



ANA PAULA ALVES MENDES

**VIABILIDADE ECONÔMICA VERSUS NUTRICIONAL:
COMPARAÇÃO DO POTENCIAL ANTIOXIDANTE DE BARRAS
PROTEICAS DE DIFERENTES CUSTOS DE PRODUÇÃO**

**LAVRAS-MG
2019**

ANA PAULA ALVES MENDES

**VIABILIDADE ECONÔMICA VERSUS NUTRICIONAL: COMPARAÇÃO DO
POTENCIAL ANTIOXIDANTE DE BARRAS PROTEICAS DE DIFERENTES CUSTOS
DE PRODUÇÃO**

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

Prof. Dr. Michel Cardoso de Angelis Pereira
Orientador

**LAVRAS-MG
2019**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Mendes, Ana Paula Alves.

Viabilidade econômica versus nutricional : comparação do potencial antioxidante de barras proteicas de diferentes custos de produção / Ana Paula Alves Mendes. - 2019.

99 p.

Orientador(a): Michel Cardoso de Angelis Pereira.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Lavras, 2019.

Bibliografia.

1. Barras proteicas. 2. Potencial antioxidante. 3. Custo. I. Pereira, Michel Cardoso de Angelis. II. Título.

ANA PAULA ALVES MENDES

**VIABILIDADE ECONÔMICA VERSUS NUTRICIONAL: COMPARAÇÃO DO
POTENCIAL ANTIOXIDANTE DE BARRAS PROTEICAS DE DIFERENTES CUSTOS
DE PRODUÇÃO**

**ECONOMIC VIABILITY VERSUS NUTRITIONAL: COMPARISON OF THE
ANTIOXIDANT POTENTIAL OF PROTEIN BARS OF DIFFERENT PRODUCTION
COSTS**

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

APROVADA em 24 de maio de 2019

Dr. Michel Cardoso de Angelis Pereira - UFLA

Dra. Mariana Mirelle Pereira Natividade -UFLA

Dra. Meire de Oliveira Barbosa - UFV

Prof. Dr. Michel Cardoso de Angelis Pereira
Orientador

**LAVRAS – MG
2019**

À minha mãe, Maria Rosa, pelo carinho, ensinamentos e amparo nos momentos de aflição.

Você é o meu maior exemplo.

*À memória de meu pai Wagner, que mesmo distante fisicamente, sinto sua proteção em cada
escolha e caminho que trilhar.*

Dedico

AGRADECIMENTOS

À Deus por ter me concedido saúde e força para não desanimar nos momentos mais difíceis, e por ter me presenteado com anjos de pessoas que me ajudaram chegar até aqui.

Ao meu irmão, Luciano, por todas as palavras de incentivo e por não ter medido esforços para que essa vitória fosse concretizada.

Ao meu namorado, Jorge, por todo amor, carinho e cuidado ao longo dessa trajetória. Obrigada pela compreensão nos momentos em que tive que me ausentar, e por ser o meu maior incentivador. Amo muito vocês!

Ao meu orientador, Professor Michel Cardoso de Angelis Pereira, por todos os ensinamentos e sábias discussões acadêmicas que contribuíram para o meu desenvolvimento profissional e pessoal. Agradeço pela oportunidade e pelo voto de confiança que me concedeu ao aceitar me orientar. Obrigada por ter me acolhido tão bem, me escutado e acalmado nos momentos de aflição. Você fez com que essa caminhada se tornasse mais leve e prazerosa.

Ao professor João de Souza Carneiro, pela oportunidade que me concedeu, parceria e ensinamentos. Você foi essencial para concretização desse estudo. Meus mais sinceros agradecimentos.

À Universidade Federal de Lavras e ao Programa de Pós-graduação em Nutrição e Saúde pela oportunidade concedida para a realização do curso de pós-graduação.

Aos funcionários do Departamento de Nutrição da Universidade Federal de Lavras, por ter me recebido tão bem. Especial agradecimento ao técnico Geraldo de Souza Cândico, pela amizade, paciência, tantos ensinamentos e por não ter medido esforços para que esse projeto fosse realizado.

Às grandes amigas que fiz: Monique, Fernanda e Rafaela. Conhecer vocês foi um dos maiores presentes desse mestrado. Obrigada pela amizade, companheirismo, pelas tantas risadas e ensinamentos. Vocês estarão sempre em meu coração.

À professora Meire de Oliveira Barbosa por ter sido a maior incentivadora para que essa etapa fosse iniciada. Agora ao finalizá-la vejo que, sem dúvidas, foi a melhor escolha que poderia ter feito.

Enfim, a todos que de alguma forma contribuíram para que esse sonho fosse realizado.

Muito obrigada!

RESUMO GERAL

Alimentos com propriedades antioxidantes podem auxiliar na prevenção das doenças crônicas não transmissíveis (DCNT). Essas propriedades podem ser obtidas através de alimentos comuns e economicamente acessíveis, não sendo necessário o gasto com alimentos de alto custo, amplamente divulgados pela indústria, como alimentos com propriedades funcionais/terapêuticas. As barras alimentícias são opções para a incorporação desses ingredientes, por serem lanches práticos. Aquelas fontes de proteínas são, atualmente, as de maior demanda no mercado. Assim, o presente estudo teve como objetivo desenvolver uma barra proteica com propriedades antioxidantes, feita com ingredientes economicamente acessíveis e comparar seu potencial antioxidante à de outra barra proteica desenvolvida com ingredientes mais onerosos comparados à primeira. As barras foram caracterizadas quanto a composição centesimal, de minerais, teor total de carotenoides e de compostos fenólicos e propriedades antioxidantes. Avaliou-se a aceitação sensorial e preferência, e a influência das informações: preço, valor nutricional e lista de ingrediente de cada barra, na aceitação das mesmas. Para essa etapa, realizou-se duas sessões do teste de aceitação, sendo uma sem e a outra com as informações. Por fim, foram avaliados quais os fatores são considerados de maior importância na escolha de um produto e caracterizado o hábito de leitura das informações nutricionais e dos apelos de saúde, dos participantes do teste sensorial. Verificou-se que a barra de custo superior (CS) e de custo inferior (CI), apresentaram, respectivamente: 30,5% e 30,0% de carboidrato, 21,0% e 24,0% de umidade, 20,5% e 22,0% de proteína, 19,5% e 16,5% de fibra alimentar, 6,0% e 5,50% de lipídeo, 2,5% e 2,0% de cinzas e 259,5Kcal/100g (89Kcal/porção (34g)) e 255,0Kcal/100g (87,5Kcal/porção (34g)). Ambas as barras podem ser classificadas como alimentos fontes de proteínas, de baixo teor de gorduras totais e alto conteúdo de fibra alimentar. A barra CI apresentou valor superior de carotenoides totais (3,33 $\mu\text{g/g}$) ao da barra CS (1,80 $\mu\text{g/g}$) e o mesmo foi observado para fenólicos totais, tendo a barra CI apresentado 349,19 mg EAG/100g e a barra CS 260,38 mgEAG/100g. Quanto ao potencial antioxidante, pelo método ABTS, o potencial da barra CI foi quase o dobro (703,18 μM de trolox/g) ao apresentado pela barra CS (385,65 μM de trolox/g); pelo método β -caroteno/ácido linoleico essa diferença foi o dobro, tendo a barra CI exibido 94,63% de proteção da oxidação e a barra CS 33,39%. Já pelo método FRAP, não houve diferença estatística, tendo a barra CI apresentado (661,70 μM de sulfato ferroso/g) e a barra CS (609,78 μM de sulfato ferroso/g). As barras foram sensorialmente aceitas e igualmente preferidas, e as informações (valor nutricional, lista de ingredientes e preço) não influenciaram na aceitação. Os aspectos sensoriais foram classificados como os fatores de maior importância na escolha de um produto e o hábito de leitura das informações nutricionais e de saúde é baixo. Conclui-se que é possível o desenvolvimento de barras proteicas com propriedades antioxidantes, sensorialmente aceitas e economicamente viáveis, e que custo não está diretamente relacionado à maiores benefícios biológicos, tendo a barra de custo inferior apresentado potencial antioxidante superior ao da barra de custo superior.

Palavras-chave: Lanche. Alimento proteico. Atleta. Composto fenólico. Radical livre.

ABSTRACT

Foods with antioxidant properties may help prevent chronic noncommunicable diseases (CNCDs). These properties can be obtained through ordinary and economically accessible foods, and there is no need to spend on high-cost foods widely advertised by the industry as foods with functional / therapeutic properties. Food bars are options for the incorporation of these ingredients, because they are practical snacks. These sources of protein are currently the ones with the highest demand in the market. Thus, the present study aimed to develop a protein bar with antioxidant properties, made with economically accessible ingredients and compare its antioxidant potential to that of another protein bar developed with more expensive ingredients compared to the first one. The bars were characterized as proximate composition, minerals, total content of carotenoids and phenolic compounds and antioxidant properties. Sensory acceptance and preference, and the influence of information: price, nutritional value and ingredient list of each bar were evaluated, in the acceptance of the same. For this stage, two sessions of the acceptance test were performed, one being without and the other with the information. Finally, it was evaluated which factors are considered of greater importance in the choice of a product and characterized the habit of reading the nutritional information and the health appeals of the participants of the sensorial test. It was verified that the upper cost (CS) and lower cost (CI), presented, respectively: 30,5% and 30,0% of carbohydrate, 21,0% and 24,0% of humidity, 20, 5% and 22.0% protein, 19.5% and 16.5% dietary fiber, 6.0% and 5.50% lipid, 2.5% and 2.0% ash and 259.5 Kcal / 100g (89Kcal / serving (34g)) and 255.0Kcal / 100g (87.5Kcal / serving (34g)). Both bars can be classified as food sources of protein and fiber, and low content of total fat. The CI bar presented a higher value of total carotenoids (3.33 $\mu\text{g} / \text{g}$) than that of the CS bar (1.80 $\mu\text{g} / \text{g}$) and the same was observed for total phenolics, with the CI bar showing 349.19 mg EAG / 100 g and the CS bar 260.38 mgEAG / 100g. As for the antioxidant potential, by the ABTS method, the potential of the CI bar was almost double (703.18 μM trolox / g) as presented by the CS bar (385.65 μM trolox / g); by the β -carotene / linoleic acid method, this difference was double, with the CI bar exhibiting 94.63% oxidation protection and the CS bar 33.39%. By the FRAP method, there was no statistical difference, with the IC bar presented (661,70 μM ferrous sulphate / g) and CS bar (609.78 μM ferrous sulphate / g). The bars were sensorially accepted and equally preferred, and the information (nutritional value, list of ingredients and price) did not influence the acceptance. The sensorial aspects were classified as the most important factors in the choice of a product and the habit of reading the nutrition information was low. It is concluded that it is possible to develop protein bars with antioxidant properties, sensorially accepted and economically viable, and that cost is not directly related to greater biological benefits, having the lower cost bar presented higher antioxidant potential than the upper cost bar.

Keywords: Snack. Protein food. Athlete. Phenolic Compound. Free Radical.

SUMÁRIO

PRIMEIRA PARTE – REFERENCIAL TEÓRICO	11
1 INTRODUÇÃO GERAL	12
2 REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1 Doenças crônicas não transmissíveis e alimentação	14
2.2 Radicais livres, espécies reativas e sistemas antioxidantes	15
2.3 Antioxidantes dietéticos e fontes	16
2.3.1 Avaliação do potencial antioxidante dos alimentos	18
2.3.1.1 Captura do radical livre ABTS ^{•+}	19
2.3.1.2 Redução do ferro - FRAP	20
2.3.1.3 Sistema β -caroteno/ácido linoleico	20
2.4 Barras alimentícias	22
2.5 Ingredientes para a formulação das barras alimentícias de custo superior e inferior.....	25
2.5.1 Ameixa, cranberry, damasco, uvas-passas e tâmara.....	24
2.5.2 Concentrado proteico de soro de leite e leite em pó	27
2.5.3 Amêndoa e amendoim	28
2.5.4 Linhaça e chia	30
2.5.5 Aveia	31
2.5.6 Cacau	32
2.6 Fatores influentes na escolha de um produto.....	33
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS	36
4 REFERÊNCIAS	37
SEGUNDA PARTE – ARTIGOS	54
ARTIGO 1	55
Graphical abstract.....	56
1.0 Introduction	57

	10
1.2 Material and Methods	58
1.3 Results and Discussion	63
Conclusion	70
Acknowledgments	70
References	70
ARTIGO 2	76
1.0 Introdução	78
2.0 Material e Métodos	79
3.0 Resultados e Discussão	85
Conclusão	93
Referências	94
Anexo 1 – Aprovação do Comitê de Ética	96

PRIMEIRA PARTE – REFERENCIAL TEÓRICO

1 INTRODUÇÃO GERAL

As doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) são as principais causas de óbito no Brasil e no mundo. Essas doenças possuem como principais fatores de risco, a alimentação inadequada, sedentarismo, tabagismo e alcoolismos. Dentre esses fatores, destaca-se a alimentação inadequada.

Quando a alimentação diária é hipercalórica e deficiente em micronutrientes, o organismo é exposto a uma quantidade elevada de espécies reativas, que ultrapassa a capacidade de eliminação pelas defesas antioxidantes do corpo. Essa condição é conhecida como “estresse oxidativo”, considerada a base fisiológica para o desenvolvimento das DCNT.

Essas doenças afetam populações de diferentes condições econômicas, entretanto, naquelas menos favorecida, sua prevalência é maior. Esse fato se justifica pela maior exposição dessa população aos fatores de risco, bem como a menor escolaridade e acesso aos serviços de saúde para promoção e prevenção das DCNT.

Se por um lado a alimentação hipercalórica e deficiente em micronutrientes favorece o desenvolvimento das DCNT, estudos têm mostrado que uma alimentação baseada em vegetais, frutas, grãos integrais e nozes, pode auxiliar na prevenção desse grupo de doenças. Esses alimentos são ricos em compostos como os minerais: selênio, zinco, magnésio, cobre e manganês; em vitamina C e E; em compostos fenólicos e carotenoides, os quais são capazes de eliminarem as espécies reativas de forma direta ou indireta, ou seja, de atuarem como antioxidantes.

Considerando que o consumo desses alimentos ainda não é satisfatório na maior parte da população brasileira, o desenvolvimento de lanches práticos, que os contenham como ingredientes, é uma alternativa para aumentar o consumo desses alimentos. As barras alimentícias são preparações que podem ser desenvolvidos atendendo a esses critérios. Dentre os tipos de barras, destaca-se aquelas fontes de proteínas, que foram a princípio desenvolvidas para a atletas, mas hoje são amplamente consumidas. Além de serem lanches que auxiliam esportistas a complementarem suas necessidades proteicas, também são opções para aqueles que procuram alimentos alternativos fontes de proteínas de alto valor biológico não cárneos, como os ovolactovegetarianos.

Essa opção de lanche se torna ainda mais atraente quando é de preparo caseiro e feita com ingredientes economicamente acessíveis e com propriedades antioxidantes. Estudos como o de Zgoła-Grzeškowiak, Stanisz & Waśkiewicz (2017) e o Ouchemoukh

et al. (2012) têm mostrado que alimentos comuns, típicos da cultura alimentar brasileira, podem apresentar o mesmo potencial antioxidante, ou até superior, que outros alimentos estrangeiros mais onerosos, que vem ganhando espaço recentemente no mercado de produtos naturais.

Dessa forma, lanches proteicos, com propriedades antioxidantes e economicamente acessíveis podem ser alternativas auxiliares na redução da prevalência das DCNT, quando incluídos diariamente na alimentação. Além disso, valoriza os alimentos típicos e incentiva o consumo dos alimentos *in natura* ou minimamente processados em detrimento dos ultraprocessados, favorecendo a sustentabilidade.

Assim, o presente estudo teve como objetivo desenvolver uma barra alimentícia proteica com propriedades antioxidantes, elaborada com ingredientes economicamente acessíveis e comparar seu potencial antioxidante ao de outra barra proteica desenvolvida com ingredientes mais onerosos comparados à primeira.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Doenças crônicas não transmissíveis e alimentação

As DCNT são as causas prevalentes de óbito no Brasil e no mundo, e, portanto, o mais grave problema de saúde pública. Anualmente, cerca de 15 milhões de pessoas no mundo, com idade entre 30 e 70 anos, vêm a óbito em função dessas doenças. No Brasil, elas são responsáveis por 73% das mortes, o que corresponde a aproximadamente 928 mil óbitos (OPAS, 2017).

Dentre os fatores de risco modificáveis para essas doenças, destaca-se a alimentação. Estudos clínicos e epidemiológicos têm mostrado que o aumento do consumo de vegetais, frutas, grãos integrais, leguminosas, sementes e nozes está diretamente associado a menor risco de desenvolvimento de várias DCNT (ABOUL-ENEIN, BERCZYNSKI & KRUK, 2013; ASGARY, RASTQAR & KESHVARI, 2018). Entretanto, no Brasil assim como em outros países do mundo, a ingestão desses alimentos, principalmente de frutas, legumes e leguminosas é insuficiente (MOTA et al., 2008).

O estudo de coorte, desenvolvido por Voortman et al. (2017) acompanhou, por um período médio de 13,5 anos (0 a 27 anos), 9701 pessoas de Roterdã, na Holanda, com 45 anos de idade ou mais. Avaliou-se a ingestão dietética no início no estudo, e ao longo dos anos foi verificado se houve aumento do consumo de vegetais, frutas, cereais integrais, leguminosas, nozes, laticínios, peixes e chás, bem como a incidência de doenças crônicas e a mortalidade. Verificou-se que o aumento do consumo de cada um dos componentes, atendendo os valores recomendados pelas diretrizes alimentares holandesas, estava associado a uma redução de 3% no risco de mortalidade e menor risco de acidente vascular encefálico, doença pulmonar obstrutiva crônica, câncer colorretal e depressão.

A Organização Mundial da Saúde – OMS (2003) recomenda que a ingestão diária de frutas e hortaliças, seja de aproximadamente 400g/dia. Entretanto, no Brasil, o consumo desses alimentos não é satisfatório. De acordo com os dados do estudo “Vigilância de fatores de risco e proteção para as doenças crônicas por inquérito telefônico” – VIGITEL, realizado em 2017, menos da metade da população, aproximadamente 34,6%, consomem regularmente a quantidade recomendada, sendo menor entre os homens (27,8%) do que entre as mulheres (40,4%) (BRASIL, 2018a).

O consumo desses alimentos, bem como de sementes, leguminosas, nozes, está

associado à redução do risco de DCNT, pois os mesmos são fontes de substâncias bioativas. Essas são definidas como nutrientes ou não nutrientes que possuem ação metabólica ou fisiológica específica no organismo (ANVISA, 2002). Dentre essas ações, destaca-se a capacidade antioxidante direta ou indireta, exercida por minerais como selênio, zinco, magnésio, manganês e cobre, vitaminas como a C e E, compostos fenólicos e carotenoides.

As DCNT acometem populações de diferentes condições socioeconômicas, sendo de forma mais intensa nos grupos vulneráveis, como os de baixa renda e escolaridade (MALTA & MERHY, 2010; DUCAN et al., 2011). Isso ocorre devido ao fato desses grupos serem mais vulneráveis e expostos aos fatores de risco e por terem menor acesso aos serviços de saúde e às práticas de promoção e prevenção desse grupo de doenças (ABEGUNDE et al., 2007; WHO, 2014).

No que se refere a alimentação, estudos demonstram que nos grupos menos favorecidos economicamente, a mesma é frequentemente baseada em alimentos calóricos, ricos em açúcares e gorduras, por serem na maioria das vezes menos onerosos, além de apresentar pouca variedade e baixa inclusão de frutas, verduras, legumes e produtos lácteos (MONTEIRO, 2003; DREWNOWSKI & DARMON, 2005; DASTGIRI et al., 2006; MONSIVAIS & DREWNOWSKI, 2007).

