 0,82 ^d	386,43 \pm 1,24 ^a	158,17 \pm 0,82 ^c

Os resultados representam a média \pm desvio padrão das análises realizadas em triplicata.

a, b... médias seguidas de mesmas letras nas linhas não diferem pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).
nd isômero não detectado (ausência de pico do isômero nos cromatogramas).

No entanto, são valores superiores aos obtidos por Murkovic et al. (2004) quando investigaram algumas mudanças químicas que ocorreram nas sementes de abóboras (*Cucurbita pepo* L.) durante o processo de torrefação para a obtenção de óleo; e inferiores aos encontrados para outros óleos vegetais, como o de algodão (136-674 mg/kg) e girassol (403-935 mg/kg) (CODEX ALIMENTARIUM COMMISSION, 2009).

O β -tocoferol não foi detectado nos óleos de sementes de abóboras das variedades Nova Caravela e Mini Paulista. Stevenson et al. (2007) analisando os óleos de sementes de doze variedades de abóboras da espécie *Cucurbita maxima* também verificaram a ausência deste isômero. Porém, Vidrih, Vidakovic e Abramovic (2010) analisando óleos comerciais de abóboras, provindas da Eslovênia, encontraram valores de β -tocoferol variando de 2,99 a 5,88 mg/kg de óleo. De acordo com as faixas características do *Codex Alimentarium Commission* (2009), alguns óleos, como gergelim, o β -tocoferol pode não ser detectado.

O γ -tocoferol é um isômero de grande potencial antioxidante, que ajuda a proteger os ácidos graxos insaturados da oxidação lipídica. No presente estudo, o óleo de sementes de abóboras Menina Brasileira apresentou maior quantidade de γ -tocoferol, seguido da Nova Caravela (225,73 mg/kg), Moranga de Mesa (144,60 mg/kg) e Mini Paulista (36 mg/kg).

Parry et al. (2006) obtiveram 216,3 mg/kg de γ -tocoferol para óleos de sementes torradas de abóboras. Rafalowski et al. (2008) analisando óleos vegetais

do comércio local da Polônia, encontraram em óleo de sementes de abóboras 48,57% de γ -tocoferol.

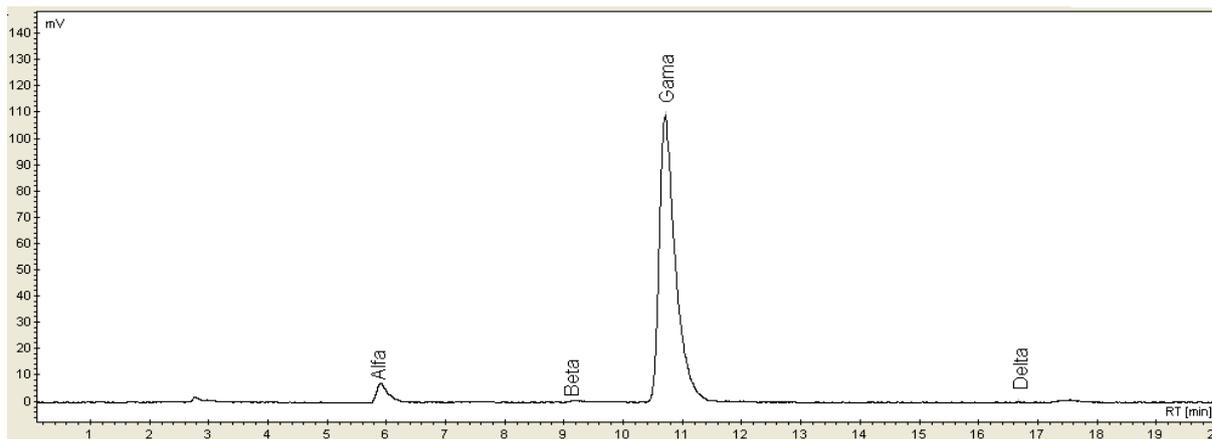
Aued-Pimentel et al. (2004) estudando óleo de sementes de abóboras, encontraram valores semelhantes aos reportados neste estudo. Porém, Tuberoso et al. (2007) obtiveram valores inferiores, ao analisarem óleos de sementes de abóboras *Cucurbita pepo* L. A elevada porcentagem de γ -tocoferol iguala os óleos de sementes de abóboras a outros de alto potencial antioxidante, como o de gergelim, soja e milho.