Destaca-se que as DCNT criam um círculo vicioso na população de baixa renda, pois essas doenças tendem a agravar o estado de pobreza, pois os gastos familiares com as DCNT reduzem a disponibilidade de recursos financeiros destinados à alimentação, moradia, educação, entre outras despesas (BRASIL, 2011; WHO, 2011). Dessa forma, o ponto chave é desenvolver estratégias de prevenção que estejam ao alcance financeiro desses grupos.

2.2 Radicais livres, espécies reativas e sistemas antioxidantes

O evento inicial para o desenvolvimento das DCNT é a exposição crônica ao estresse oxidativo. Esse é definido como um desequilíbrio entre a formação de radicais livres e a proteção antioxidante do organismo, em favor do primeiro, causando danos oxidativos às células (HALLIWELL, 2011).

Por sua vez, radicais livres são qualquer espécie que contenham um ou mais elétrons não pareados, ou seja, que contenham elétrons que ocupam isoladamente um orbital atômico ou molecular (HALLIWELL, 2011). A maioria dos radicais são a base de

oxigênio e de nitrogênio. São frequentemente formados durante o metabolismo normal das células, principalmente pela cadeia respiratória mitocondrial durante a produção de energia, sendo em grande quantidade quando a dieta é hipercalórica; bem como em casos de atividade física intensa, presença de infecções, exposição à fumaça de cigarro, à radiação ionizante, xenobióticos, poluição e no consumo de bebidas alcoólicas (BARBOSA et al., 2010).

O termo radical livre não é o mais adequado a ser utilizado, visto que algumas moléculas reativas patogênicas não são radicalares, mas são estruturalmente instáveis. Dessa forma, o termo mais adequado a ser utilizado é “Espécies Reativas de Oxigênio” (EROS) e “Espécies Reativas de Nitrogênio” (ERN) (FERREIRA & MATSUBARA, 1997).

O dano oxidativo causado pelo estresse oxidativo pode levar ao desenvolvimento de inflamações, superexpressão de genes oncogênicos, formação de compostos mutagênicos ou iniciar um processo aterogênico, condições essas que favorecem o desenvolvimento de DCNT como câncer, doenças cardiovasculares, neurodegenerativas, diabetes e doenças renais (PISOSCHI & POP, 2015).

Para evitar esses danos, o corpo conta com os sistemas antioxidante endógeno e exógeno (FRAUNBERGER et al., 2016). Antioxidantes são substâncias que em concentrações inferiores ao do substrato oxidável são capazes de atrasar ou inibir a oxidação do substrato de forma eficaz (HALLIWELL, 1990).

O sistema antioxidante endógeno é formado por enzimas antioxidantes, tais como catalase (CAT), superóxido dismutase (SOD), glutathione peroxidase (GPxs) e glutathione reductase (GR). Algumas dessas enzimas possuem em seus sítios ativos, minerais como o zinco, selênio, cobre, magnésio, manganês como cofatores (HALLIWELL, 1994). Por essa razão, esses minerais são considerados antioxidantes indiretos. Já o sistema antioxidante exógeno é formado pelos compostos com capacidade antioxidante ingeridos pela alimentação, tais como as vitaminas C e E, carotenoides e compostos fenólicos, encontrados, principalmente, em alimentos de origem vegetal, sendo antioxidantes diretos (FRAUNBERGER et al., 2016).

2.3 Antioxidantes dietéticos e fontes

Os antioxidantes dietéticos podem atuar como antioxidantes indiretos, como é o caso dos minerais: selênio, zinco, magnésio, manganês e cobre, que atuam como cofatores

de enzimas antioxidantes; ou como antioxidantes diretos, os quais reagem diretamente com as espécies reativas para neutralizá-las ou eliminá-las, como é o caso da vitamina C e E, dos carotenoides e dos compostos fenólicos.

Esses últimos são um conjunto heterogêneo de compostos bioativos, amplamente distribuídos no reino vegetal, que se caracterizam pela presença de pelo menos um anel aromático em sua estrutura, ligado a agrupamentos hidroxilas. Já foram identificados mais de 8000 compostos fenólicos, que variam desde fenólicos simples de baixo peso molecular até compostos extremamente polimerizados de alto peso molecular. A maioria está presente nos alimentos na forma conjugada com açúcares e ácidos orgânicos (BRAVO, 1998; CROZIER, JAGANATH & CLIFFORD, 2009).

Com base no número de carbonos e a forma como os mesmos se encontram dispostos, os compostos fenólicos podem ser classificados em: ácidos hidroxibenzóicos, ácidos hidroxinâmicos, cumarinas, ligninas, chalconas, lignanas, xantonas e flavonoides (CAROCHO, MORALES & FERREIRA, 2018). Esses últimos são os mais numerosos e mais encontrados na alimentação, estando presentes, principalmente, na epiderme das folhas e na pele dos frutos (CROZIER, JAGANATH & CLIFFORD, 2009).

Os flavanoides são classificados em seis subclasses, sendo elas: flavonas, flavonóis, flavanóis, flavanonas, isoflavonas e antocianidinas (BRAVO, 1998; ROSS & KASUM, 2002). São compostos que em sua maioria são resistentes ao calor, oxigênio, desidratação e a níveis moderados de acidez, entretanto, podem ser danificados pela luz. A presença da molécula de glicose conjugada contribui para a fotosensibilidade desses compostos (AHERNE & O'BRIEN, 2002).

Entre os alimentos fontes de compostos fenólicos está o cacau, o qual, de acordo com o estudo de Giacometti et al. (2016), possui teor total de compostos fenólicos igual a 2885mg de equivalente de ácido gálico (EAG)/100g de alimento. Outros alimentos fontes são as passas: 2414mg EAG/100g; damasco: 2256 mg EAG/100g; ameixas: 1032 mg EAG/100g e o cranberry: 1819 mg EAG/100g (ISHIWATA et al., 2004).

Além disso, vale destacar que a biodisponibilidade dos compostos fenólicos varia muito de um tipo para o outro, isso porque eles apresentam diferentes mecanismos de absorção pelo intestino, metabolismo e excreção. Assim, essa questão deve ser levada em consideração para determinar o papel desses compostos na saúde dos indivíduos (MANACH et al., 2004).

Os carotenoides também são importantes compostos bioativos antioxidantes. Caracterizam-se como pigmentos lipossolúveis de ampla distribuição na natureza, com

cerca de 700 representantes, com diversas estruturas químicas e responsáveis pelas cores amarelo a vermelho de frutas, vegetais, gema de ovo, crustáceos e de alguns peixes. (SIES & STAHL, 2004; RODRIGUEZ-AMAYA, KIMURA & AMAYA-FARFAN, 2008). Os principais carotenoides são o licopeno, β -caroteno, α -caroteno, β -criptoxantina, luteína e zeaxantina. Sendo os dois primeiros os mais estudados quanto a atividade antioxidante (NIMSE & PAL, 2015).

Os carotenoides são tetraterpenos (C₄₀), formados pela união de oito unidades isopropanoides (C₅). Entretanto é possível encontrar carotenoides com mais ou menos carbonos. Possuem grupos metilas centrais separados por seis carbonos e os demais por cinco carbonos. Além disso, contam com um amplo sistema de duplas ligações conjugadas, responsável por atribuir cor aos carotenoides, bem como suas propriedades, como a antioxidante (RODRIGUEZ-AMAYA, KIMURA & AMAYA-FARFAN, 2008).

Atuam como antioxidantes devido a sua capacidade de eliminar o oxigênio singlete, que pode ocorrer sob duas diferentes maneiras: por meio da passagem da energia de excitação do oxigênio singlete para o carotenoide, formando carotenoides não reativo, que dissipa o excesso de energia na forma de calor, levando a regeneração do carotenoide. A outra forma é por meio da reação com o oxigênio singlete, havendo a destruição do carotenoide. Nessa reação pode haver a transferência de um elétron do carotenoide para o radical; abstração de um hidrogênio ou adição de um radical à molécula de carotenoides (BRITTON, 1995; EL-AGAMEY et al., 2004; RODRIGUEZ-AMAYA, KIMURA & AMAYA-FARFAN, 2008).

Vários estudos têm demonstrado que uma dieta rica em carotenoides e a concentração sanguínea dos mesmos, pode estar relacionada à prevenção de DCNT, possivelmente devido ao seu potencial antioxidante. A exemplo tem-se o estudo de caso-controle realizado por Eliassen et al. (2015) que avaliou pacientes da Escola de Saúde Pública de Harvard e Brigham and Women's Hospital em Boston, quanto a concentração sanguínea de carotenoides e o desenvolvimento de câncer de mama. Foram avaliadas 32.826 mulheres no período de 1989-1990 e 18.743 mulheres de 2000 a 2002. Entre a primeira coleta de sangue até 2010, foram diagnosticados 2.188 casos de câncer de mama, sendo esses resultados comparados com indivíduos controles. As concentrações mais altas de α -caroteno, β -caroteno, licopeno e carotenoides totais, foi relacionado a 18% a 28% de menor risco estatisticamente significativo para câncer de mama.

As frutas e legumes apresentam uma composição diversificada de carotenoides. Dentre os alimentos fontes de licopeno está o tomate (34 μ g/g), melancia (35 μ g/g),

mamão (46 µg/g) e goiaba vermelha (53µg/g). Fontes de β-caroteno são acerola (22µg/g), manga (25µg/g), melão (22µg/g), tucumã (99µg/g), agrião (31µg/g) e cenoura (20µg/g). Entre os alimentos ricos em β-criptoxantina, destaca-se o cajá (17µg/g) e a pitanga (47µg/g) e entre os ricos em α-caroteno destaca-se abóbora menina (17µg/g), cenoura (21 µg/g) e buriti (82 µg/g) (RODRIGUEZ-MAYA, KIMURA & AMAYA-FARFAN, 2008).

Para que os carotenoides possam exercer suas funções no organismo, é necessário que os mesmos sejam absorvidos e estejam disponíveis. Entretanto vários fatores podem afetar a biodisponibilidade desses compostos, tais como o tipo de carotenoide, a composição da matriz do alimento, o processamento do mesmo e a fatores relacionados ao indivíduo, como a absorção ineficiente de lipídeos, infecções parasitárias, além de fatores genéticos (PARKER, 2018).

As vitaminas C e E também são importantes antioxidantes. A segunda refere-se a um conjunto de compostos, sendo quatro tocoferóis e quatro tocotrienóis. Os tocoferóis apresentam importante atividade antioxidante, sendo encontrados nas membranas celulares. Possui a capacidade de paralisar a peroxidação lipídica nas membranas celulares e nas partículas de lipídeos, ao doar um átomo de hidrogênio ao radical peroxil (NIMSE & PAL, 2015; OROIAN & ESCRICHE, 2015). Grãos e sementes como as de girassol e abóbora são exemplos de alimentos fontes (ALADEDUNYE & PRZYBYLSKI, 2013; PATEL & RAULF, 2017).

A vitamina C (ácido ascórbico) está localizada no citoplasma e é considerada muito efetiva na eliminação das ROS e RNS (BARROS et al., 2011; CARR & MAGGINI, 2017). Atua como antioxidante transferindo um elétron para as espécies reativas, e na regeneração da vitamina E (NIMSE & PAL, 2015). Dentre os alimentos fontes destaca-se: laranja, goiaba, morango, kiwi, pimentão e brócolis (HAINFELLNER & ZAGOLIN, 2014).

Os minerais selênio, zinco, magnésio, manganês e cobre são encontrados em alimentos como na castanha do Brasil, castanha de caju, amêndoa, avelãs e no amendoim. Esse último, apesar de não ser uma oleaginosa como os demais, e sim uma leguminosa, é geralmente incluído entre as sementes oleaginosas, em virtude da semelhança quanto ao perfil nutricional (BRUFAU, BOATELLA & RAFECAS, 2006; ARYA, SALVE & CHAUHAN, 2016).

2.3.1 Avaliação do potencial antioxidante dos alimentos

Existem diferentes tipos de métodos para avaliar a atividade antioxidante (AA) *in vitro* dos alimentos, bem como de compostos isolados. Esses métodos são ferramentas extremamente importantes na seleção de substâncias, bem como de plantas utilizadas no desenvolvimento de fármacos e outros produtos químicos, assim como na avaliação da presença de antioxidantes em alimentos, como frutas, vegetais, legumes e bebidas, reforçando a importância de uma alimentação rica em vegetais (ALVES et al., 2010).

Entretanto, vale ressaltar que não existe um método universal para avaliar a AA, visto que há diferentes tipos de radicais livres, os quais apresentam diferentes formas de atuação no organismo dos seres vivos, havendo, portanto, vários métodos para essa avaliação (ALVES et al., 2010). Além disso, a AA de um composto não deve ser baseada em uma única metodologia, sendo necessário a avaliação por outros métodos para que assim possa caracterizar completamente um composto como antioxidante (MOON & SHIBAMOTO, 2009; CIÉSLA et al., 2012).

Alguns dos métodos mais utilizados para a avaliação da AA são: o de captura do radical (ácido 2,2'-azinobis-3-etilbenzotiazolina6-sulfônico (ABTS•+), método de redução do ferro (FRAP) e o sistema β -caroteno/ácido linoleico (SUCUPIRA et al., 2012). Esses métodos, em sua maioria, empregam o mesmo princípio, onde um radical sintético é formado e a capacidade dos compostos presentes na amostra de eliminar ou neutralizar o radical (capacidade antioxidante) é acompanhado por espectrofotômetro UV/visível (ARNAO, 2000).

2.3.1.1 Captura do radical livre ABTS•+

Esse método foi descrito por Re et al. (1999) e se baseia na capacidade dos antioxidantes em capturar o radical catiônico 2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiazolin) 6-ácido sulfônico (ABTS•+). A diminuição na formação do radical é observada espectrofotometricamente pela diminuição da absorbância, visto que o radical ABTS apresenta coloração verde escura e na presença de antioxidantes em diferentes concentrações, a coloração da solução passa para verde claro ou até incolor (PÉREZ-JIMÉNEZ & SAURACALIXTO, 2006; SOARES et al., 2008).

O método se baseia em uma única reação em que o ABTS reage com o persulfato de potássio (formando o radical catiônico ABTS•+). Quanto maior for a capacidade do antioxidante da amostra de doar elétrons (capacidade antioxidante), menor vai ser a oxidação do ABTS pelo persulfato, e conseqüentemente, menor a formação do radical catiônico

ABTS^{•+}, observada pela coloração verde claro ou incolor (SCHAICH, TAN & XIE, 2015).

O radical ABTS apresenta quatro comprimentos de onda de absorção máxima: 415nm, 660nm, 734nm, 820nm, sendo o 734nm o mais utilizado. Além disso é um radical que apresenta boa solubilidade, podendo ser analisados tanto compostos de natureza lipofílica quando hidrofílica (MAGALHÃES et al. 2008).

Os resultados desse método podem ser expressos em TEAC, o que corresponde a “atividade antioxidante equivalente ao trolox” ($\mu\text{mol.g}^{-1}$), em que a atividade antioxidante da amostra é comparada com a do trolox, analisada por meio da construção de uma curva de calibração com as concentrações de trolox conhecidas, ou em VCEAC “atividade antioxidante equivalente à vitamina C” (mg.100 g^{-1}) (SOARES et al., 2008). Passado o tempo de reação, é feita a leitura da absorbância que é proporcional à concentração do radical ABTS, determinando assim, a capacidade da amostra em inibir o radical (MAGALHÃES et al. 2008).

2.3.1.2 Redução do ferro – FRAP

O ensaio antioxidante de determinação do poder de redução do íon ferro (FRAP) foi originalmente desenvolvido por Benzie, Strain (1996) para determinar a redução do ferro em fluidos biológicos e soluções aquosas de compostos puros. Entretanto, o método foi adaptado por autores como Rufino et al. (2006a), e hoje pode ser aplicado para a análise de AA em extratos de alimentos e bebidas, como também para a AA de substâncias puras (RUFINO et al., 2006a; URREA-VICTÓRIA, 2016).

Esse método fundamenta-se na produção de íons ferroso (Fe^{2+}) o qual é produzido pela redução do íon férrico (Fe^{3+}) originado a partir 2,4,6-tripiridil-s-triazina (TPTZ). A medida que o Fe^{3+} é reduzido, a coloração da solução passa de roxo claro para roxo escuro, portando, quando maior a intensidade da cor formado, maior o potencial antioxidante da amostra, pois maior foi o seu potencial de doar 1 elétron para o Fe^{3+} formado, dando origem ao Fe^{2+} (URREA-VICTÓRIA, 2016). Os resultados do teste são obtidos comparando as absorbâncias lidas a 593nm das amostras avaliadas, com as absorbâncias dos íões de ferro em concentração conhecida. O resultado é expresso em ácido ascórbico equivalentes. Essa metodologia é considerada simples, barata, rápida e com resultados altamente reprodutíveis (PEREIRA, 2010).

2.3.1.3 Sistema β -caroteno/ácido linoleico

Esse método foi desenvolvido por Marco (1968) e o mesmo permite avaliar a capacidade de uma determinada substância em prevenir a oxidação do β -caroteno, protegendo o mesmo dos radicais livres formados a partir da oxidação do ácido linoleico, os quais atacam as duplas ligações do β -caroteno (DAVID et al., 2010).

Quanto maior a atividade antioxidante da amostra avaliada, maior a quantidade de β -caroteno será preservada, mantendo a coloração amarela da solução por mais tempo, e quanto menor essa capacidade, maior será a destruição do β -caroteno e mais rapidamente a solução se torna mais clara, variando de amarelo claro a transparente (DAVID et al., 2010).

Assim como os demais métodos, essa perda da coloração do β -caroteno é monitorada espectrofotometricamente em comprimento de onda de 470nm, realizando a primeira leitura imediatamente após a mistura dos reagentes e depois em intervalos de 15 minutos, até completar 2 horas. Os resultados podem ser expressos em porcentagem de oxidação ou de proteção do β -caroteno (BROINIZI et al., 2007).

Para que a solução β -caroteno/ácido linoleico seja totalmente dissolvida em clorofórmio, é utilizado como emulsificante o Tween-40 e logo depois da remoção do clorofórmio, a solução é dissolvida em água saturada com oxigênio atmosférico, para que as reações de oxidação do ácido linoleico aconteçam (DAVID et al., 2010).

2.4 Barras alimentícias

As barras alimentícias são classificadas como “snacks”, que são definidos como pequenas refeições práticas. Em função da praticidade, sua procura apresenta crescimento constante, com a mudança de estilo de vida da população (CORDOVA, 2012; APPELT et al., 2015).

Entre os tipos de barras alimentícias, aquelas à base de proteínas tem-se destacado, sendo atualmente o tipo de barra alimentícia de maior demanda (YEZZI, 2018). As barras proteicas são barras alimentícias que possuem de 15 a 35% de proteínas, sendo as mesmas, em sua maioria, de origem láctea ou vegetal (LOVEDAY ET AL., 2009).

O aumento da demanda por esse tipo de barra possivelmente está relacionado com o aumento do interesse da população pela prática de exercícios físicos. As proteínas auxiliam no ganho de massa muscular e conseqüentemente na melhoria do rendimento durante os treinos (HARAGUCHI, ABREU & DE PAUL, 2006; ROLIM, 2007; BEZERRA & MACÊDO, 2013).

Ressalta-se que as proteínas são os principais componentes estruturais e funcionais de todas as células. Portanto, sua ingestão é fundamental para a manutenção da função e integridade celular, bem como para a saúde e reprodução (FOOD AND NUTRITION BOARD, 2005; SHANG, CHAPLOT & WU, 2018).

As barras proteicas foram originalmente desenvolvidas para atletas, mas, atualmente, é direcionada para uma ampla gama de consumidores que se preocupam com a saúde (APPELT et al., 2015). Frequentemente açúcar, chocolate, nozes, frutas secas, bolachas são adicionadas à formulação, para obtenção de um sabor mais atraente, visto que as fontes de proteínas podem atribuir gosto residual às barras (SIMON et al., 2009).

Constantemente novas formulações são lançadas no mercado ou desenvolvidas em estudos, para atender aos gostos e procura do consumidor (SILVA et al., 2016). Dentre essas novas formulações, inclui-se ingredientes não comuns a cultura alimentar brasileira, e por isso, mais onerosos, como o cranberry (MAHANNA & LEE, 2010), damasco (SHARMA et al, 2013), blueberry (MORAES et al., 2007), amêndoa (ARÉVALO-PINEDO et al., 2013) entre outros.

Entretanto, em relação a efeitos biológicos, tais como capacidade antioxidante, algumas frutas, oleaginosas e sementes comuns e economicamente mais acessíveis, podem exercer os mesmos ou até maiores benefícios que outros alimentos dessas mesmas classes, porém mais onerosos. A exemplo disso, no estudo de Jeszka-Skowron et al. (2017) avaliou-se o potencial antioxidante, por meio da capacidade de eliminação do radical DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo) do extrato metanólico dos frutos secos: gojiberry, cranberry e de passas. Verificou-se que, cranberry e passas, que são frutas que apresentam preço comercial muito diferente, não apresentaram diferença estatística quanto ao potencial antioxidante *in vitro*.

No estudo de Ouchemoukh (2012) foi avaliado a capacidade antioxidante *in vitro* dos extratos aquosos, metanólicos e etanólicos das frutas secas: figo, cranberry, passas, damasco, ameixa, por meio da capacidade de eliminação do radical DPPH. Verificou-se que o extrato aquoso das passas foi o que apresentou melhor atividade de eliminação do radical DPPH. Além disso, o extrato metanólico do damasco e passas e o etanólico da ameixa e do damasco, frutas que apresentam preços muito diferentes entre si no mercado, não apresentaram diferenças significativas quanto ao potencial redutor.

2.5 Ingredientes para a formulação das barras alimentícias de custo superior e inferior

2.5.1 Ameixa, cranberry, damasco, uvas-passas e tâmara

As ameixas são pertencentes à família Rosaceae e ao gênero *Prunus*, e as espécies mais conhecidas são: *Prunus domestica* L. (ameixa europeia), *Prunus salicina* L. (ameixa japonesa) e *Prunus americana* Pântano (ameixa americana). Entretanto, esse alimento é cultivado desde os tempos pré-históricos e mais de 100 espécies são conhecidas (JABEEN & ASLAM, 2011). A ameixa *Prunus domestica* L. é a mais utilizada para a produção de ameixa seca, além de ser o grupo mais numeroso e diverso (BLAZEK, 2007).

São frutas pertencentes à classe das “frutas com caroços” na qual também estão incluídos o pêssego, a nectarina e o damasco. As ameixas apresentam variadas cores, entretanto, o vermelho e o preto são as mais predominantes. Além de ser uma fruta suculenta, vários produtos de preparo caseiro ou industrial podem ser feitos com ela, como geleias, sucos, compotas, além de serem vendidas também na forma desidratada (JAYASANKAR, DOWLING & SELVARAJ, 2016). A China é o maior produtor de ameixa no mundo (JABEEN & ASLAM, 2011).

Essa fruta possui nutrientes como as vitaminas A e K, minerais como o potássio, cálcio, magnésio, zinco, cobre, manganês, selênio. Apresenta ainda fibra alimentar, principalmente fibra solúvel, a qual representa 80% do teor total de fibras (SIDDIQ, 2006). Além disso, tanto as ameixas frescas quanto as secas são fontes de compostos fenólicos, com destaque para o ácido clorogênico e neoclorogênico, os quais contribuem com a atividade antioxidante dessa fruta (DONOVAN et al., 1998). Ressalta-se que a secagem aumenta a atividade antioxidante da ameixa devido a produção de melanoidinas, as quais atuam por meio de reações não enzimáticas (SIDDIQ, 2006; MADARU et al., 2010).

A medicina popular atribui a essa fruta efeitos laxativos e digestivos, sendo utilizada no tratamento de hipertensão, diabetes, icterícia e febre (JABEEN & ASLAN, 2011). Estudos científicos associam seu consumo a benefícios a saúde, como demonstrado no estudo de Igwe & Charlton (2016) no qual foi feita uma revisão sistemática sobre o impacto do consumo de ameixa na saúde e verificaram que ameixas apresentam propriedades antioxidantes e antialérgicas, e seu consumo está associado a melhora da função cognitiva, saúde óssea e redução do risco de doenças cardiovasculares.

O cranberry (*Vaccinium macrocarpon*), também conhecido como oxicoco, é uma fruta pertencente à família Ericáceas e ao gênero *Vaccinium*. É uma fruta nativa da Inglaterra e normalmente não é consumida na forma crua, mas sim seca, ou através de sucos, molhos, barras de cereais, queijos, chocolate e em outros produtos de confeitaria. Além disso, também são comercializados na forma pós e extratos (McKAY & BLUMBERG, 2007; CÔTÉ et al., 2010; DEL RIO, 2013).

Apresentam consideráveis níveis de vitamina C, fibra solúvel e manganês e são alimentos fontes de compostos fenólicos, predominando ácidos-p-cumárico e ácido protocatecuico (ácidos fenólicos), mirecitina e quercetina (flavonóis) (BORUKH, KIRBABA & SENCHUK, 1972; PALIKOVA et al., 2010; PRIOR et al., 2010).

Antigamente essa fruta foi utilizada como conservante de carne de alce, tinta para coloração de roupas, cobertores e tapetes, e em ferimentos, devido a crença de seus efeitos antissépticos (SOUZA et al., 2016). Atualmente, estudos mostram os seus vários benefícios a saúde, como demonstrado no estudo de Zhao, Liu & Gu (2018) que fez um revisão sobre os trabalhos publicados ao longo de 25 anos avaliando os benefícios do cranberry e verificaram que essa fruta está associada a prevenção de câncer e doenças vasculares, redução de fatores de risco cardiometabólico, como a diminuição do colesterol plasmático e atualmente vem crescendo as evidências do papel do cranberry na proteção contra a *Helicobacter pylori*, inflamação intestinal e infecções urinárias.

As uvas-passas além de serem consumidas como lanches, são frequentemente adicionadas a preparações para melhorar o sabor e o valor nutritivo das mesmas (WANG et al., 2015). Cerca de 95% das uvas-passas são uvas secas da espécie *Vitis vinifera* L. Dependendo do país, as mesmas podem receber diferentes denominações, como groselha, sultanas ou simplesmente passas (WILLIAMSON & CARUGHI, 2010).

As uvas-passas apresentam baixa a média densidade energética e são importantes fontes de fibras alimentares, de minerais, principalmente potássio e magnésio e de vitamina C e E (FULGONI, PAINTER & CARUGHI, 2017). Também são fontes de compostos fenólicos, predominando a malvidina-3-glicosídeo, quercetina e ácido sirínico-3,4-dihidroxibenzoico, pertencentes a classe das antocianinas, flavonóis e ácidos fenólicos, respectivamente (MENG et al., 2011; MARQUEZ et al., 2012; FULGONI; PAINTER; CARUGHI, 2017).

Restani et al. (2016) analisando estudos científicos que analisaram os benefícios à saúde associados ao consumo de uvas-passas e verificaram que a maioria dos trabalhos relatam benefícios sobre a prevenção de doenças cardiovasculares, ao diabetes e a saúde

bucal.

O damasco (*Prunus armeniaca* L) caracteriza-se como um fruto de coloração amarelo a laranja, com uma sobreposição avermelhada, de polpa amarela, com uma fina camada sobre a mesma, cultivada principalmente em climas mediterrâneos (ERDOGAN-ORHAN & KART, 2011; SHARMA et al., 2014; WANI et al., 2017). A Turquia é o principal país produtor, especialmente na cidade de Malatya, a qual é conhecida como a capital do damasco (ASMA, 2007).

Essa fruta que pode ser consumida tanto fresca quanto seca, e é uma importante fonte de compostos fenólicos, principalmente ácido clorogênico e neoclorogênico (ácido fenólicos), galocatequinas (flavan-3-ols) e rutina (flavonóis), além de carotenoides. Os minerais comumente encontrados são: zinco, cálcio, cobre, ferro, magnésio, manganês, fósforo e potássio (MADREU et al., 2009; ERDOĞAN & ERDEMOĞLU, 2011; FRATIANNI et al., 2018).

Na medicina popular é utilizada no tratamento de hemorragias, infertilidade, inflamação dos olhos e em espasmos (WANI et al., 2017). Estudos científicos têm demonstrado efeitos fisiológicos benéficos ao organismo, como inibição do crescimento de células cancerígenas (NAKAGAWA et al., 2007); efeitos anti-inflamatórios melhorando a colite ulcerativa (MINAIYAN et al., 2014); atividade antibacteriana, incluindo *Helicobacter pylori* (MIYAZAWA et al., 2006) e antitubercular (SEHGA et al., 2010).

As tâmaras (*Phoenix dactylifera*) são frutos cultivados em regiões áridas e semiáridas, sendo os seus maiores produtores o Egito, Irã e Argélia (AL-ALAWI et al., 2017). Existem centenas de variedades com diferentes texturas, cores e sabores e se caracterizam por serem fruto ricos em fibra alimentar (GHNIMI et al., 2017).

São frutas de formato oval a cilíndrico, com cores variando de amarelo, marrom, vermelho e preto, com 3 a 11cm de comprimento e 2 a 3cm de diâmetro. Durante seu desenvolvimento, as tâmaras passam por cinco diferentes estágios, sendo eles: Hanabauk, Kimri, Khalal, Rutab e Tamr. Nos três últimos estágios, a fruta pode ser consumida, visto que nesses estágios há diminuição do amargor, aumento da doçura e da suculência e melhora na textura (CAMARA, 1994; BALIGA et al., 2011)

Os açúcares solúveis e a fibras alimentares, especialmente as solúveis, são os nutrientes predominantes nas tâmaras (GHNIMI et al., 2017). Além disso, as tâmaras são conhecidas pela grande variedade de compostos fenólicos, sendo a rutina e os ácidos gálico, ferúlico, cafeico, os predominantes (AL-FARSI et al., 2005; BOUHLALI et al.,

2018). Comumente são utilizadas para a produção de farinha de tâmara, concentrado de fibra, sucos, geleias, açúcar e ingredientes funcionais a serem utilizados em bebidas, laticínio e também nos produtos de panificação (GHNIMI et al., 2017).

No estudo de Taleb et al. (2016) foi feita uma avaliação dos estudos *in vivo* e *in vitro* do papel da tâmara na saúde humana. Verificaram que a mesma está associada a atividades anti-inflamatórias, antiangiogênica e antimicrobiana. Além disso, esse fruto é tradicionalmente utilizado em muitas culturas para o tratamento de distúrbios estomacais e intestinais, febre, edema, bronquite e cicatrização de feridas (TALEB et al., 2016).

2.5.2 Concentrado proteico de soro de leite e leite em pó

O concentrado proteico do soro de leite, também chamado de *Whey Protein*, é formado pelas proteínas do soro de leite. Seu conteúdo proteico varia de 35 a 80% e as mesmas apresentam alto teor de aminoácidos essenciais, principalmente os de cadeia ramificada. Entretanto, por muitas décadas o soro de leite foi dispensado pelas indústrias de alimentos, visto que as propriedades do mesmo só começaram a ser estudadas a partir de 1970 (BRANS et al., 2004; HARAGUCHI et al., 2006).

Para a produção do concentrado, o leite é pasteurizado a alta temperatura e em curto prazo (163°C por 30 segundos), e mantido a 40°C de um dia para o outro. Posteriormente, a mistura é resfriada a 30° e acrescentado ácido láctico. Extrato de coalho é adicionada e a mistura agitada. Logo após o soro é drenado utilizando uma tela de aço inoxidável, e filtrado para um quinto do seu volume original, formando o concentrado – 80% de proteína. Para a produção do concentrado 95% é feito, após esse procedimento, uma microfiltração. Por fim, o *whey protein* é aquecido e seco por pulverização, obtendo-se o concentrado em pó (MARSHALL, 2004).

As proteínas do soro de leite são globulares, o que lhes conferem certa estabilidade estrutural. Constituem-se principalmente de lactoferrina, beta-lactoglobulina, alfa-lactalbumina, glicomacropéptídeos e imunoglobulina. Estudos demonstram que as proteínas desse produto participam da síntese de proteínas musculares esqueléticas, modulação da adiposidade, melhora o desempenho físico, bem como efeitos hipotensivos, antitumoral, antibacteriano, antioxidantes e hipocolesterolêmicos (MARSHALL, 2004; HARAGUCHI et al. 2006).

O leite em pó é definido como um produto obtido através da desidratação do leite de vaca integral, desnatado ou semidesnatado, apto para alimentação humana e obtido por

processos tecnologicamente adequados (BRASIL, 1996). Seu consumo tem crescido ao longo dos anos, em função da praticidade de preparo e segurança alimentar (ZOCCAL, 2014). Sua classificação é feita com base no teor de lipídeos: os integrais possuem 3,0g de lipídeos/100g de leite, os semidesnatados 0,6 a 2,9 g/100g e os desnatados no máximo 0,5g/100g (BRASIL, 2018b).

A secagem por atomização é o método mais utilizado para a produção do leite em pó. Consiste em um processo de secagem rápido, o qual tira parte da água do leite *in natura*, até a obtenção do leite em pó. Por ser um processo caro, previamente é feito a concentração do leite em um evaporador a vácuo (PATEL et al., 2010). Nesse processo a retirada da água é feita através do fornecimento de energia na forma de calor produzido artificialmente com condições controladas de temperatura, umidade e corrente de ar, o que minimiza os danos térmicos aos constituintes do leite (AZEVEDO, 2012).

O leite em pó contém proteínas, açúcares, gorduras e minerais na mesma proporção do leite líquido, salvo quando ocorrem modificações devido a processos tecnologicamente adequados. Além disso, é um produto rico em vitaminas A, D e do complexo B, e minerais cálcio e fósforo (BRASIL, 1996). Comumente o leite em pó é empregado na fabricação de produtos de panificação e confeitaria como biscoitos, chocolates, sorvetes, cremes, dentre outros (BRASIL, 2010).

Os benefícios do leite em pó estão relacionados ao do leite líquido. No estudo de Thorning et al. (2016) avaliou-se as evidências científicas a partir de meta-análises de estudos observacionais e ensaios clínicos sobre os benefícios à saúde oferecidos pelo leite. Verificou-se que há evidências na redução do risco de desenvolvimento de obesidade infantil, de diabetes tipo 2, de doenças cardiovasculares, principalmente de acidente vascular encefálico, de ocorrência de fraturas ósseas e de cânceres como de: colorretal, bexiga, gástrico e de mama.

2.5.3 Amêndoa e amendoim

A amêndoa pertence à família Rosaceae e a o gênero *Prunus*. São as nozes de maior produção do mundo, sendo os Estados Unidos o principal produtor, responsável por cerca de 57% da produção (SANG et al., 2002; FAO, 2017). Constituem-se de três partes, sendo elas: miolo ou carne, casca do meio, cobertura externa verde ou casca de amêndoa e camada fina de couro (ESFAHLAN, JAMEI & ESFAHLAN, 2010).

Essa oleaginosa pode ser consumida crua, cozida, ou torrada a seco, branqueada (sem pele) ou não branqueada (com pele). Além disso, são muito utilizadas como ingredientes de produtos de panificação e de confeitaria, bem como em diversas outras preparações (WIJERATNE, ABOU-ZAID & SHAHIDI, 2006; SFAHLAN et al., 2009).

A procura pelas amêndoas tem aumentado nos últimos anos em função de suas propriedades nutricionais, visto que a mesma é uma excelente fonte de lipídeos, proteínas, minerais e fibra alimentar. Os lipídeos representam cerca de 50% do seu peso, que em sua maioria são o ácido graxo monoinsaturado oleico ($\omega 9$) e o poli-insaturado linoleico ($\omega 6$). As proteínas representam cerca de 16 a 22% e a fibra alimentar de 10,8 a 13,5%, sendo representadas principalmente por pectina e celulose. Além disso é rica em vitamina E e seus minerais mais abundantes são: cálcio, ferro, magnésio, sódio, manganês e selênio, sendo fonte de potássio e fósforo. Também apresentam altas concentrações de compostos fenólicos, predominado as catequinas, epigallocatequina e do kaempferol 3-O-rutinoside, sendo os dois primeiros pertencentes a classe dos flavan-3ol e o último à classe dos flavanois (YADA, LAPSLEY & HUANG, 2011; PHENOL-EXPLORER, 2018).

O consumo regular dessa oleaginosa está associado a vários benefícios à saúde, tais como proteção contra alguns tipos de cânceres (DAVIS, LEI & WONG, 2003), obesidade (FRASER et al., 2002), diabetes (SCOTT et al., 2003), doenças cardiovasculares (SABATÉ et al., 2003). Além disso, também há estudos demonstrando possíveis benefícios neurológicos, como no estudo de Haider, Batool & Haleen (2012), em que ratos alimentados com pasta de amêndoa por 28 dias, apresentaram melhora significativa na aprendizagem e na memória, quando comparado ao grupo controle. Também apresentaram redução na ingestão alimentar e nos níveis de colesterol.

O amendoim (*Arachis hypogea*) é um alimento consumido no mundo inteiro. Cerca de 42,29 milhões de toneladas de amendoim são produzidos no mundo anualmente, sendo a China o principal país produtor, seguida pela Índia, Nigéria e Estados Unidos (USDA, 2018). Apesar de muitas vezes ser referido como uma oleaginosa, o amendoim pertence ao grupo das leguminosas, no qual também se encontra a ervilha, o feijão, grão de bico, soja, alfafa e trevo (KUSARI et al., 2018).

Pode ser consumido cru ou torrado, sozinho ou junto com outros alimentos e preparações. O amendoim torrado é considerado um dos salgadinhos mais populares, pois o processo de torrefação impacta favoravelmente suas qualidades sensoriais, tais como sabor, cor, textura e aroma, além de estender o prazo de validade do produto (CHEN et al., 2010; YANG et al., 2011).

Estudos científicos têm demonstrado os benefícios do consumo regular de amendoim, como o estudo de Alves et al. (2014), em que homens com IMC de $29,7 \pm 2,4$ kg/m², com idade de 18 a 50 anos, foram divididos em três grupos: grupo controle, grupo que recebeu amendoim convencional e o que recebeu amendoim de alto conteúdo oleico. Todos os grupos receberam dietas hipocalórica e os dois últimos grupos, receberam também 56 gramas de amendoim. Verificou-se que houve redução da gordura corporal total nos grupos que receberam amendoim, sendo maior para o grupo que recebeu amendoim com alto conteúdo de ácido graxo oleico. Foi verificado também aumento da massa magra no grupo de recebeu amendoim oleico.

2.5.4 Linhaça e chia

A linhaça (*Linum usitatissimum*), também conhecida como linho, é uma semente pertencente à família das Linaceae. Há duas espécies de linhaça: a dourada e a marrom. A primeira é típica de climas frios e a marrom de regiões mais quentes e úmidas (CALADO et al., 2018). Seu cultivo é predominante no hemisfério norte (OOMAH, 2001).

O consumo regular dessa semente está associado a prevenção de várias doenças, sendo por isso, considerada um alimento funcional. Suas propriedades preventivas estão relacionadas ao seu conteúdo nutricional, caracterizado pelo alto teor de ácido graxo α -linolênico ($\omega 3$), fibra alimentar, lignanas, que atuam como fitoestrogênio, de vitamina B1 e dos minerais: magnésio, fósforo, manganês, selênio e zinco (NESBITT & THOMPSON, 1997; CORDEIRO, FERNANDES & BARBOSA, 2009; CALADO et al., 2018). Também são encontrados alguns compostos fenólicos como os ácidos fenólicos: ácido ferúlico, ácido clorogênico e ácido gálico (BEEJMOHUN et al., 2007; MAZZA, 2008).