O δ -tocoferol foi encontrado em todos os óleos, sobressaindo à variedade Nova Caravela com 8,87 mg/kg. Stevenson et al. (2007) pesquisando os óleos de sementes de doze cultivares de abóboras *Cucurbita maxima* detectaram de 35,3 a 1109,7 mg/kg de δ -tocoferol. Os valores encontrados neste estudo são inferiores aos compilados pelo *Codex Alimentarium Commission* (2009) para óleos de milho e gergelim.

Os tocoferóis totais variaram de 54,87 a 386,43 mg/kg. Szterk et al. (2010) obtiveram aproximadamente 1500 mg/kg de tocoferóis totais em óleos de sementes de abóboras da Polônia. Stevenson et al. (2007) detectaram de 589,4 a 1234,2 mg/kg em óleo de sementes de *Cucurbita maxima*. Estes diferentes conteúdos encontrados entre os estudos podem estar relacionados à quantidade de ácidos graxos poli-insaturados presentes em cada espécie, a variedade e às condições de processamento e extração (RABASCALL; RIERA, 1987).

Em todos os óleos, os isômeros majoritários foram o α - e o γ -tocoferol. O óleo de sementes de abóbora Menina Brasileira sobressaiu-se com quantidades de 23,97 e 352,40 mg/kg de α - e γ -tocoferol, respectivamente. A Figura 1 mostra o cromatograma dos isômeros dos tocoferóis de sementes de abóboras da variedade Menina Brasileira.

As análises de variância para os dados dos carotenoides e compostos fenólicos totais dos óleos de sementes de abóboras, variedades Nova Caravela, Mini Paulista, Menina Brasileira e Moranga de Mesa estão apresentadas no Apêndice 2. Como observado, o teste F foi significativo ($p < 0,01$), sendo então necessário proceder ao desdobramento, cujos resultados encontram-se na Tabela 2.



Condições cromatográficas: coluna de sílica 250 x 4,6 mm, com poro de 5 μm ; fase móvel composta por n-hexano: álcool isopropílico (99,5:0,5 v/v); fluxo de 1,2 mL/min e comprimento de onda para excitação em 290 nm e de emissão em 330 nm.

Figura 1 - Cromatograma dos isômeros de tocoferóis do óleo de sementes secas de abóboras da variedade Menina Brasileira.

Tabela 2 - Carotenoides totais ($\mu\text{g/g}$) e compostos fenólicos totais (mg EAG/g) nos óleos de sementes secas de abóboras.

Componentes	Nova Caravela	Mini Paulista	Menina Brasileira	Moranga de Mesa
Carotenoides totais	$7,67 \pm 1,16^c$	$26,80 \pm 0,93^a$	$26,03 \pm 1,70^a$	$11,53 \pm 1,84^b$
Fenólicos totais	$3,56 \pm 0,12^a$	$3,62 \pm 0,07^a$	$2,39 \pm 0,15^b$	$1,35 \pm 0,05^c$

Os resultados representam a média \pm desvio padrão das análises realizadas em triplicata.

a, b... médias seguidas de mesmas letras nas linhas não diferem pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Quanto aos carotenoides totais, nota-se que as variedades Mini Paulista e Menina Brasileira não diferiram estatisticamente pelo teste de Tukey ($p > 0,05$). Foram encontradas quantidades elevadas de carotenoides totais nos óleos de sementes de abóboras da variedade Mini Paulista, seguido pela Menina Brasileira, Moranga de Mesa e Nova Caravela. Assim, pode-se inferir que os óleos de sementes das variedades Mini Paulista e Menina Brasileira são ricos em carotenoides.