Estudos clínicos têm mostrado que a semente de linhaça auxilia na prevenção de doenças cardiovasculares, diabetes, câncer, artrite, osteoporose, alterações neurológicas e autoimune (SIMOPOULOS, 2000; GOGUS & SMITH, 2010), antiarrítmicos (ANDER et al. 2004), antiaterogênico e anti-inflamatório (DUPASQUIER et al., 2007), melhoria na função vascular (DUPASQUIER et al., 2006), proteção contra infecções por *Streptococcus pneumoniae* (SAINI et al., 2010), redução do colesterol plasmático (BHATHENA et al., 2003) e redução dos sintomas de depressão (TIEMEIER et

al., 2003). Além disso, estudos como o de Ursoniu et al. (2016) demonstram também o potencial da linhaça em reduzir a pressão arterial.

Por essa razão, seu consumo é amplamente recomendado pelos profissionais de saúde, visando, principalmente, a incorporação de ácidos graxos ômega 3 na alimentação de pessoas que não são consumidoras habituais de peixes. Seus produtos comestíveis incluem a semente de linhaça, a farinha moída e o óleo extraído da semente. Além disso, são aditivos nutricionais de preparações como cereais cozidos, cereais prontos para consumo, sucos, produtos lácteos, produtos de carne, barras alimentícias, pão, espaguete, dentre outros (SINGH et al., 2011ab; GOYAL et al., 2014).

A semente de chia (*Salvia hispanica* L), pertence à família Labiatae e é uma planta típica de ambientes tropicais e subtropicais, e juntamente com o amaranto e a quinoa, foram muitos consumidos pelas civilizações asteca, maia e inca (CAHILL, 2003; IXTAINA, NOLASCO & TOMAS, 2008; ALVAREZ-JUBETE, ARENDT & GALLAGHER, 2010). Hoje são cultivadas principalmente no México, Bolívia, Argentina, Equador, Peru e Guatemala (IXTAINA, NOLASCO & TOMAS, 2008).

A chia, assim como a linhaça, é rica em ácido graxo α -linolênico, precursor do ácido eicosapentaenoico e docosahexaenoico. Pelo fato do corpo não conseguir sintetizar o ácido graxo linolênico, o consumo de fontes, como a chia, é tão importante. Além disso, também são fontes de fibra solúvel, proteínas e fitoquímicos (MARCINEK & KREJPCIO, 2017). Também pode ser encontrado alguns compostos fenólicos como a luteolina, pertencente a classe das flavonas e o eriodictiol, o qual faz parte da classe das flavanonas (SILVA et al., 2017).

Essa semente é normalmente consumida crua em saladas, bem como em bebidas, misturas de cereais, produtos de panificação, cereais matinais, barras alimentícias, salgadinhos, sucos e iogurtes (MOHD ALI et al., 2012; DE FALCO, AMATO & LANZOTTI, 2017).

No estudo de Parker et al. (2018) foi feito uma pesquisa bibliográfica sobre os estudos que avaliaram os efeitos fisiológicos do consumo de semente de chia. Verificaram que a mesma está associada a diminuição da glicose plasmática, da circunferência da cintura e do peso em adultos com excesso de peso, melhorias na pele pruriginosa e resistência em corredores a longa distância.

2.5.5 Aveia

A aveia (*Avena sativa* L.) é conhecida a mais de 200 anos e é cultivada em vários lugares no mundo, sendo a Rússia o maior produtor mundial. Comumente consumida como grãos integrais, ela apresenta valor nutricional superior ao de muitos outros cereais fortificados (MORI, FONTANELI & SANTO, 2012; SINGH, DE & BELKHEIR, 2013).

A β -glucana, um tipo de fibra solúvel, é considerada o principal componente ativo da aveia, a qual está associada à redução do colesterol e do risco de desenvolvimento de diabetes. Além disso, apresenta considerável teor de compostos fenólicos, principalmente ácidos derivados dos ácidos benzoicos e cinâmico, como o ácido cafeico, sirpingico, ferúlico e sináptico, além de carotenoides e vitamina E (DIMBERG, GISSEN & NILSSON, 2005; BAHRAMINEJAD, 2008; PETERSON, 2011; SINGH, DE & BELKHEIR, 2013).

A aveia inteira possui um duro casco externo o qual protege as sementes das agressividades do ambiente. Seu processamento envolve limpeza, descascamento e resfriamento (para que haja a desnaturação da lipase e lipoxigenase). Após essa etapa, a aveia pode ser cortada em flocos de diferentes tamanhos ou moída para produzir a farinha de aveia e o farelo de aveia (DECKER, ROSE & STEWART, 2014).

Como citado anteriormente, os benefícios à saúde oferecidos pelo consumo desse cereal, estão relacionados, principalmente, ao seu teor de β -glucana. Essa se caracteriza como um polímero de glicose presente na parede celular de cereais, bem como na parede celular de leveduras e fungos (JAYACHANDRAN et al., 2018). No estudo de Jayachandran et al. (2018) foi feita uma revisão sobre os benefícios que a β -glucana oferece à saúde e verificou que a mesma está relacionada a efeitos anticancerígenos, antidiabéticos, anti-inflamatórios e imunomoduladores.

2.5.6 Cacau

O cacau (*Theobroma cacao*) é um fruto cultivado em regiões tropicais úmidas. Pertence à família Malvaceae e ao gênero *Theobroma*, havendo mais de 20 espécies conhecidas dentro desse gênero (LASS & WOOD, 1985). Entre os anos de 2015 e 2016, produziu-se cerca de 4 milhões de toneladas de grão de cacau, sendo a maioria (74%) produzido pelo continente Africano, principalmente nas regiões de Côte d'Ivoire, Gana e Camarões. A América é responsável pela produção de 16% e a Ásia por 10% (PIPITONE, 2016). Vale ressaltar que a maior parte da produção de cacau (80-90%) vem de pequenos agricultores. Por essa razão, a produção de cacau exerce grande importância na economia

de regiões em crescimento, além de ser a renda de milhões de agricultores (DARKWAH & VERTER, 2014).

Sua semente é o principal produto comercializado, que após passar pelos processos de fermentação e secagem é utilizado para a produção de chocolate. Além disso, da semente também é extraída a manteiga de cacau que é muito utilizada na indústria farmacêutica e de cosméticos. Já a torta e o pó de cacau são comumente utilizados na fabricação de doces, confeitos e massas, e a polpa, a qual é rica em açúcares, é utilizada na produção de geleias, vinho, licor, vinagre e sucos (BRASIL, 2003).

O cacau é fonte de proteínas (15-20%), carboidratos (15%), fibra alimentar (25-40%), lipídeo (10-24%), dos minerais cálcio, potássio e magnésio e das vitaminas A, E e do complexo B (KIM et al., 2014). Além disso, as sementes de cacau se caracterizam por serem ricas em compostos fenólicos, predominando os compostos da classe flavan-3ol, sendo eles a catequina, epicatequina e dímeros de procianidina B1 e B2 (PHENOL-EXPLORER, 2018).

Em função do seu potencial antioxidante, estudos têm demonstrado a capacidade do cacau em auxiliar na prevenção do câncer, bem como desacelerar a progressão do mesmo (efeito quimiopreventivo) (MARTINS et al., 2013); na mediação da imunidade inata e adquirida (RAMIRO-PUIG & CASTELL, 2009); efeitos cardioprotetores, modulando mediadores inflamatórios e na diminuição da agregação plaquetária (KEEN et al., 2005).

2.6 Fatores influentes na escolha de um produto

Os alimentos ultraprocessados se caracterizam como alimentos industrialmente formulados, convenientes, altamente palatáveis, com poucos ingredientes integrais, normalmente vendidos em grandes porções e fortemente anunciados e comercializados (MONTEIRO et al., 2012; MOODIE et al., 2013; BRASIL, 2014). Exemplo desses alimentos são os refrigerantes, biscoitos recheados e macarrão instantâneo (BRASIL, 2014).

O consumo desses alimentos afeta negativamente a qualidade nutricional da dieta, por serem em sua maioria ricos em gorduras, açúcar e sódio, além de promoverem maior resposta glicêmica e menor saciedade, comparado aos alimentos processados ou minimamente processados (RAUBER et al., 2015; FARDET, 2016; MARTINEZ-STEEL et al., 2017).

Estudos têm demonstrado que o consumo exacerbado desses alimentos está diretamente associado ao desenvolvimento de DCNT, como câncer, diabetes e hipertensão, bem como de sobrepeso e obesidade, em função de sua composição nutricional (MENDONÇA et al., 2017; FIOLET et al., 2018).

Destaca-se que a venda dos produtos ultraprocessados vem crescendo rapidamente em todo o mundo. Os mesmos compõem uma proporção relativamente grande dos gastos de supermercados de famílias de baixa renda. Esse fato se deve principalmente por questões econômicas, visto que esses produtos são em sua maioria acessíveis economicamente e também por sua vida útil, evitando o “desperdício” com produtos que estragam rapidamente (MORAN et al., 2019).

Além do preço, vários outros fatores não sensoriais influenciam na decisão de compra do consumidor, como marca (TORRES-MORENO et al., 2012), marketing (BRUCE et al., 2016), sustentabilidade (MORAN et al., 2019), experiências anteriores, influências sociais (BRUCE et al., 2015) dentre vários outros aspectos.

Além disso, o consumidor conta com a rotulagem nutricional. Essa informação é obrigatória em todos os alimentos embalados, e foi desenvolvida com o intuito de auxiliar os consumidores a escolherem produtos embalados mais saudáveis.

Os produtos ultraprocessados também podem apresentar apelos de saúde e nutricionais. O primeiro se refere às informações constantes nos rótulos dos alimentos funcionais que fazem referência à manutenção geral da saúde e à redução do risco de doenças. Já os apelos nutricionais se referem às informações sobre o papel fisiológico do nutriente ou não nutriente no crescimento, desenvolvimento e nas funções normais do organismo (ANVISA, 2016).

Entretanto, apesar do consumidor poder contar com a informação nutricional para fazerem escolhas alimentares mais saudáveis, nem sempre a mesma recebe a devida atenção. Esse fato, na maioria das vezes, é justificado pela falta de conhecimento por parte dos consumidores em como utilizar essa informação (MARINS, JACOB & PEREZ, 2008).

No estudo de Bendino, Popolim & Oliveira (2012) foi avaliado a importância que os consumidores atribuíam às informações presentes nos rótulos, incluindo a informação nutricional, e o que os mesmos entendiam dessa última informação. Para isso foram entrevistados 50 consumidores em dois supermercados em São Paulo. Foi verificado que 76% dos consumidores não consideram importante consultar às informações nutricionais e mais da metade disseram que não deixariam de comprar um alimento após a leitura da

mesma. Quanto ao conhecimento das informações nutricionais, 14% dos entrevistados do supermercado 1 e 40% do supermercado 2, disseram compreender todas as informações nutricionais. Os itens sódio e fibra alimentar foram citados como os menos importantes.

Já no estudo de Estima, Phillippi & Alvarenga (2009), no qual foi feita uma revisão de literatura sobre os fatores determinantes do consumo alimentar, verificaram que o sabor e os outros aspectos sensoriais são os principais fatores que movem a escolha dos seres humanos pelos alimentos, independentemente da sua condição econômica, sendo um dos fatores menos negociáveis na escolha e compra dos alimentos.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As doenças crônicas não transmissíveis são consideradas, atualmente, o principal problema de saúde pública no mundo. São doenças que acometem populações de diferentes condições socioeconômicas, culturas e etnias, entretanto, sua prevalência é maior na população menos favorecida economicamente.

Esse grupo de doenças possuem como um dos principais fatores de risco a alimentação inadequada, ou seja, aquela rica em carboidratos e lipídeos, mas deficiente em micronutrientes. Essa condição quando permanecida constantemente favorece o desenvolvimento do estresse oxidativo, considerada a base fisiológica para o surgimento das DCNT.

Entretanto, por outro lado, a alimentação pode ser aliada na prevenção dessas doenças. Alimentos ricos em compostos antioxidantes, tais como carotenoides e compostos fenólicos, bem como por minerais como selênio, zinco, magnésio, podem amenizar os danos biológicos causados pelos radicais livres, por neutralizá-los de forma direta ou indireta.

Esses compostos antioxidantes podem ser obtidos pelo consumo de alimentos comuns e economicamente acessíveis como ameixas, uvas passas, amendoim e linhaça, não sendo necessário o gasto com alimentos mais onerosos e muitas vezes importados, para a obtenção da proteção antioxidante.

Dessa forma, os alimentos com propriedades antioxidantes devem ser incluídos diariamente na alimentação. Considerando o ritmo acelerado de vida, o desenvolvimento de lanches práticos, tais como as barras alimentícias, são formas de incluir esses alimentos na dieta. Dentre as barras alimentícias, aquelas fontes de proteínas são atualmente as de maior procura do mercado.

Quando as mesmas são de preparo caseiro, favore-se a sustentabilidade, por reduzir o consumo de alimentos ultraprocessados, valoriza a cultura alimentar e torna o produto economicamente mais viável. Além disso, o desenvolvimento de barras proteicas de baixo custo, elaborada com fontes proteicas não cárneas, se torna uma opção a mais de lanche para a população vegetariana, que muitas vezes carecem de opções no mercado.

4 REFERÊNCIAS

ABEGUNDE, D. O. et al. The burden and costs of chronic diseases in low-income and middle-income countries. **Lancet**, v. 370, n. 9603, p. 1929-1938, 2007.

ABOUL-ENEIN, H. Y.; BERCZYNSKI, P.; KRUK, I. Phenolic compounds: the role of redox regulation in neurodegenerative diseases and cancer. **Mini-Reviews in Medicinal Chemistry**, v. 13, n.3, p.385-398, 2013.

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

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA. **Resolução de Diretoria Colegiada – RDC N° 02, de 07 de janeiro de 2002**. Aprova o Regulamento Técnico de Substâncias Bioativas e Probióticos Isolados com Alegação de Propriedade Funcional e ou de Saúde. Brasília, 2002. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 13 jul de 2002. Disponível em: <https://www.saude.rj.gov.br/comum/code/MostrarArquivo.php?C=MjIIMw%2C%2C>. Acesso em: 08 fev. 2018.

_____. **Alimentos Com Alegações de Propriedades Funcionais e ou de Saúde**. 2016. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/alimentos/alegacoes>. Acesso em 16 mar. 2019.

ALADEDUNYE, F.; PRZYBYLSKI, R. Frying stability of high oleic sunflower oils as affected by composition of tocopherol isomers and linoleic acid content. **Food Chemistry**, v. 141, n. 3, p. 2373–2378, 2013.

AL-ALAWI, R. A. et al. Date palm tree (*Phoenix dactylifera* L.): natural products and therapeutic options. **Frontiers in Plant Science**, v. 23, p. 845-857, 2017.

AL-FARSI, M. Comparison of antioxidant activity, anthocyanins, carotenoids, and phenolics of three native fresh and sun-dried date (*Phoenix dactylifera* L.) varieties grown in Oman. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, n. 19, p. 7592-7599, 2005.

ALVAREZ-JUBETE, L.; ARENDT, E.; GALLAGHER, E. Nutritive value of pseudocereals and their increasing use as functional gluten-free ingredients. **Trends in Food Science and Technology**, v. 21, n. 2, p. 106-113, 2010.

ALVES, C, Q. et al. Métodos para determinação de atividade antioxidante *in vitro* em substratos orgânicos#. **Química Nova**, v. 33, n. 10, p. 2202-2210, 2010.

ALVES, R. D. et al. Regular intake of high-oleic peanuts improves fat oxidation and body composition in overweight/obese men pursuing a energy-restricted diet. **Obesity (Silver Spring)**, v. 22, n. 6, jun. 2014.

APELTT, P. et al. Development and characterization of cereal bars made with flour of jabuticaba peel and *okara*. **Acta Scientiarum. Technology**, v. 37, n. 1, p. 117-122, jan-mar., 2015.

ANDER, B. P et al. Dietary flaxseed protects against ventricular fibrillation induced by ischemiare perfusion in normal and hypercholesterolemic rabbits. **The Journal of Nutrition**, v. 134, p. 3250-3256, 2004.

AREND, W. P.; DAYER, J. M. Inhibition of the production and effects of interleukin-1 and tumor necrosis factor α in rheumatoid arthritis. **Arthritis & Rheumatology**, v. 38, p. 151-160, 1995.

ARÉVALO-PINEDO A. et al. Desenvolvimento de barra de cereais à base de farinha de amêndoa de babaçu (*orbygnia speciosa*). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.15, n.4, p.405-411, 2013.

ARNAO, M. B. Some methodological problems in the determination of antioxidant activity using chromogen radicals: a practical case. **Trends in Food Science & Technology**, v. 11, n. 11, p. 419-421, 2000.

ARYA, A.; SALVE, A. R.; CHAUHAN, S. Peanuts as functional food: a review. **Journal of Food Science and Technology**, v. 53, n. 1, p. 31-41, jan. 2016.

ASGARY, S.; RASTQAR, A.; KESHVARI, M. Functional Food and Cardiovascular Disease Prevention and Treatment: A Review. **Journal of the American College of Nutrition** (online), v. 12, p. 1-27, 2018.

ASMA, B. M. Malatya: The world's capital ofapricot culture. **The Word of Horticulture**, v. 47, p. 20–24, 2007.

AZEVEDO, H. M. C.; BRITO, E. S. **Fundamentos dos principais métodos não convencionais de conservação de alimentos**. In. AZEVEDO, H. M. C. Fundamentos de estabilidade de alimentos. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, Brasília, DF, 2012. Disponível em file:///C:/Users/Ana%20Paula/Downloads/Livro-Fundamentosdeestabilidadedealimentos-2aed-CLV12015.pdf. Acesso em 03 jan. 2019.

BAHRAMINEJAD, S. et al. Análise da atividade antimicrobiana de flavonóides e saponinas isoladas da parte aérea da aveia (*Avena sativa* L.). **Journal of Phytopathology**, v. 156, p. 1-7, 2008.

BALIGA, M. S. Review of the chemistry and pharmacology of the date fruits (*Phoenix dactylifera* L.). **Food Research International**, v.44, n.7, p. 1812-1822, 2011.

BANCO DE DADOS DO CONTEÚDO FENÓLICO EM ALIMENTOS. **PHENOL-EXPLORER**, versão 3.6. Disponível em: <http://phenol-explorer.eu/>. Acesso em 24 nov. 2018.

BARBOSA, K. B. F. et al. Estresse oxidativo: conceito, implicações e fatores modulatórios. **Revista de Nutrição**, v. 23, n. 4, p. 629-643, 2010.

BARROS, A. I. R. N. A. et al. Efeito do cozimento sobre os índices totais de vitamina C e atividade antioxidante das castanhas doces (*Castanea sativa* Mill.). **Food Chemistry**, v. 128, p. 165-172, 2011.

BEEJMOUN, V. et al. Microwave-assisted extraction of the main phenolic compounds in flaxseed. **Phytochemical Analysis**, v. 18, n. 4, p. 275-282, jul-aug. 2007.

BENDINO, N. I.; POPOLIM, W. D.; OLIVEIRA, C. R. A. Avaliação do conhecimento e dificuldades de consumidores frequentadores de supermercado convencional em relação à rotulagem de alimentos e informação nutricional. **Health Science Institute**, v. 30, n. 3, p. 261-265, 2012.

BENZIE I, STRAIN J. The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a measure of ‘‘antioxidant power’’: the FRAP assay. **Analytical Biochemistry**, v. 239, n. 1, p. 70-76, 1996.

BEZERRA, C. C.; MACÊDO, E. M. C. Consumo de suplementos a base de proteína e o conhecimento sobre alimentos protéicos por praticantes de musculação. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v. 7, n. 40, p. 224- 232. 2013.

BHATHENA, S. J. Dietary flaxseed meal is more protective than soy protein concentrate against hypertriglycerdemia and steatosis of the liver in an animal model of obesity. **Journal of the American College of Nutrition**, v. 22, p. 157-164, 2003.

BLAZEK, J. A survey of the genetic resource used in plum beeding. **Acta Horticulturae**, v. 734, p. 31-45, Feb. 2007.

BORUKH, I. F.; KIRBABA, V. I.; SENCHUK, G. V. Antimicrobial properties of cranberry. **Voprosy pitaniia**, v. 31, n. 5, p. 82-83, 1972.

BRANS, G. et al. Membrane fractionation of milk: state of the art and challenges. **Journal of Membrane Science**, v. 243, n. 1-2, p. 263-272, nov. 2004.

BRASIL. Ministério da Agricultura do Abastecimento e da Reforma Agrária. **Portaria nº 146 de 07 de março de 1996**. Dispõem sobre a identidade e as características mínimas de qualidade que deverá apresentar o leite em pó e o leite em pó instantâneo destinado ao consumo humano, com exceção do destinado a formulação para lactantes e farmacêuticas. Disponível em: http://www.agais.com/normas/leite/leite_po.htm. Acesso em 15 dez. 2018.

_____. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Superintendência da Zona Franca de Manaus SUFRAMA. Superintendência Adjunta de Planejamento e Desenvolvimento Regional Coordenação de Identificação de Oportunidades de Investimentos Coordenação Geral de Comunicação Social. **Projeto potencialidades regionais estudo de viabilidade econômica cacau**. Fundação Getúlio Vargas, (2003). Disponível em: http://www.suframa.gov.br/publicacoes/proj_pot_regionais/cacau.pdf. Acesso em: 18 dez. 2018.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008/2009 (POF) - **Aquisição alimentar domiciliar per capita, Brasil e grandes regiões**. 2010. Disponível em http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pof/2008_2009_aquisicao/default_pdf_001.shtm. Acesso em 14 nov. 2018.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Análise de Situação de Saúde. **Plano de ações estratégicas para o enfrentamento das doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) no Brasil 2011-2011**. Brasília, DF, 2011. Disponível em: http://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/plano_acoes_enfrent_dcnt_2011.pdf. Acesso em 05 mar. 2019.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Guia alimentar para a População Brasileira**. 2. Ed. Brasília, DF, 2014. Disponível em: http://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_alimentar_populacao_brasileira_2e_d.pdf. Acesso em 03 jan. 2019.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Portaria nº 38, de 19 de abril de 2018**. Estabelece os Regulamentos Técnicos que fixam a identidade e as características de qualidade que devem apresentar o leite cru refrigerado, o leite pasteurizado e o leite tipo A na forma desta Instrução Normativa e do seu Anexo. Diário Oficial da União, Brasília (DF), de 26 de abril de 2018a. Disponível em: http://www.lex.com.br/legis_27640750_PORTARIA_N_38_DE_19_DE_ABRIL_DE_2018.aspx. Acesso em 15 dez. 2018.

BRAVO, L. Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism and nutritional significance. **Nutrition Reviews**, v.56, n.11, p. 317-333, 1998.

BRITTON, G. Structure and properties of carotenoids in relation to function. **The Faseb Journal**, v. 9, n. 15, p. 1551-1558, 1995.

BROINIZI, P. R. B. et al. Avaliação da atividade antioxidante dos compostos fenólicos naturalmente presentes em subprodutos do pseudofruto de caju (*Anacardium occidentale L.*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 4, p. 902-908, 2007.

BRUCE, A. S. et al. Apples or candy? Internal and external influences on children's food choices. **Appetite**, v. 93, p. 31-34, oct. 2015.

BRUCE, A. S. et al. The Influence of Televised Food Commercials on Children's Food Choices: Evidence from Ventromedial Prefrontal Cortex Activations. **The Journal of Pediatrics**, v. 177, p. 27-32, oct. 2016.

BRUFAU, G.; BOATELLA, J.; RAFECAS, M. Nuts: source of energy and macronutrients. **British Journal of Nutrition**, v. 96, p. S24-S28, 2006.

CAHILL, J. P. Ethnobotany of chia, *Salvia hispânica L.* (Lamiaceae). **Economic Botany**, v. 57, n. 4, p. 604-618, 2003.

- CALADO A. et al. The Effect of Flaxseed in Breast Cancer: A Literature Review. **Frontier Nutrition**, v.5, n. 4, p. 1-7, 2018.
- CAMARA, B. Biochemistry of fruit ripening. **Plant Science**, v. 97, n. 2, p. 227, 1994.
- CAROCHO, M.; MORALES, P.; FERREIRA, I. Antioxidants: Reviewing the chemistry, food applications, legislation and role as preservatives. **Trend in Food Science e Technology**, v. 71, p. 107-120, 2018.
- CARR, A. C.; MAGGINI, S. Vitamin C and Immune Function. **Nutrients**. v. 9, p. 1-25, 2017.
- CHEN, T. Optimized parameters and quality analysis of salty and crisp peanut by far infrared roasting. **Chinese Society of Agricultural Engineering**, v. 26, n. 8, p. 320-325, 2010.
- CIEŚLA, Ł. et al. Approach to develop a standardized TLC-DPPH test for assessing free radical scavenging properties of selected phenolic compounds. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis**, v. 70, n. 0, p. 126-135, 2012.
- CORDEIRO, R.; FERNANDES, P. L.; BARBOSA, L. A. Semente de linhaça e o efeito de seus compostos sobre as células mamárias. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 19, n. 3, p. 727-732, 2009.
- CORDOVA, K.R.V. **Barras de cereais com agaricus brasiliensis e minerais: elaboração, caracterização física, química e sensorial**. 2012. 172f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.
- CÔTÉ J. et al. Bioactive compounds in cranberries and their biological properties. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 50, p. 666-679, 2010.
- CROZIER, A.; JAGANATH, I. B.; CLIFFORD, M. N. Dietary phenolics: chemistry bioavailability and effects on health. **Natural Product Reports**, v.26, p. 101-1043, 2009.
- DARKWAH, S. A.; VERTER, N. An empirical analysis of cocoa bean production in Ghana. **European Scientific Journal**, v. 10, p. 295-306, 2014.
- DASTGIRI S. et al. Prevalence of obesity, food choices and socio-economic status: a cross-sectional study in the north-west of Iran. **Public Health Nutrition**, v. 9, n. 8, p. 996-1000, 2006.
- DAVID, C. Q. A. J. et al. Métodos para determinação de atividade antioxidante *in vitro* em substratos orgânicos. **Química Nova**, v. 33, n. 10, p. 2202-2210, 2010.
- DAVIS, P. A.; LAW, S.; WONG, J. Colonic interposition after esophagectomy for cancer. **The Archives of Surgery**, v. 138, p. 303-308, 2003.
- DECKER, E. A.; ROSE, D. J.; STEWART, D. Processing of oats and the impact of processing operations on nutrition and health benefits. **British Journal of Nutrition**, v. 112, p. S58-S64, 2014.

DEL RIO D. et al. Dietary (poly) phenolics in human health: structures, bioavailability, and evidence of protective effects against chronic diseases. **Antioxid Redox Signal**, v. 18, p. 1818-1892, 2013.

DIMBERG, L. H.; GISSEN, C.; NILSSON, J. Compostos fenólicos em grãos de aveia (*Avena sativa* L.) cultivados em sistemas convencional e orgânico. **Ambio**, v. 34, p. 331-337, 2005.

DONOVAN, J. L. Meyer, A. S.; Waterhouse, A. L. Phenolic composition and antioxidant activity of prunes and prune juice (*Prunus domestica*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 46, p. 1247-1252, 1998.

DUARTE, S. et al. Inhibitory effects of cranberry polyphenols on formation and acidogenicity of *Streptococcus mutans* bio-films. **FEMS Microbiology Letters**, v. 257, p. 50-56, 2006.

DUCAN, B. B. et al. **Mortalidade por doenças crônicas no Brasil**: situação em 2009 e tendências de 1991 a 2009. In: BRASIL. Ministério da Saúde (BR). Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Análise de Situação em Saúde. Saúde Brasil 2010: uma análise da situação de saúde e de evidências selecionadas de impacto de ações de vigilância em saúde. Brasília, 2011. Disponível em: http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/cap_5_saude_brasil_2010.pdf. Acesso em 05 mar. 2019.

DUPASQUIER, C. M. C et al. The effects of dietary flaxseed on vascular contractile function and atherosclerosis in rabbits during prolonged hypercholesterolemia. **American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology**, v. 291, p. H2987-H2996, 2006.

DUPASQUIER, C. M. C. et al. The beneficial effects of dietary flaxseed on atherosclerosis in the LDL receptor deficient mouse occur in part through anti-proliferative and anti-inflammatory actions. **American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology**, v. 293, p. H2402-H2407, 2007.

DREWNOWSKI, U. M. A; DARMON, N. Escolhas alimentares e custos com dieta: uma análise econômica. **Journal of Nutrition**, v. 135, p. 900-904, 2005.

EL-AGAMEY, A. Carotenoid radical chemistry and antioxidant/pro-oxidant properties. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v. 430, n. 1, p. 37-48, oct. 2004.

ELIASSEN, A. H, et al. Carotenóides plasmáticos e risco de câncer de mama ao longo de 20 anos de seguimento. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 101, n. 6, p. 1197-205, jun. 2015.

ERDOĞAN, S.; ERDEMOĞLU, S. Evaluation of polyphenol contents in differently processed apricots using accelerated solvent extraction followed by high-performance liquid chromatography-diode array detector. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 62, p. 729-739, 2011.

- ERDOGAN-ORHAN I.; KARTAL, M. Insights into research on phytochemistry and biological activities of *Prunus armeniaca* L. (apricot). *Food Research International*, v. 44, p. 1238-1243, 2011.
- ESFAHLAN, A. J.; JAMEI, R.; ESFAHLAN, R. J. The importance of almond (*Prunus amygdalus* L.) and its by-products. *Food Chemistry*, v. 120, n. 2, p. 349-360, may 2010.
- ESTIMA, C. C. P. PHILLIPPI, S. T. ALVARENGA, M. S. Fatores determinantes de consumo alimentar: por que os indivíduos comem o que comem? *Revista brasileira de nutrição clínica*, v. 24, n. 4, p. 263-268, 2009.
- FALCO, B. D.; AMATO, M.; LANZOTTI, V. Chia seeds products: No overview. *Phytochemistry reviews*, v. 16, p. 745-760, 2017.
- FARDET, A. Minimally processed foods are more satiating and less hyperglycemic than ultra-processed foods: a preliminary study with 98 ready-to-eat foods. *Food & Function*, v.7, n. 5, p. 2338-2346, 2016.
- FERREIRA, A. L. A.; MATSUBARA, L. S. Radicais livres: conceitos, doenças relacionadas, sistema de defesa e estresse oxidativo. *Revista da Associação Médica Brasileira*, v. 43, n.1, p. 61-68, 1997.
- FIOLET T. et al. Consumption of ultra-processed foods and cancer risk: results from NutriNet-Santé prospective cohort. *BMJ*, v. 360, 2018.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). *Crops* (2017). Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em 02 de jan. 2019.
- FOOD AND NUTRITION BOARD. Institute of Medicine. **Dietary References Intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids (Macronutrients)**. Washington DC: The National Academies Press, 2005. Disponível em: <http://www.nap.edu/openbook.php?isbn=0309085373>. Acesso em 06 abr. 2019.
- FRASER, G. E. Effect on body weight of a free 76 kilojoule (320 calorie) daily supplement of almonds for six months. *The Journal of the American College of Nutrition*, v. 21, p. 275-283, 2002.
- FRATIANNI, F. et al. **Apricots: biochemistry and functional properties**. *Current Opinion in Food Science*, v. 19, p. 23-29, February 2018.
- FRAUNBERGER, E. A. et al. Redox Modulations, Antioxidants, and Neuropsychiatric disorder. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, v. 2016, p. 1-14, 2016.
- FULGONI, V. L.; PAINTER, J.; CARUGHI, A. Association of raisin consumption with nutrient intake, diet quality, and health risk factors in US adults: National Health and Nutrition Examination Survey 2001–2012. *Food & Nutrition Research*, v. 61, n. 1, p. 1-8, 2017.

- GIACOMETTI, J. et al. Cocoa polyphenols exhibit antioxidant, anti-inflammatory, anticancerogenic, and anti-necrotic activity in carbon tetrachloride-intoxicated mice. **Journal of Functional Foods**, v. 23, p. 177-187, may 2016.
- GIHNIMI, S. Date fruit (*Phoenix dactylifera* L.): An underutilized food seeking industrial valorization. **NFS Journal**, v. 6, p. 1-10, march 2017.
- GOGUS U., SMITH C. Omega fatty acids: a review of current knowledge. *International Journal of Food Science & Technology*, v. 45, p. 417-436, 2010.
- GOYAL, A. et al. Flax and flaxseed oil: an ancient medicine & modern functional food. **Journal of Food Science and Technology**, v. 51, n. 9, p. 1633-1653, 2014.
- HAIDER, S. Z; BATOOL, Z.; HALEEM, D. Nootropic and hypophagic effects following long term intake of almonds (*Prunus amygdalus*) in rats. **Nutrición Hospitalaria**, v. 27, n. 6, p. 2109-2115, 2012.
- HAINFELLNER, C.; ZAGOLIN, G. Dossiê vitaminas. **Food ingredients Brasil**, v. 29, p. 58 – 88, 2014.
- HALLIWELL, B. Free radicals and antioxidants – quo vadis? **Trends in Pharmacological Sciences**, v. 32, n. 3, march 2011.
- HALLIWELL, B. How to characterize a biological antioxidant. **Free Radical Research**, v. 9, n. 1, p. 1-32, 1990.
- HALLIWELL, B. Free radicals and antioxidants: a personal view. **Nutrition Reviews**, v.52, n.8, p.253-265, 1994.
- HARAGUCHI, F. K. et al. Proteínas do soro do leite: composição, propriedades nutricionais, aplicações no esporte e benefícios para a saúde humana. **Revista de Nutrição**, v.19; n. 4, July/Aug., 2006.
- IGWE, E. O.; CHARLTON, K. E. A Systematic Review on the Health Effects of Plums (*Prunus domestica* and *Prunus salicina*). **Phytotherapy Research**, v. 30, n. 5, p. 701-731, 2016.
- INSTITUTE OF MEDICINE (IOM). **Dietary Reference Intakes Research Synthesis: Workshop Summary**, 2006. Disponível em: <http://www.nap.edu/catalog/11767.html> Acesso em 17 de abr. 2019.
- ISHIWATA, K. et al. DPPH radical-scavenging activity and polyphenol content in dried fruits. **Food Science and Technology Research**, v. 10, p. 152-156, 2004.
- IXTAINA, V. Y.; NOLASCO, S. M. TOMAS, M. C. Physical properties of chia (*salvia hispânica* L.) seed. **Industrial Crops and Products**, v. 28, n. 3, p. 286-293, 2008.
- JABEEN, Q.; ASLAM, N. The pharmacological activities of prunes: The dried plums. **Journal of Medicinal Plants Research**, v. 5, n. 9, p. 1508-1511, may 2011.

JAYACHANDRAN M. et al. A critical review on the impacts of β -glucans on gut microbiota and human health. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 61, p. 101-110, nov. 2018.

JAYASANKAR, S.; DOWLING, C.; SELVARAJ, D. K. Plums and Related Fruits. **Encyclopedia of Food and Health**, p. 401-405, 2016.

JESZKA-SKOWRON, M. et al. Potential health benefits and quality of dried fruits: Goji fruits, cranberries and raisins. **Food Chemistry**, v. 221, p. 228-236, 2017.

KEEN, C. L. Cocoa antioxidants and cardiovascular health. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 81, p. 298S-303S, 2005.

KIM, J. et al. Cocoa phytochemicals: recent advances in molecular mechanisms on health. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 54, p. 1458-1472, 2014.

KUSARI, A. et al. Recent advances in understanding and preventing peanut and tree nut hypersensitivity. **F1000Research**, v. 1716, p. 1-9, 30 out. 2018.

LASS, R; A.; WOOD, G. A. R. Cocoa Production: Present Constraints and Priorities for Research. **The World Bank**, Washington, 1985. 120p

LOVEDAY, S. M. et al. "Physicochemical changes in a model protein bar during storage", *Food Research International*, v. 41, n. 7, pp. 798-806, 2009.

MADARU, M.A. Contribution of melanoidins to the antioxidant activity of prunes. **Food Quality and Preference**, v. 33, p. 155-170, 2010.

MADRAU, M. A. Effect of drying temperature on polyphenolic content and antioxidant activity of apricots. **European Food Research and Technology**, v. 228, p. 441-448, 2009.

MAGALHÃES, L. M. et al. Methodological aspects about in vitro evaluation of antioxidant properties. **Analytica Chimica Acta**, v. 613, p. 1-19, 2008.

MAHANNA, K., LEE, S. Consumer acceptance of food bars. **Journal of Sensory Studies**, v. 25, p. 153-170, 2010.

MALTA, D. C.; MERHY, E. E. The path of the line of care from the perspective of nontransmissible chronic diseases. **Interface – Comunicação, Saúde, Educação**, v. 14, n. 3, p. 593-605, 2010.

MANACH, C. et al. Polyphenols: food sources and bioavailability. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v.79, n.5, p. 727-747, 2004.

MARCINEK, K.; KREJCIO, Z. Chia seeds (*Salvia hispanica*): health promoting properties and therapeutic applications – a review. **Roczniki Państwowego Zakładu Higieny**, v. 68, n. 2, p. 123-129, 2017.

- MARCO, G. J.; A rapid method for evaluation of antioxidants. **Journal of the American Oli Chemistry' Society**, v. 45, p. 594-598, 1968.
- MARINS B. R, JACOB SC, PERES F. Avaliação qualitativa do hábito de leitura e entendimento: recepção das informações de produtos alimentícios. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 3, p. 579-585, 2008.
- MARQUEZ, A. et al. Formation of vitisins and anthocyanin–flavanol adducts during red grape drying. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 60, p. 6866-6874, 2012.
- MARSHALL, K. Therapeutic applications of whey protein. **Alternative Medicine Review**, v. 9, n. 2, p. 136-156, June 2004.
- MARTINEZ-STEELE et al. The share of ultra-processed foods and the overall nutritional quality of diets in the US: evidence from a nationally representative cross-sectional study. **Population Health Metrics**, v.15, n.6, p. 1-11, 2017.
- MARTIN, M. A.; GOYA, L.; RAMOS, S. Potential for preventive effects of cocoa and cocoa polyphenols in cancer. **Food and Chemical Toxicology**, v. 56, p. 336-351, 2013.
- MAZZA, G. **Production, processing and uses of Canadian flax**. First CGNA International Workshop, Temuco, Chile, 3 a 6 de agosto, 2008.
- McKAY, D. L.; BLUMBERG, J. B. Cranberries (*Vaccinium macrocarpon*) and cardiovascular disease risk factors. **Nutrition Reviews**, v. 65, p. 490-502, 2007.
- MENDONÇA, R. D. et al. Ultra-processed food consumption and the incidence of hypertension in a Mediterranean cohort: The Seguimiento Universidad de Navarra Project. **American Journal of Hypertension**, v. 30, n.4, p. 358-366, 2017.
- MENG J., et al. Phenolic content and antioxidant capacity of Chinese raisins produced in Xinjiang Province. **Food Research International**, v. 44, p. 2830-2836, 2011.
- MINAIYAN, M. et al. Anti-inflammatory effect of *Prunus armeniaca* L. (Apricot) extracts ameliorates TNBS-induced ulcerative colitis in rats. **Research in Pharmaceutical Sciences**, v. 9, p. 225-231, 2014.
- MIYAZAWA, M. M. et al. Inhibition of Helicobacter pylori motility by (+)-Syringaresinol from unripe Japanese apricot. **Biological and Pharmaceutical Bulletin-J-Stage**, v.29, p. 172-173, 2006.
- MOHD, N. et al. The promising future of chia, *Salvia hispânica* L. **Biomed Research International**, v. 2012, p. 1-9, 2012.
- MONSIVAIS, P.; DREWNOWSKI, U. M. A. O aumento do custo dos alimentos de baixa densidade energética. *Journal American Dietetic Association*, v. 107, p. 2007-2016, 2007.