Parry et al. (2006) obtiveram 70,59 $\mu\text{mol/kg}$ de carotenoides totais ao estudarem óleos de sementes tostadas de abóboras, extraídos a frio. Tuberoso et al. (2007) quantificaram β -caroteno em vários óleos vegetais convencionais, sendo que no de abóbora encontraram 5,7 mg/kg. Estes autores concluíram que o óleo de sementes de abóboras serve como importante fonte dietética de carotenoides.

A diferente concentração de carotenoides totais nos óleos é afetada pelo estágio de maturação do fruto e pelas condições de extração e armazenamento dos mesmos. Óleos extraídos de sementes de frutos maduros podem apresentar maior quantidade de pigmentos carotenoides, enquanto aqueles obtidos dos parcialmente maduros apresentam maior concentração de clorofila (RAMADAN; MÖRSEL, 2003; SHI et al., 2010).

Quanto aos teores de compostos fenólicos totais, nota-se pela Tabela 2 que os óleos de sementes de abóboras das variedades Nova Caravela e Mini Paulista não diferiram significativamente pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Todos os óleos mostraram importantes teores de compostos fenólicos totais, estando à maior quantidade presente no de sementes de abóboras Mini Paulista, seguido da Nova Caravela ($3,56 \pm 0,12$ mg EAG/g), Menina Brasileira ($2,38 \pm 0,15$ mg EAG/g) e Moranga de Mesa ($1,35 \pm 0,05$ mg EAG/g).

Valores inferiores a estes foram encontrados por outros pesquisadores que analisaram o óleo de sementes de abóboras *Cucurbita pepo* L. (ANDJELKOVIC et al., 2010; ARDABILI; FARHOOSH; KHODAPARAST, 2010; XANTHOPOULOU et al., 2009). Parry et al. (2008) estudando o óleo extraído de sementes tostadas de abóboras *Cucurbita pepo* L. encontraram 1,58 mg EAG/g de compostos fenólicos totais.

A variação dos valores se deve à diferença de espécie, do método de extração e do solvente utilizado, uma vez que a polaridade dos solventes interfere no tipo de compostos extraídos (PARRY et al., 2006). Além disso, o reagente de Folin-Ciocalteu mede a habilidade de um composto ou mistura de compostos em reduzir o ácido fosfomolibdico-fosfotúngstico a um complexo de coloração azul (SWAIN; HILLIS, 1959). No entanto, a presença de compostos facilmente oxidáveis, não considerados como fenólicos, pode resultar na formação de complexos azuis, causando uma superestimação dos compostos fenólicos totais (PRIOR; WU; SCHAICH, 2005).

5. Considerações finais

Todos os óleos analisados são constituídos por elevadas quantidades de compostos bioativos. Quanto aos teores de tocoferóis, se sobressaiu o óleo de sementes de abóboras da variedade Menina Brasileira, que apresentou maiores

valores de todos os isômeros, exceto do δ -tocoferol. Também mostraram ser boa fonte de tocoferóis totais, principalmente devido às quantidades de α - e γ -tocoferol. O óleo de sementes de abóboras da variedade Mini Paulista apresentou ser rico em carotenoides. Além disso, também foi o óleo que se destacou quanto à quantidade de compostos fenólicos totais.

Os óleos de sementes de abóboras possuem grande potencial para serem utilizados em alimentos, agregando valor a produtos alimentícios, a outros óleos, formando os óleos compostos e fornecendo melhor finalidade a utilização das sementes, que na maioria das vezes são descartadas na forma de resíduos, diminuindo o desperdício e a contaminação ambiental.

6. Referências bibliográficas

AMERICAN OIL CHEMISTS' SOCIETY (AOCS). **Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society**. 6. ed. Champaign, 2009.

ANDJELKOVIC, M. et al. Phenolic compounds and some quality parameters of pumpkin seed oil. **European Journal lipid Science Technology**, Weinheim, v. 112, n. 1, p.208-217, 2010.