- MONTEIRO, C. A. A dimensão da pobreza, da desnutrição e da fome no Brasil. **Revista Estudos Avançados**, v. 17, n. 48, p. 7-20, 2003.
- MONTEIRO, C. A. et al. The Food System. Ultra-processing. The big issue for nutrition, disease, health, well-being. **World Nutrition**, v. 3, n. 12, p. 527-569, 2012.
- MOON, J. K.; SHIBAMOTO, T. Antioxidant Assays for Plant and Food Components. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 57, n. 5, p. 1655-1666, 2009.
- MOODIE, R. et al. Profits and pandemics: prevention of harmful effects of tobacco, alcohol, and ultra-processed food and drink industries. **Lancet**, v. 381, n. 9867, p. 670-679, 2013.
- MORAES, J. O. et al. Estudo do mirtilo (*Vaccinium ashei* Reade) no processamento de produtos alimentícios. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, p. 18-22, ago. 2007.
- MORAN, A. J. et al. What factors influence ultra-processed food purchases and consumption in households with children? A comparison between participants and non-participants in the Supplemental Nutrition Assistance Program (SNAP). **Appetite**, v. 134, n. 1, p. 1-8, march. 2019.
- MORI, C. D.; FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P. **Aspectos econômicos e conjunturais da cultura da aveia**. Ministerio da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2012. Disponível em http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do136.pdf. Acesso em 03 nov. 2019.
- MOTA J. F. et al. Adaptação do índice de alimentação saudável ao guia alimentar da população brasileira. **Revista de Nutrição**, v. 21, n. 5, p. 545-552, 2008.
- NAKAGAWA, A., et al. New Antineoplastic Agent, MK615, from UME (a Variety of) Japanese Apricot Inhibits Growth of Breast Cancer Cells in vitro. **The Breast Journal**, v. 13, n. 1, p. 44-49, 2007.
- NESBITT, P. D.; THOMPSON, L. U. Lignans in homemade and commercial products containing flaxseed. **Nutrition and Cancer**, v. 29, p. 222-227, 1997.
- NIMSE, S. B.; PAL, D. Free radicals, natural antioxidants, and their reaction mechanisms. **RSC Advances**, v. 5, p. 27986–28006, 2015.
- OOMAH, B. D. Flaxseed as a functional food source. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 81, p. 889-894, 2001.
- ORGANIZAÇÃO MUNDIA DA SAÚDE/ FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (WHO/FAO). Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases. **WHO Technical Report Series**, Geneve, v. 916, 2003.
- ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE – OPAS. **Governos devem intensificar esforços para o combate às doenças crônicas não-transmissíveis, alerta OMS**. 2017. Disponível em: https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=5495:gove

[mos-devem-intensificar-esforcos-para-o-combate-as-doencas-cronicas-nao-transmissiveis-alerta-oms&Itemid=839](#). Acesso em 28 de maio de 2018.

OROIAN, M.; ESCRICHE, S. Antioxidants: Characterization, natural sources, extraction and analysis. **Food Research International**, v. 74, p. 10-36, aug. 2015.

OUCHEMOUKH S. et al. Antioxidant activities of some dried fruits consumed in Algeria. **LWT - Food Science and Technology**, v. 49, n. 2, p. 329-332, dec. 2012.

PALIKOVA, I. Long-term effects of three commercial cranberry products on the antioxidative status in rats: A pilot study. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 58, p. 1672-1678, 2010.

PARKER, J. et al. Therapeutic Perspectives on Chia Seed and Its Oil: A Review. **Planta Médica**, v. 84, n. 09/10, p. 606-612, 2018.

PATEL, K.; CHEN, X. D.; JEANTET, R.; SCHUCK, P. One-dimensional simulation of co-current, dairy spray drying systems – pros and cons. **Dairy Science & Technology**, v. 90, n. 2-3, p. 181–210, 2010.

PATEL, S.; RAUF, A. Edible seeds from Cucurbitaceae family as potential functional foods: Immense promises, few concerns. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 91, p. 330-337, July 2017.

PEREIRA, M. O. S. **Estudo Comparativo de Métodos de Avaliação da Capacidade Antioxidante de Compostos Bioativos**. Dissertação apresentada para a obtenção do título de mestre em Engenharia alimentar. Instituto Superior de Agronomia. Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2010. Disponível em: <https://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/3146/3/TESEMESTRADO3x.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2018.

PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of solvent and certain food constituents on different antioxidant capacity assay. **Food Research International**, v. 39, p. 791-800, 2006.

PETERSON, D.M. Oat Antioxidants. **Journal of Cereal Science**. v.33, n. 2, p.115-129, 2001.

PIPITONE, L. **Overview of cocoa supply and demand**. In: ICCO Cocoa Market Outlook Conference September (2016). London: International Cocoa Organization (ICCO). Disponível em: https://www.icco.org/about-us/international-cocoa-agreements/cat_view/294-cocoa-market-outlook-conference-september-2016.html. Acesso em: 18 dez. 2018.

PISTOSCHI, A. M.; POP, A. The role of antioxidants in the chemistry of oxidative stress: A review. **European Journal of Medicinal Chemistry**, v. 97, n. 5, p. 55-74, june 2015.

PRIOR et al. Urinary excretion of phenolic acids in rats fed cranberry. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 58, p. 3940-3949, 2010.

RAMIRO-PUIG, E.; CASTELL, M. Cocoa: antioxidant and immunomodulator. **British Journal of Nutrition**, v. 101, p. 931-940, 2009.

RAUBER, F. et al. Consumption of ultra-processed food products and its effects on children's lipid profiles: a longitudinal study. **Nutrition Metabolism & Cardiovascular Disease**, v.25, n.1, p. 116-122, 2015.

RESTANI, P. et al. Raisins in human health: A review. **BIO Web of Conferences**, 7 (39th World Congress of Vine and Wine), p. 1-6, 2016.

RODRIGUEZ-MAYA, D.; KIMURA, M.; AMAYA-FARFAN, J. Fontes Brasileira de Carotenoides: **Tabela Brasileira de Composição de Carotenoides em Alimentos**. Brasília, 2008. Disponível em:http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_agrobio/publicacao/89_publicacao09032009113306.pdf. Acesso em: 22 nov. 2018.

ROLIM, A. Ação das misturas de suplementos protéicos pós exercício de força para o ganho de massa muscular: estudo de caso. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v. 1. n. 6. p. 11-22. 2007.

ROSS, J. A., KASUM, C. M. Dietary flavonoids: bioavailability, metabolic effects and safety. **Annual Review of Nutrition**, v. 22, p. 19-34, 2002.

RUFINO, M. S. M. et al. Metodologia científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pelo Método de Redução do Ferro (FRAP). **Embrapa Agroindústria Tropical**, Fortaleza (CE), dez. 2006a. Embrapa Agroindústria Tropical. Comunicado técnico 125. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPAT-2010/11964/1/cot-125.pdf>. Acesso em: 03 de janeiro de. 2019.

SABATÉ J., Serum lipid response to the graduated enrichment of a Step I diet with almonds: A randomized feeding trial. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 77, p. 1379-1384, 2003.

SAINI A. Long-term flaxseed oil supplementation diet protects BALB/c mice against *Streptococcus pneumoniae* infection. **Medical Microbiology and Immunology**, v. 199, p. 27-34, 2010.

SANG, S. et al. New type sesquiterpene lactone from almond hulls (*Prunus amygdalus* Batsch). **Tetrahedron Letters**, v. 43, p. 2547-2549, 2002.

SCHAICH, K. M.; TIAN, X.; XIE, J. Hurdles and pitfalls in measuring antioxidant efficacy: A critical evaluation of ABTS, DPPH, and ORAC assays. **Journal of Functional Foods**, v. 14, p. 111-125, April 2015.

SCOTT L.W. Long-term, randomized clinical trial of two diets in the metabolic syndrome and type 2 diabetes. **Diabetes Care**, v. 26, p. 2481-2482, 2003.

SFAHLAN A. J. et al. Antioxidants and antiradicals in almond hull and shell (*Amygdalus communis* L.) as a function of genotype. **Food Chemistry**, v. 115, p. 529-533, 2009.

SHANG, N.; CHAPLOT, S., WU, J. Food proteins for health and nutrition. Protein in **Food Processing**, p. 301-336, 2018.

SHARMA, R. et al. Value addition of wild apricot fruits grown in North-West Himalayan regions. **Journal of Food Science and Technology**, v. 51, p. 2917-2924, 2014.

SIDDIQ, M. Plums and Prunes. In HUI, Y. H. Handbook of Fruits and Fruit Processing. **Blackwell Publishing Professional**, p. 553-564, 2006.

SIES, H.; STAHL, W. Nutritional protection against skin damage from sunlight. **Annual Review of Nutrition**, v. 24, p. 173-200, 2004.

SEHGAL, J. et. Anti-tubercular activity of fruits of *Prunus armeniaca* (L.). **International Journal of Pharma and Bio Sciences**, v. 1, p. 1-4, 2010.

SILVA, A. C.; FROTA, K., M. G., ARÊAS, J. A. G. **Funções plenamente reconhecidas de nutrientes: proteínas**. International Life Science Institute Brasil, São Paulo, 2012. Disponível em: <http://ilsil.org/brasil/wp-content/uploads/sites/9/2016/05/20-Protei%CC%81nas.pdf>. Acesso em 06 abr. de 2019.

SILVA, D. C. M. N. et al. Desenvolvimento de barra de cereais salgada enriquecida com chia e fos. **Revista de Ciências Aplicadas da FAIP**, v. 3, n. 6, nov. 2016.

SILVA et al. Chemical composition of Brazilian chia seeds grown in different places. **Food Chemistry**, v. 221, n. 15, 2017.

SIMON, M. et al. Physicochemical changes in a model protein bar during storage. **Food Research International**, v. 42, p. 798-806, 2009.

SIMOPOULOS, A. P. Human requirement for omega-3 polyunsaturated fatty acids. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 79, p. 961-970, 2000.

SINGH, K. K.; JHAMB, S. A.; KUMAR, R. Effect of pretreatments on performance of screw pressing for flaxseed. **Journal of Food Process Engineering**, v. 35, p. 543-556, 2011.

SINGH, K. K. Flaxseed: a potential source of food, feed and fiber. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 51, n. 3, p. 210-222, mar 2011.

SOARES, M. et al. Avaliação da atividade antioxidante e identificação dos ácidos fenólicos presentes no bagaço de maçã cv. Gala. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 3, p. 727-732, jul.-set. 2008.

SOUZA, C. F. P. B. et al. Efeito antimicrobiano do extrato de cranberry sobre micro-organismos causadores de infecção urinária. **Cadernos UniFOA**, Volta Redonda, n. 31, p. 113-122, ago. 2016.

SUCUPIRA, N. R. et al. Métodos Para Determinação da Atividade Antioxidante de Frutos. **UNOPAR Científica. Ciências Biológicas e da Saúde (online)**, v. 14, n. 4, p. 263-269, 2012.

TALEB, H. et al. Chemical characterisation and the anti-inflammatory, anti-angiogenic and antibacterial properties of date fruit (*Phoenix dactylifera* L.). **Journal of Ethnopharmacology**, v. 194, n. 24, p. 457-468, dec. 2016.

THOMPSON, L. U. Flaxseed and its lignan and its oil components reduce mammary tumor growth at a late stage of carcinogenesis. **Carcinogenesis**, v. 17, p. 1373-1376, 1997.

THORNING, T. K. et al. Milk and dairy products: good or bad for human health? An assessment of the totality of scientific evidence. **Food & Nutrition Research**, v. 60, p. 1-11, 2016.

TIEMEIER H. Plasma fatty acid composition and depression are associated in the elderly: the Rotterdam Study. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 78, p. 40-46, 2003.

TORRES-MORENO, M. et al. Influence of label information on dark chocolate acceptability. **Appetite**, v. 58, n. 2, 2012.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE – USA. **Word Agriculture production**. 2018. Disponível em <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/production.pdf>. Acesso em 19 dez. 2018.

URREA-VICTÓRIA, V. et al. **Ensaio antioxidante em microplaca do poder de redução do ferro (FRAP) para extratos de algas**. Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. ISBN 978-85-85658-62-5, 2016. Disponível em: www2.ib.usp.br/index.php?option=com_docman&task=doc_download... Acesso em 21 nov. 2018.

- URSONIU, S. et al. Effects of flaxseed supplements on blood pressure: A systematic review and meta-analysis of controlled clinical trial. **Clinical Nutrition**, v. 35, n. 3, p. 615-625, June 2016.
- VOORTMAN, T. et al. Adherence to the 2015 Dutch dietary guidelines and risk of non-communicable diseases and mortality in the Rotterdam Study. **European Journal Epidemiology**, v. 32, p. 993-1005, 2017.
- WANG, D. et al. Study of free and glycosidically bound volatile compounds in air-dried raisins from three seedless grape varieties using HS-SPME with GC-MS. **Food Chemistry**, v. 177, p. 346-353, 15 June 2015.
- WANI, S. M. et al. Optimization of antioxidant activity and total polyphenols of dried apricot fruit extracts (*Prunus armeniaca* L.) using response surface methodology. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, v. 16, n. 2, p. 119-126, April 2017.
- WIJERATNE, S. S. K.; ABOU-ZAID, M. M.; SHAHIDI, F. Antioxidant polyphenols in almond and its coproducts. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 54, p. 312-318, 2006.
- WILLIAMSON, G.; CARUGHI, A. Polyphenol content and health benefits of raisins. **Nutrition Research**, v. 30, n. 8, p. 511-519, Aug. 2010.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Global status report on noncommunicable diseases 2010**. Geneva: World Health Organization, 2011.
- _____. **Health statistics and information systems: estimates for 2000-2016**. Geneva: WHO. Disponível em: http://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/estimates/en/index1.html. Acesso em 3 nov. 2014.
- YADA S., LAPSLEY K.; HUANG G. A review of composition studies of cultivated almonds: Macronutrients and micronutrients. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 24, p. 469-480, 2011.
- YADA S., LAPSLEY K.; HUANG G. A review of composition studies of cultivated almonds: Macronutrients and micronutrients. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 24, p. 469-480, 2011.
- YANG, M. et al. Changes on quality and volatile flavor compositions of salty peanut by microwave baking during storage. **Chinese Journal of Oil Crop Sciences**, v. 33, n. 6, p. 609-615, 2011.
- YEZZI, B. **A força do mercado de barras**. 2018. Disponível em: <https://gramkow.com.br/pt/artigos/a-forca-do-mercado-de-barras>. Acesso em 02 de jan. 2019.
- ZHAO, S.; LIU, H.; GU, L. American cranberries and health benefits – an evolving story of 25 years. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, p. 1-6, 2018.

ZOCCAL, R. O Brasil e o mercado internacional de lácteos. **Balde Branco**, v. 50, n. 596, p. 70, 2014.

SEGUNDA PARTE – ARTIGOS

1 **ARTIGO 1**2 Versão preliminar para submissão e envio à revista científica *Journal of Functional Foods*

3

4 **Economic versus nutritional viability:** evaluation of the antioxidant potential of food
5 bars sources of proteins of different production costs

6

7 Ana Paula Alves Mendes^{a*} Rafaela Corrêa Pereira^{a,b}, João de Deus Souza Carneiro^c,
8 Eduardo Valério de Barros Vilas Boas^c, Geraldo de Sousa Cândido^a, Michel Cardoso de
9 Angelis-Pereira^a

10

11 ^a*Department of Nutrition, Federal University of Lavras, Lavras, MG, Brazil, Postal code*
12 *37200-000, PO box 3037.*13 ^b*Department of Agrarian Science, Federal Institute of Minas Gerais, Bambuí, MG,*
14 *Brazil, Postal code 38900-000, PO Box 05.*15 ^c*Department of Food Science, Federal University of Lavras, Lavras, MG, Brazil.*

16

17 *Corresponding author, e-mail: anapaula.mendesnutri@hotmail.com

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

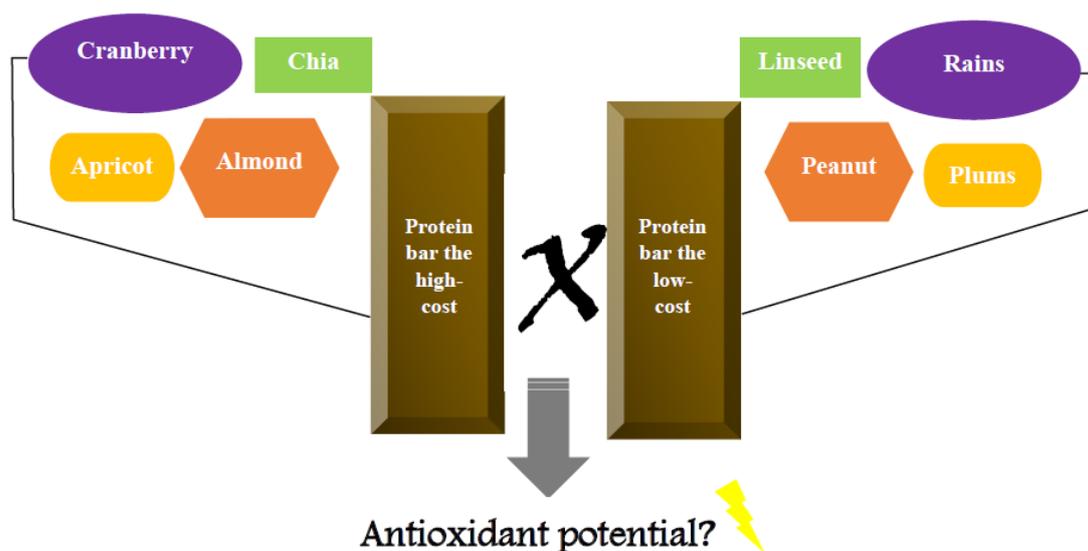
33 **Abstract**

34 Foods with antioxidant properties may help prevent chronic noncommunicable diseases
 35 (CNCDS). Further, these properties of common and economically accessible foods. Food
 36 bars are an option for the incorporation of these foods in the diet because of their
 37 convenience. The present estudy aimed to develop a protein bar with antioxidante
 38 properties, made with economically ingredients and compare ist antioxidante potential
 39 with that another protein bar developed with more expensive ingredients. The bars were
 40 characterized by their proximate composition, minerals, total content of carotenoids,
 41 phenolic compounds, and antioxidant properties. The low-cost bar (LC) presented a
 42 higher and statistically significant content of total carotenoids and phenolic than the high-
 43 cost bar (HC). As for the antioxidant potential, both bars presented antioxidant potential;
 44 however, the LC bar was statistically superior to the HC bar. Both products were
 45 sensorially accepted. We conclude that it is possible to develop healthy products with
 46 functional and economically accessible.

47

48 **Graphical abstract**

49



50

51

52

53 **Keywords:** Protein food; Phenolic compound; Free radical; Carotenoid; Price

54

55

56

57

58

59

60 **1.0 Introduction**

61

62 Currently, non-communicable diseases (NCDs), such as cardiovascular or chronic
63 respiratory diseases, cancer, or diabetes, are the main causes of premature death
64 worldwide and thus a major public health problem (PAHO, 2018). Annually, these
65 diseases account for 70%, or around 40 million, of the world's deaths, with around 15
66 million occurring in people between the ages of 30 and 70 (PAHO, 2017; WHO, 2017).

67 They affect populations of different socioeconomic conditions, being more intense
68 in the vulnerable groups, such as those of low income and schooling (Malta & Merhy
69 2010; Duncan et al., 2011). This is due to the fact that these groups are more vulnerable
70 and exposed to the risk factors of NCDs, and because they have less access to health
71 services and to the practices of promotion and prevention of this group of diseases
72 (Abegunde, Mathers, Adam, Ortegón & Strong et al., 2007; WHO, 2014).

73 Main risk factors are smoking, unhealthy diet, physical inactivity, and excessive
74 alcohol consumption (WHO, 2017; Brazil, 2018). Among these risk factors, we highlight
75 the inadequate diet. Hypercaloric diets poor in micronutrients, resulting mainly from the
76 excessive consumption of ultra-processed foods, favor the development of oxidative
77 stress, which is the physiological basis for the development these diseases (Barbosa et al.,
78 2010; Halliwell, 2011).

79 Physiological stress is an imbalance between the formation of free radicals and
80 the antioxidant protection of the organism in favor of the former, causing oxidative
81 damage to the cells (Halliwell, 2011). This damage lead to inflammation, over expression
82 of oncogenic genes, formation of mutagenic compounds, or initiation of the atherogenic
83 process, conditions that culminate with the appearance of NCDs (Pistoschi & Pop, 2015).

84 If on one hand a hypercaloric diet contributes to the development of NCDs, plant-
85 based diets, rich in fruits, whole grains, legumes, seeds, and nuts are on the other hand
86 directly associated with a lower risk of developing such conditions (Barbosa et al., 2010;
87 Aboul- Enein, Berczynski & Kruk, 2013; Asgary, Rastqar & Keshvari, 2018).

88 This is mainly because these foods are rich in bioactive compounds that could
89 eliminate free radicals directly or indirectly. These compounds are called antioxidants
90 and examples are: phenolic compounds; carotenoids; minerals such as selenium, zinc,
91 copper, magnesium, and manganese; and vitamins C and E (Fraunberger, Scola,
92 Laliberté, Duong & Andrezza, 2016).

93 However, the consumption of these foods is not always satisfactory, especially in

94 the low-income population. Thus, an alternative to increase the is the development of
95 convenient snacks, such as food bars, that only contain these food categories. According
96 to Yezzi (2018) among the types of food bars, we highlight those that are sources of
97 protein, which is the most popular.

98 In addition, it is remarked that property antioxidants can be obtained by
99 consuming common and economically accessible foods. Studies from Jeszka-Skowron,
100 Zgoła-Grześkowiak, Stanisz & Waśkiewicz (2017) and Ouchemoukh, Hachoud,
101 Boudraham, Mokrani & Louaileche (2012) have shown that some economically
102 accessible fruits, seeds, and grains may often have the same antioxidant potential or even
103 higher than foods of the same class that are more expensive, which obviously influences
104 the final price of a product they are used in.

105 Thus, the development of economically viable products with antioxidant
106 properties, sources of proteins of high biological value not derived from meat products,
107 is one of the strategies to help reduce the prevalence of the NCDs, moreover if being a
108 snack option for vegetarians and above all, environmentally sustainable.

109 Therefore, the present study aimed to develop a protein bar with antioxidant
110 properties, made with economically accessible ingredients and to compare its antioxidant
111 potential with that of another protein bar developed with more expensive ingredients
112 compared to the first.

113

114 **1.2 Material and Methods**

115 **1.2.1 Ingredient selection of and food bar development**

116

117 For the formulation of the food bars, ingredients were first selected by evaluating
118 the ingredient lists of commercial food bars of different costs. Different dried fruits,
119 oilseeds, seeds, grains, and protein sources were considered. Those ingredients commonly
120 used in the more expensive bars (price above US\$ 0,65) were included in the group of
121 high-cost ingredients and those from cheaper bars (price below US\$ 0,65) were included
122 in the economically accessible ingredients group.

123 Second, some foods were selected from both groups and the estimation of the
124 centesimal composition and evaluation of the antioxidant properties of the foods were
125 performed using the Brazilian Food Composition Table (TACO) (Brazil, 2011),
126 TABNUT (Brazil, 2016) and scientific papers reporting such data. The ingredients for the
127 composition of each food bar were selected based on technological aspects and similarity

128 in nutrition composition and antioxidant properties.

129 The decision on the quantity of each ingredient to be used was made through
 130 several pre-tests, in which different concentrations were tested. The formulations that had
 131 the best taste, texture and appearance were chosen, according to the researchers.
 132 Subsequently, a formulation was chosen for each type of bar, whose centesimal
 133 composition, estimated by the TACO values, would meet the parameters defined by
 134 Resolution RDC No. 54, from November 12, 2012 (Brazil, 2012) for a food to be
 135 considered a source of protein. The developed bars were named high-cost bar (HC) and
 136 low-cost bar (LC).

137 The HC and LC bars had as common ingredients whey protein concentrate (80%
 138 purity), skimmed milk powder, fine oat flakes, water, date, and cocoa powder. Dates
 139 provided sweetness to the bars. The remaining ingredients for the HC bar were dried
 140 cranberry, dried apricot, roasted almond, and chia. For the LC bar, these ingredients were
 141 replaced by dried black plum, raisin, roasted peanut, and brown flaxseed. The ingredients
 142 were purchased from a natural products store in Lavras (Minas Gerais, Brazil) after
 143 certifying their quality.

144 Portions of 34 g were obtained for each bar since, according to Resolution RDC
 145 No. 359 of December 23, 2003 (Brazil, 2003), for food bars with up to 10% fat, a value
 146 of 30 g per portion is established, with a maximum variation of $\pm 30\%$. The formulation
 147 and final cost for the HC and LC bars are shown in Tables 1 and 2, respectively.

148

149 Table 1. Ingredients of high-cost (HC) food bar per 100 g and final cost of raw material
 150 per 100 g and per portion (34 g)

Ingredient	Content (g or mL)	Cost (US\$/100 g)	Cost (US\$/portion)
Dried cranberry	26.5		
Concentrated whey protein	16.5		
Dried apricot	14.0		
Roasted almond	14.0		
Skimmed powdered milk	11.0	1,58	0,54
Oats fine flakes	5.5		
Water	5.0		
Chia seed	3.0		
Dried date seeded	3.0		
Cocoa powder	1.5		

151

152

153

154

155 Table 2. Ingredients of low-cost (HC) food bars per 100 g and final cost of raw material
 156 per 100 g and per portion (34 g)

Ingredient	Content (g or mL)	Cost (US\$/100 g)	Cost (US\$/portion)
Dried black plum	27,0		
Concentrated whey protein	17,0		
Raisin	14.0		
Roasted peanut	14.0		
Skimmed powdered milk	11.5	0,75	0,26
Oats fine flakes	6,0		
Water	3.0		
Brown flaxseed	3.0		
Dried date seeded	3.0		
Cocoa powder	1.5		

157
 158 For both bars to have similar textures, it was necessary to use a comparatively
 159 higher amount of water in the preparation of the HC bar. This justifies the small
 160 differences in the amounts used of cranberry, black plum, whey protein concentrate,
 161 powdered milk, and oats, for the preparation of 100 grams of each product.

162 For the preparation of the bars, the ingredients were first weighed and, then, the
 163 linseed, chia, and date were placed in separate containers with potable water (sufficient
 164 to cover the surface); almonds and peanuts were milled in a multi-processor (Philips
 165 Walita®) for 30 seconds, and the dried fruits—cranberry, apricot, raisin, and plum—were
 166 manually chopped into small pieces. At the end of this step all ingredients and the water
 167 were placed in a multiprocessor for 1 minute.

168 The resulting mass was manually cast and cut into 10 cm x 2 cm portions of
 169 approximately 34 g and wrapped in aluminum foil for the lipids and other nutrients of the
 170 formulation susceptible to oxidation to be preserved. The bars were stored in a refrigerator
 171 at 4 °C for 60 days (period spent to prepare the samples and the extracts and perform the
 172 chemical analyses).

173 During the food handling, all hygienic care measures provided in the Technical
 174 Regulation of Good Practices for Food Service, established by Resolution RDC, N°. 216,
 175 of September 15, 2004 (Brazil, 2004) were followed.

176

177 **1.2.2 Chemistry evaluation**

178 **1.2.2.1 Proximate composition**

179

180 The chemical composition (i.e., moisture, lipids, proteins, and ashes) was
 181 determined according to the methods proposed by the Association of Official Analytical

182 Chemists (AOAC, 2005). Soluble and insoluble dietary fibers were quantified using the
 183 enzymatic gravimetric method proposed by AACC (American Association of Cereal
 184 Chemists) (2000).

185 The carbohydrate content was calculated by difference, subtracting from 100 g the
 186 sum of moisture, lipids, proteins, ashes, and dietary fiber. Afterwards, the values obtained
 187 for each of the macronutrients were respectively multiplied by the Atwater conversion
 188 factors (carbohydrates = 4.0, lipids = 9.0, proteins = 4.0) to obtain the caloric values of
 189 the bars.

190

191 **1.2.3 Mineral content**

192 Minerals phosphorus, potassium, calcium, magnesium, manganese, zinc, sodium,
 193 and copper were determined using atomic absorption spectroscopy, according to the
 194 methodology described by Malavolta, Vitti and Oliveira (1997).

195

196 **1.2.4 Carotenoid content**

197 Carotenoids, as well as specific carotenoids, such as α -carotene, β -carotene, ζ -
 198 carotene, γ -carotene, and lycopene for the samples were determined by color method
 199 using the methodology proposed by Rodriguez-Amaya (1999). The total contents of
 200 carotenoids and specific carotenoids were calculated using the equation below. The total
 201 carotenoid content was expressed as β -carotene equivalents.

202

$$203 \text{ Carotenoids } (\mu\text{g/g}) = \frac{\text{Abs.} \times V(\text{ml}) \times 10^6}{A^{1\%}/1\text{cm} \times M(\text{g}) \times 100} \quad (1)$$

204

205 Abs: Absorbance at wavelength of 444nm (α -caroteno), 450 (β -caroteno), 456nm (ζ -
 206 carotene), 462nm (γ -carotene) and 470nm (lycopene).

207

208

209 **1.2.5 Total phenolic and antioxidant activity**

210

211 The methanolic extract of both bars was prepared according to the methodology
 212 proposed by Larrauri, Rupérez and Saura-Calixto (1997) and modified by Rufino et al.
 213 (2006a), with adaptations.

214

215 The total phenolic content of the bars was determined by the Folin Ciocalteu
 method (Whaterhouse, 2002) and the results were expressed in mg equivalents of gallic

216 acid per 100 g of sample (mg EAG.100/g).

217 The determination of antioxidant activity was carried out using the method of
218 capture of the 2,2'-azinobis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid (ABTS•+) radical,
219 using the methodology proposed by Brand-Williams, Cuvelier and Berset (1995) and
220 adapted by Rufino et al (2007). The results were expressed as μM Trolox/g.

221 The antioxidant activity was also evaluated by the β -carotene/linoleic acid
222 method, according to the methodology of Rufino Alves, Brito, Mancini Filho & Moreira
223 (2006b) and Duarte-Almeida, Santos, Genovese and Lajolo (2006). The results were
224 expressed as percentages (%). The iron reduction (FRAP) method was also used to
225 determine the antioxidant potential using method proposed by Rufino et al. (2006) and
226 the results were expressed in μM ferrous sulfate/g.

227

228 **1.2.6 Sensory analysis**

229 The developed bars were submitted to a sensory acceptance test. To that end, 104
230 volunteers who consumed food bars were recruited at the Federal University of Lavras,
231 Brazil, including employees, undergraduate, and graduate students.

232 During the preparation and storage, all hygienic care defined in the Technical
233 Regulation of Good Practices for Food Service, established by Resolution - RDC, No.
234 216, of September 15, 2004 (Brazil, 2004) was adopted.

235 Before the beginning of the test, the evaluators were asked to read and sign the
236 Informed Consent Term (ICT). Soon after, the tasters received two samples, which were
237 served in balanced order and monadic in plastic containers, free of odors, coded with three
238 random digits. Along with the samples, water was provided for the tasters to clean the
239 palate between the samples. The tests were performed in individual cabins under white
240 light.

241 The evaluators were asked to evaluate the attributes: color, flavor, texture, aroma, appearance
242 and overall impression of each sample using the nine-point structured hedonic scale of
243 Stone & Sidel (1993). The acceptability index (IA) of the two bars was calculated using
244 the following equation, proposed by Teixeira, Meinert and Barbata (1987):

$$245 \quad \text{IA}(\%) = A \times \frac{100}{B} \quad (2)$$

246

247 Where A refers to the average grade obtained for the product and B to the maximum grade
248 of the product.

249 1.2.7 Statistical analysis

250 To evaluate the results of the physico-chemical characterization and acceptance
251 tests, the normal distribution of the data was verified by the Kolmogorov–Smirnov test
252 and then unpaired Student t tests were performed, with $p < 0.05$, using GraphPad Prism,
253 version 6.01.

255 1.3 Results and Discussion

256 1.3.1 Chemical evaluation

257 The mean values for the proximate compositions of HC and LC are shown in
258 Table 3.

259
260 Table 3. Mean values \pm standard deviations for macronutrients, fiber, and energy per 100
261 g of product and per portion (34 g) for high-cost (HC) and low-cost (LC) food bars.

Content*	HC bar		LC bar	
	g/100 g	g/34 g	g/100 g	g/34 g
Moisture (g)*	21.08 \pm 0.54	7.17 \pm 0.18	23.78 \pm 1.00	8.10 \pm 0.34
Lipids (g)*	6.18 \pm 0.56	2.10 \pm 0.19	5.50 \pm 0.55	1.87 \pm 0.20
Protein (g)*	20.53 \pm 1.08	6.97 \pm 0.36	21.71 \pm 0.85	7.38 \pm 0.30
Ash (g)*	2.47 \pm 0.22 ^I	0.84 \pm 0.07	1.67 \pm 0.10 ^I	0.90 \pm 0.03
Total dietary fiber (g)*	19.31 \pm 0.42	6.57 \pm 0.14	16.37 \pm 0.79	5.56 \pm 0.27
Soluble fiber (g)	6.75 \pm 0.37	2.29 \pm 0.12	6.85 \pm 0.43	2.33 \pm 0.15
Insoluble fiber (g)*	12.57 \pm 0.09	4.25 \pm 0.05	9.52 \pm 0.37	3.23 \pm 0.13
Carbohydrate (g)	30.49 \pm 1.49	10.36 \pm 0.62	29.70 \pm 1.55	10.10 \pm 0.53
Energy (Kcal)	259.48 \pm 6.31	89.22 \pm 2.10	255.16 \pm 7.34	87.53 \pm 3.12

262 Means from nine repetitions.

263 *Means statistically different from each other by T-test at $p < 0.05$.

264
265 From Table 3, the LC bar presented higher and statistically significant moisture
266 content. It was decided not to use thermal processing, a procedure that assists in the
267 reduction of moisture content, so that the bars would preserve to the maximum their
268 content of antioxidant compounds. Thus, the microbiological quality of the bars developed
269 could be guaranteed, through adequate storage, according to the Technical Regulation of
270 Good Practices for Food Services (Brazil, 2004).

271 According to the recommendation of the Brazilian Population Food Guide, it is
272 necessary that the human diet be based on *in natura* or minimally processed foods, to the
273 detriment of ultra-processed ones, which makes it possible to obtain nutritionally
274 adequate, tasty, and appropriate food in cultural terms, besides favoring a socially and
275 environmentally sustainable food system (Brazil, 2014).

276 Regarding the average protein content, the HC bar presented 6.97 g/portion or

277 20.53% and the LC bar 7.38 g/portion or 21.71%, which values meet those defined by
278 legislation (6g of protein/porcion)for a food to be a source of protein (Brazil, 2012).
279 Therefore, both products can be defined as protein bars.

280 The amount of protein present in the bars was statistically different, with the LC
281 bar being higher than the HC bar. Based on data from the Food Chemistry Composition
282 Table (TABNUT) at the Federal University of São Paulo (Brazil, 2016), the higher protein
283 content in the LC bar can be attributed to the fact that peanuts present a protein value
284 (27.2%), higher than that of almonds (18.6%). Although the HC bar contained chia seed,
285 which has a higher amount of protein (20.2%) than the flaxseed (14.2%) in the LC bar,
286 the amount of these seeds used in the preparation of the bars is significantly lower
287 compared to the amount of peanut and almond used in the preparation.

288 Regarding the mean total lipid content (2.10 g/serving for the HC bar) and (1.87
289 g/serving for the LC bar the developed bars can be classified as low total fat products,
290 since they have less of 3g/30g (Brazil, 2012). Besides that, the developed food bars can
291 be classified as high fiber content foods, since they have fiber content above 5 g/portion
292 (6.57 g/HC bar, 5.56 g/LC bar) (Brazil, 2012).

293 WHO (2003) recommends that, to reduce the risk of developing NCDs, the total
294 dietary fiber intake should be greater than 25 g/day or 20 g in the case of non-starch
295 polysaccharides, of which approximately 6.25 g are fiber solids and 18.75 g insoluble
296 fiber (1/3 ratio).

297 However, studies show that the intake of dietary fiber by the adult population of
298 different countries in the world does not reach the values recommended by the WHO. In
299 the study of Garcia-Meseguer, Delicado-Soria and Serrano-Urrea (2017), the dietary fiber
300 intake of university students in Spain, the United States and Tunisia was evaluated
301 through the application of two 24-hour reminders. 730 students participated in the study.
302 It was verified that average dietary fiber intake did not reach the recommended values,
303 being around 17.8 grams.

304 It is found that the bars of the present study are snacks that can help in increasing
305 the daily consumption of total fibers. According to the Dietary Reference Intake (DRIS)
306 values for dietary fiber, as established by the Institute of Medicine (IOM) (2006), 1
307 portion of the HC and LC bar accounted for 17.3% and 14.6%, respectively, of the daily
308 dietary fiber recommendation for men aged 18 to 50 years and 23.6% and 22.2%,
309 respectively, for women in this age group.

310 It is also emphasized that the intake of soluble fiber tends to be below the

311 recommended level. This is justified by the fact that most fiber-rich foods are
 312 predominantly composed of insoluble fiber (Wong & Jenkins, 2007). Thus, both CS and
 313 LC, but mainly HC, can help the population to meet the recommendation of soluble fiber,
 314 since they have a ratio of soluble fiber to insoluble fiber close to 1/2 and 1/1, respectively.

315 Regarding the amount of ash present in the bars, there was a statistical difference
 316 between the HC (2.47%) and LC bars (1.67%). However, regarding the estimated
 317 carbohydrate content, there was no statistical difference between them, the HC bar having
 318 30.49% (10.36 g/portion) and the LC bar 29.70% (10.10 g/portion) values lower than
 319 those found in the study by Verma, Khetrapaul and Verma (2018), which developed a
 320 protein bar based on sorghum, and lower than the results found in the study by Moretti
 321 and Freitas (2006), in which protein made with soy and banana textured protein.

322 Regarding the estimated energy values, the developed bars are not statistically
 323 different, with the HC bar having a caloric value of 259.48 kcal/100 g (89.22
 324 Kcal/portion) and the LC bar of 255.16 kcal/100 g (87.53 Kcal/portion).

325

326 1.3.2 Minerals evaluation

327 Phosphorus, potassium, calcium, magnesium, manganese, zinc, sodium, and
 328 copper contents of both bars are shown in Table 4.

329

330 Table 4. Mean values \pm standard deviations for minerals per 100 g of product and per
 331 portion (34 g) for high-cost (HC) and low-cost (LC) food bars.