ARDABILI, A. G.; FARHOOSH, R.; KHODAPARAST, M. H. H. Frying stability of canola oil in presence of pumpkin seed and olive oils. **European Journal of Lipid Science and Technology**, Weinheim, v. 112, n. 1, p. 871-877, 2010.

AUED-PIMENTEL, S. A. et al. Composição de ácidos graxos e tocoferóis em óleos especiais. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 19, 2004, Recife. **Anais...** Recife: Centro de Convenções em Pernambuco, 2004. CD Rom.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. 4. ed. Jaboticabal: Funep, 2006. 237 p.

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

CHIN, L. S.; MOHAMED, S. Alpha-tocopherol content in 62 edible tropical plants. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 49, n. 6, p. 3101-3105, 2001.

CODEX ALIMENTARIUM COMMISSION. **Codex Stan 210-1999**: codex standard for named vegetable oils. Rome, 2009.

COSTA, J. S. B. **Óleos de soja geneticamente modificada**: caracterização nutricional e detecção de ADN. Porto, 2008. 130 f. Dissertação (Mestrado em Controle de Qualidade) - Faculdade de Farmácia, Universidade do Porto, Portugal, 2008.

EITENMILLER R. R; LEE J. **Vitamin E**: food chemistry, composition and analysis. 1. ed. New York: Marcel Decker, 2004. 540 p.

FERRARI, R. A. Componentes minoritários de óleos vegetais. **Óleos & Grãos**, São Caetano do Sul, v. 9, n. 58, p. 20-28, 2001.

MELÉNDEZ-MARTÍNEZ, A. J.; VICARIO, I. M.; HEREDIA, F. J. Importancia nutricional de los pigmentos carotenoides. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, v. 54, n. 2, p. 149-154, 2004.

MØLLER, P.; LOFT, S. Interventions with antioxidants and nutrients in relation to oxidative DNA damage and repair. **Mutation Research**, Amsterdam, v. 551, n. 1-2, p. 79-89, 2004.

MURKOVIC, M. et al. Changes in chemical composition of pumpkin seeds during the roasting process for production of pumpkin seed oil (part I: non-volatile compounds). **Food Chemistry**, London, v. 84, n. 3, p. 359-365, 2004.

PARRA, R. G. C.; DUAILIBI, S. R. Uso de alimentos funcionais: os principais e as quantidades necessárias para se obter o apelo de saudabilidade. In: TORRES, E. A. F. S. (ed.) **Alimentos do milênio**: importância dos transgênicos, funcionais e fitoterápicos para a saúde. São Paulo: Signus Editora, 2004. cap. 1, p.1-14.

PARRY, J. W. et al. Fatty acid composition and antioxidant properties of cold-pressed marionberry, boysenberry, red raspberry, and blueberry seed oils. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 53, n. 3, p. 566-573, 2005.

PARRY, J. W. et al. Characterization of Cold-pressed onion, parsley, cardamom, mullein, roasted pumpkin, and milk thistle seed oils. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Chicago, v. 83, n. 10, p. 847-854, 2006.

PARRY, J. W. et al. Fatty acid composition, antioxidant properties, and antiproliferative capacity of select cold pressed seed flours. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Chicago, v. 85, n. 12, p. 457-464, 2008.

PRIOR, R. L.; WU, X.; SCHAICH, K. Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 53, n. 10, p. 4290-4302, 2005.

RABASCALL, N. H.; RIERA, J. B. Variaciones del contenido en tocoferoles y tocotrienoles durante los procesos de obtención e hidrogenación de aceites comestibles. **Grasas y Aceites**, Sevilla, v. 38, n. 3, p. 145-148, 1987.

RAFALOWSKI, R. et al. Fatty acid composition, tocopherols and β -carotene content in Polish commercial vegetable oils. **Pakistan Journal of Nutrition**, Faisalabad, v. 7, n. 2, p. 278-282, 2008.

RAMADAN, M. F.; MÖRSEL, J. T. Oil cactus pear (*Opuntia ficus-indica* L.). **Food Chemistry**, London, v. 82, n. 3, p. 339-345, 2003.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **A guide to carotenoids analysis in food**. Washington: ILSI Press, 1999. 64 p.

RYAN, E. et al. Phytosterol, squalene, tocopherol content and fatty acid profile of selected seeds, grains, and legumes. **Plant Foods Human Nutrition**, Dordrecht, v. 62, n. 1, p. 85-91, 2007.

SCHMIDT, S.; POKORNÝ, J. Potential application of oilseeds as sources of antioxidants for food lipids - a review. **Czech Journal of Food Science**, Praha, v. 23, n. 3, p. 93-102, 2005.

SHI, J. et al. Effects of supercritical CO₂ fluid parameters on chemical composition and yield of carotenoids extracted from pumpkin. **Food Science & Technology**, London, v. 43, n. 1, p. 39-44, 2010.

SIMIC, M. G.; JAVONOVIC, V.; NIKI, E. Mechanisms of lipid oxidative processes and their inhibition. In: ALLEN, J. A. **Lipid oxidation in food**. New York: American Chemical Society, 1992. p. 14-32.

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic and phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 16, n. 3, p. 144-158, 1965.

SOUSA, C. M. M. et al. Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 2, p. 351-355, 2007.

STEVENSON, D. G. et al. Oil and tocopherol content and composition of pumpkin seed oil in 12 cultivars. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Chicago, v. 55, n. 10, p. 4005-4013, 2007.

SWAIN, T.; HILLIS, W. E. The phenolics constituents of *Prunus domestica*. I. The quantitative analysis of phenolic constituents. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 10, n. 1, p. 63-68, 1959.

SZTERK, A. et al. Chemical composition and oxidative stability of selected plant oils. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Chicago, v. 87, n. 6, p. 637-645, 2010.

TRABER, M. G. Vitamin E. In: ZEMPLIENI, J.; RUCKER, R. B.; SUTTIE, J. W.; MCCORMICK, D. B. (eds.). **Handbook of vitamins**. Boca Raton: CRC Press, 2007. cap. 4, p.153-174.

TUBEROSO, C. I. G. et al. Determination of antioxidant compounds and antioxidant activity in commercial oilseeds for food use. **Food Chemistry**, London, v. 103, n. 4, p. 1494-1501, 2007.

VIDRIH, R.; VIDA KOVIC, S.; ABRAMOVIC, H. Biochemical parameters and oxidative resistance to thermal treatment of refined and unrefined vegetable edible oils. **Czech Journal of Food Science**, Praha, v. 28, n. 5, p. 376-384, 2010.

XANTHOPOULOU, M. N. et al. Antioxidant and lipoxygenase inhibitory activities of pumpkin seed extracts. **Food Research International**, Barking, v. 42, n. 5, p. 641-646, 2009.

Apêndices

Apêndice 1 - Análises de variância para teores de tocoferóis.

Causas de variação	G. L.	Quadrados médios				
		α -tocoferol	β -tocoferol	γ -tocoferol	δ -tocoferol	Total
Tratamentos	3	208,34**	3,6156**	53427,39**	0,7222**	59065,85**
Resíduos	8	0,0633	0,0017	3,1433	0,55	3,3833
Desvio padrão		0,2517	0,0408	1,7729	0,2345	1,8394
Coef. de variação (%)		2,05	4,54	0,93	2,88	0,87

**teste significativo ($p < 0,01$).

Apêndice 2 - Análises de variância para carotenoides e compostos fenólicos totais.

Causas de variação	G. L.	Quadrados médios	
		Carotenoides	Compostos fenólicos
Tratamentos	3	290,5697**	3,5106**
Resíduos	8	2,09	0,0216
Desvio padrão		1,4457	0,1471
Coef. de variação (%)		8,03	5,38

**teste significativo ($p < 0,01$).