Mineral	HC		LC	
	g/100 g	g/34 g	g/100 g	g/34 g
Phosphorus	0.37 \pm 0.011	0.13 \pm 0.004	0.39 \pm 0.011	0.13 \pm 0.004
Potassium*	0.76 \pm 0.006	0.33 \pm 0.010	0.98 \pm 0.030	0.26 \pm 0.001
Calcium	0.38 \pm 0.015	0.12 \pm 0.005	0.37 \pm 0.015	0.13 \pm 0.005
Magnesium	0.11 \pm 0.000	0.04 \pm 0.002	0.11 \pm 0.006	0.04 \pm 0.000
	mg/100 g	mg/34 g	mg/100 g	mg/34 g
Manganese	1,72 \pm 0.02	0.58 \pm 0.01	1,65 \pm 0.07	0.56 \pm 0.03
Zinc*	2,70 \pm 0.14	0.91 \pm 0.05	2,42 \pm 0.02	0.81 \pm 0.01
Sodium*	0,72 \pm 0.03	0.24 \pm 0.01	0,60 \pm 0.01	0.20 \pm 0.00
Copper*	0,52 \pm 0.04	0.21 \pm 0.07	0,39 \pm 0.40	0.13 \pm 0.12

332 HC: high-cost bar; LC: low-cost bar. Means from three repetitions.

333 * Means statistically different between the treatments (t-test) at $p < 0.05$

334

335 The contents of minerals sodium, zinc, copper, and potassium in the LC bar were
 336 superior to those in the HC bar, and these differences are significant. For the other
 337 minerals, there was no difference. Due to the change in the food patterns in most countries
 338 over the past four decades, characterized by a reduction in the consumption of traditional

339 foods such as cereals, legumes, and vegetables, and the increase in the intake of foods
340 rich in sugar and fat, the ingestion of minerals, except for sodium, was reduced (Monteiro,
341 Levy, Claro, Castro & Cannon, 2011; Popkin, Adair & Ng, 2012).

342 According to the Dietary Reference Intake (DRIS) values established by the
343 Institute of Medicine (2006, 2011), for adults aged 19 to 50, a daily portion of the HC bar
344 contributes to 18.6% of the daily recommended dose of phosphate, 5.5% of potassium,
345 13.0% of calcium, 9.8% of magnesium for men and 12.7% for women, 24.3% of
346 manganese for men and 31.1% for women, 7.5% of zinc for men and 10.3% for women,
347 and 14.4% of copper.

348 The HC bar can be considered of very low sodium content, since they present less
349 than 40 mg in the portion, maximum value established by the legislation, so that a food
350 can be considered as such (BRASIL, 2012). The fact that the bars are low sodium products
351 deserves to be highlighted, since sodium consumption in most countries is excessive,
352 reaching around 9–12 g per person/day (Brown, Tzoulaki, Candeias & Elloiot, 2009).
353 The recommendation of the WHO (2012) is 5 g/day (equivalent to 2000 mg/day).

354 The LC bar also meets 18.6% of the daily recommended dose of phosphorus, 7.0%
355 of potassium, 12% of calcium, 9.8% of magnesium for men and 12.7% for women, 23.0%
356 of manganese for men and 32.8% for women, 8.4% of zinc for men and 11.5% for women,
357 and 20.0% of copper. The LC bar is also considered as having a low sodium content
358 (Brazil, 2012).

359 Consequently, both bars can be considered excellent snacks, since they offer
360 micronutrients whose daily intake may not meet the recommended values (Popkin, Adair
361 & Ng, 2012). In addition, considering the excessive sodium intake observed in recent
362 times, both bars are products with very low sodium content and are therefore great options
363 for the population in general and specifically for those that require a restricted sodium
364 diet.

365

366 **1.3.3 Carotenoids, total phenolic, and antioxidant activity**

367 Among the compounds with antioxidant capacity present in foods of plant origin,
368 phenolic compounds and carotenoids are outstanding. The levels of carotenoids, total
369 phenolics, and antioxidant activity by the ABTS, β -carotene/linoleic acid and FRAP of
370 the HC and LC bars are presented in Table 5.

371

372 Table 5. Mean values \pm standard deviations for carotenoids, total phenolics and
 373 antioxidant activity for high-cost (HC) and low-cost (LC) food bars.

	HC	LC
Carotenoids: α -carotene ($\mu\text{g/g}$)*	3.21 \pm 0.39	3.94 \pm 0.36
β -carotene ($\mu\text{g/g}$)*	1.80 \pm 0.31	3.33 \pm 0.38
σ -carotene ($\mu\text{g/g}$)*	1.58 \pm 0.32	2.24 \pm 0.50
γ -carotene ($\mu\text{g/g}$)*	1.73 \pm 0.35	3.18 \pm 0.22
Lycopene ($\mu\text{g/g}$)*	1.90 \pm 0.31	3.29 \pm 0.35
Total carotenoids* ($\mu\text{g } \beta$ - carotene/g)	1.80 \pm 0.31	3.33 \pm 0.38
Total phenolics (mg EAG/100 g)*	260.38 \pm 36.67	349.19 \pm 25.26
Antioxidant activity ABTS ($\mu\text{M de trolox/g}$)*	385.65 \pm 16.12	703.18 \pm 20.30
Antioxidant activity β -carotene/Linoleic acid (% protection)*	33.39 \pm 2.15	94.63 \pm 1.25
Antioxidant activity FRAP ($\mu\text{M de ferrous}$ sulfate/g)	609.78 \pm 78.45	661.77 \pm 70.36

374 HC: high-cost bar; LC: low-cost bar. Means from nine repetitions.

375 * Means statistically different between the treatments (t-test) at $p < 0.05$

376

377 For all carotenoids analyzed, as well as the total carotenoid content, the values for
 378 the LC bar were higher than the values for the HC bar, which were statistically different.
 379 Thus, the LC bar possibly presented higher antioxidant potential and other biological
 380 benefits from carotenoids compared to the HC bar.

381 The greater the number of doubles in the carotenoid structure, the greater the
 382 antioxidant capacity of the carotenoid. Therefore, lycopene is the most efficient, followed
 383 by β -carotene, lutein, zeaxanthin, and croptoxanthin (Tapiero, Townsend & Tew, 2004).
 384 In addition, β -carotene and α -carotene are also forms of pro-vitamin A (Rodriguez-Maya,
 385 Kimura & Amaya-Farfan, 2008).

386 The total phenol content of the LC bar (349.19 mg GAE/100 g) was significantly
 387 higher than that of the HC bar (260.38 mg GAE/100 g). Considering that none of the bars
 388 were subjected to thermal processing, the total phenolic content of the ingredients was
 389 maximum.

390 Among the ingredients in the HC bar, the main sources of phenolic compounds
 391 are almond (Yada, Lapsley & Huang, 2011), apricot (Madrau et al., 2009), cranberry
 392 (Palikova et al., 2010), and cocoa powder (Lee, Kim, Lee. & Lee, 2003), while peanut
 393 (Arya, Salve & Chauhan, 2016), raisin (Meng et al., 2011), plum (Donovan, Meyer &
 394 Waterhouse, 1998), and cocoa (Lee, Kim, Lee & Lee, 2003) are those in the LC bar.

395 The observed difference can be explained by several factors that influence the
 396 phenolic content of foods, such as food type, maturation degree, plant age, season,

397 geographical location of the crop area, solar radiation, temperature, humidity relative
398 management, cultivation management, processing, and storage conditions (Harnly et al.,
399 2006; Acosta-Montoya et al., 2010; Lee, Dosset & Finn, 2012).

400 The antioxidant activity of bars developed in the present study was analyzed by
401 methods ABTS•+, FRAP, and the β -carotene/linoleic acid system. By the ABTS•+
402 method, it was verified that the antioxidant activity of the LC bar was superior to that of
403 the HC bar, a difference that is significant. Considering that the HC bar had an average
404 value equal to 385.65 $\mu\text{g/g}$ per bar and the LC bar 703.18 $\mu\text{g/g}$ per bar, the bar LC has,
405 by this method, almost double the antioxidant activity of the HC bar.

406 By the β -carotene/linoleic acid method, the HC bar presented 33.39% inhibition
407 and the LC bar 94.63% inhibition, that is, the LC bar exhibited more than double the
408 antioxidant capacity of the HC bar, a similar result to that presented by the ABTS method.
409 According to Hassimoto, Genovese and Lajolo (2005) the antioxidant capacity of the β -
410 carotene/linoleic acid system is classified as high levels of protection ($> 70\%$),
411 intermediate levels of protection (40–70%), and low levels of protection ($< 40\%$).
412 Therefore, the HC bar presented low levels of protection and the LC bar elevated levels.

413 Under the FRAP method, the LC bar also had a higher average value (661.77 μM
414 ferrous sulfate/g) than the HC bar (609.78 μM ferrous sulfate/g); however, as there was
415 no statistical difference between them, we can conclude that the iron reduction capacity
416 was the same for both bars.

417 This difference between methods is related to the different radicals and solvents
418 used in each case. However, considering that, under the other methods, the LC bar
419 presented higher antioxidant capacity, it has higher antioxidant activity than the HC bar.

420 The results of this study can be compared to those of others that also developed
421 food bars and evaluated their antioxidant capacity by these methods. For instance, Silva
422 et al. (2018) developed marolo pulp flour bars and evaluated the antioxidant potential by
423 the ABTS and FRAP methods. The ethanolic extract of the bars presented values under
424 the ABTS method equal to 325 to 360 μM Trolox/g, which are lower than those found in
425 the present study. By the FRAP method, the values ranged from 200 to 450 μM of ferrous
426 sulfate/g, values also lower than those in this study.

427 As such, both bars have antioxidant potential, with the LC bar presenting a higher
428 potential. However, one cannot be sure that the foods that have the highest antioxidant
429 activity in vitro are those that will present greater activity in vivo, since in vitro tests do
430 not have the same conditions that occur in vivo. Further, the antioxidant concentrations

431 used in the tests are higher than those found in vivo, and the assays use stable, long-lived,
 432 not small, active, short-lived radicals like those found in the body. In addition, some
 433 antioxidant studies suggest that physiological metabolites are more active in vivo than the
 434 antioxidant itself; however, these metabolites have not yet been identified and cannot be
 435 tested in vitro (Schaich, Tan & Xie, 2015).

436

437 **1.3.4 Sensory analysis**

438 For the sensory acceptance test 64 females and 40 males participated, with a mean
 439 age of 23 years. Most of the tasters were undergraduate students. The mean scores
 440 attributed for each of the sensory attributes are presented in Table 6 and the acceptability
 441 index in Table 7.

442

443 Table 6. Mean values \pm standard deviations and acceptability index for sensory
 444 attributes from the acceptance test for high-cost (HC) and low-cost (LC) food bars.

Attribute	HC bar		LC bar	
	Mean	AI(%)	Mean	AI(%)
Appearance	7.24 \pm 1,93	80,44	7.07 \pm 1,42	78,56
Aroma	7.16 \pm 1,43*	79,56*	7.55 \pm 1,40	84,89
Texture	7.37 \pm 1,54	81,89	7.28 \pm 1,44	81,00
Flavor	7.34 \pm 1,50	81,56	7.29 \pm 1,63	81,00
Overall impression	7.40 \pm 1,31	82,22	7.41 \pm 1,22	82,33

445 HC: high-cost bar; LC: low-cost bar.

446 * Means statistically different between treatments (t-test) at $p < 0.05$

447

448 The data of the sensorial acceptance test verified there was no statistical difference
 449 between the bars for the evaluated sensorial attributes, with the exception of the flavor
 450 attribute, the bar presented the upper average (7.55) to the HC bar (7.16). In addition,
 451 according to Teixeira, Meinert & Barbeta (1987), for a product to be considered
 452 satisfactorily accepted, it is necessary that it has an AI equal to or greater than 70%.
 453 Therefore, both bars presented good acceptability, since both formulations had AIs higher
 454 than 70% for all evaluated attributes.

455 The development of protein bars that are sensorially accepted is a major challenge,
 456 since commonly used protein sources, such as protein concentrates and textured soy
 457 protein, attribute residual taste to the products, leading to many not being well accepted
 458 by consumers. Considering that both bars were sensorially accepted, the results can be
 459 considered satisfactory.

460

461 **Conclusion**

462
463 It is concluded that it is possible to develop healthy, economically viable,
464 sensorially accepted and antioxidant-free food bars. Such snacks may help reduce the
465 prevalence of NCDs as long as associated with nutritionally balanced diet and healthy
466 lifestyle habits.

467 In addition, the developed snacks are also options for those seeking protein foods,
468 such as physical activity practitioners, as well as those looking for source foods of non-
469 meat high biological value proteins such as ovoactovegetarians, and also for those seeking
470 snacks which may assist in weight loss or follow a restricted sodium diet.

471

472 **Acknowledgments**

473

474 The authors thank Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e
475 Tecnológico (CNPq) and Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais
476 (FAPEMIG) for the financial support.

477

478 **References**

479

480 Abegunde, D. O., Mathers, C. D., Adam, T., Ortegon, M. & Strong, K. (2007). The burden
481 and costs of chronic diseases in low-income and middle-income countries. *Lancet*, 370
482 (9603), 1929-1938.

483 Aboul-Enein, H. Y., Berczynski, P. & Kruk, I. (2013). Phenolic compounds: the role of
484 redox regulation in neurodegenerative diseases and cancer. *Mini-Reviews in Medicinal*
485 *Chemistry*, 13(3), 385-398.

486 Acosta-Montoya, Ó. et al. (2010). Phenolic content and antioxidant capacity of tropical
487 highland blackberry (*Rubus adenotrichus* Schltdl.) during three edible maturity stages.
488 *Food Chemistry*, 119(4), 1497-1501.

489 AACC - American Association of Cereal Chemists. *International Approved Methods*.
490 (2000). (11^o ed.) AACC International, St Paul.

491 Arya, A., Salve, A. R. & Chauhan, S. (2016). Peanuts as functional food: a review. *Journal*
492 *of Food Science and Technology*, 53(1), 31-41.

493 Asgary, S.; Rastqar, A. & Keshvari, M. (2018). Functional Food and Cardiovascular
494 Disease Prevention and Treatment: A Review. *Journal of the American College of*
495 *Nutrition* (online), 12, 1-27.

496 AOAC - Associação of Official Analytical Chemists. *Official methods of analysis of*
497 *AOAC chemist*. (2005). (18^oed). Gaithersburg.

- 498 Barbosa, K. B. F. et al. (2010). Estresse oxidativo: conceito, implicações e fatores
499 modulatórios. *Revista de Nutrição*, 23(4), 629-643.
- 500 Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E. & Berset C. (1995). Use of free radical method to
501 evaluate antioxidant activity. *Food Science and Technology, Lebensmittel-Wissenschaft*
502 *& Technologie*, 28(1), 25-30.
- 503 Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Análise
504 de Situação de Saúde. Plano de ações estratégicas para o enfrentamento das doenças
505 crônicas não transmissíveis (DCNT). (2011). Brasília, DF. Disponível em:
506 http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/plano_acoes_enfrent_dcnt_2011.pdf. Acesso
507 em 23 jan. 2019.
- 508 Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção
509 Básica. Guia Alimentar para a População Brasileira. (2ª ed). (2014). Brasília, DF.
510 Disponível em:
511 http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_alimentar_populacao_brasileira_2ed.pdf
512 [f](#). Acesso em 03 jan. 2019.
- 513 Brasil. Universidade federal de São Paulo. Escola Paulista de Medicina. Departamento
514 de Informática em Saúde. Tabela de Composição Química dos Alimentos (TABNUT).
515 (2016). São Paulo. Disponível em <http://tabnut.dis.epm.br/>. Acesso em 13 nov. 2018.
- 516 Brasil. Ministério da Saúde. Sobre Vigilância das DCNT. (2018). Brasília, DF.
517 Disponível em <http://portalms.saude.gov.br/noticias/43036-sobre-a-vigilancia-de-dcnt>.
518 Acesso em 23 jan. de 2019.
- 519 Brasil. RDC ANVISA nº 359, de 23 de dezembro de 2003. Diário Oficial [da] República
520 Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 26 de dezembro de 2003.
- 521 Brasil. RDC ANVISA nº 216, de 15 de setembro de 2004. Diário Oficial [da] República
522 Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 16 de setembro de 2004.
- 523 Brasil. RDC ANVISA nº 263, de 22 de setembro de 2005. Diário Oficial [da] República
524 Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, de 23 de setembro de 2005.
- 525 Brasil. RDC ANVISA nº 54, de 12 de novembro de 2012. Diário Oficial [da] República
526 Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 13 de novembro de 2012.
- 527 Brooks, R. C.; Simpson, S. J. & Raubenheimer, D. (2010). The price of protein:
528 combining evolutionary and economic analysis to understand excessive energy
529 consumption. *Obesity reviews*, 11, 887-894.
- 530 Brown, I. J., Tzoulaki, I., Candeias, V. & Elloiot, P. (2009). Salt intakes around the
531 world: implications for public health. *International Journal of Epidemiology*, 38(3),
532 791-813.
- 533 Donovan, J. L., Meyer, A. S. & Waterhouse, A. L. (1998). Phenolic composition and
534 antioxidant activity of prunes and prune juice (*Prunus domestica*). *Journal of Agricultural*
535 *and Food Chemistry*, 46, 1247-1252.
- 536 Duarte-Almeida, J. M., Santos, R. J., Genovese, M. I & Lajolo, F. M. (2006). Avaliação
537 da atividade antioxidante utilizando Sistema b-caroteno/ácido linoleico e método de
538 sequestro de radicais DPPH. *Ciência e Tecnologia dos Alimentos*, 26(2), 445-452.

- 539 Duncan, B.B. et al. (2011). Mortalidade por doenças crônicas no Brasil: situação em 2009
540 e tendências de 1991 a 2009. In: BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância
541 em Saúde. Departamento de Análise de Situação em Saúde. Saúde Brasil 2010: uma
542 análise da situação de saúde e de evidências selecionadas de impacto de ações de
543 vigilância em saúde. (2011). Brasília. Disponível em: http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/cap_5_saude_brasil_2010.pdf. Acesso em 05 mar. 2019.
- 545 Fraunberger, E. A., Scola, G., Laliberté, V. M., Duong, A. & Andrezza, A. C. (2016).
546 Redox Mudulations, Antioxidants, and Neuropsychiatric disorder. *Oxidative Medicine*
547 *and Cellular Longevity*, 2016, 1-14.
- 548 Garcia-Meseguer, M. J.; Delicado-Soria, A. & Serrano-Urra, R. (2017). Fiber Patterns in
549 Young Adults Living in Different Environments (USA, Spain, and Tunisia).
550 *Anthropometric and Lifestyle Characteristics. Nutrients*, 9(9), 1-23.
- 551 Halliwell, B. (2011). Free radicals and antioxidants – quo vadis? *Trends in*
552 *Pharmacological Sciences*, 32(3), 125-130.
- 553 Harnly, J. et al. (2006). Flavonoid Contento of U.S. Fruits, Vegetables and Nuts. *Journal*
554 *of Agricultural and Food Chemistry*, 54(26), 9966-9977.
- 555 Hassimotto, N. M. A., Genovese, I. S. & Lajolo, F. M. (2005). Antioxidant activity of
556 dietary fruits, vegetables, and comercial frozen fruit pulps. *Journal of Agricultural and*
557 *Food Chemistry*, 53, 2829-2935.
- 558 IOM - Isntitute of Medicine. Dietary Reference Intakes DRI The Essential Guide to
559 Nutrient Requirements (2006). Washigton, National Academies Press.
- 560 IOM - Isntitute of Medicine. Committee to Review Dietary Reference Intakes for Vitamin
561 D and Calcium. Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D (2011).
562 Washigton, National Academies Press.
- 563 Jeszka-Skowron, M., Zgoła-Grześkowiak, A., Stanisiz, E. Waśkiewicz, A. (2017).
564 Potential health benefits and quality of dried fruits: Goji fruits, cranberries and raisins.
565 *Food Chemistry*, 221, 228-236.
- 566 Larrauri, J. A., Rupérez, P. & Saura-Calixto, F. (1997). Effect of drying temperature on
567 the stability of polyphenols and antioxidante activity of red grap pomace peels. *Journal*
568 *of Agricultural and Food Chemistry*, 45(4), 1390-1393.
- 569 Lee, J., Dossett, M. & Finn, C. E. (2012). Rubus fruit phenolic research: the good, the
570 bad, and the confusing. *Food Chemistry*, 130(4), 785-796.
- 571 Lee, K.W., Kim, Y. J., Lee, H. J. & Lee, C. Y. (2003). Cocoa has more phenolic
572 phytochemicals and a higher antioxidant capacity than teas and red wine. *Journal of*
573 *Agricultural and Food Chemistry*, 51, 7292-7295.
- 574 Madrau, M. A. et al. (2009). Effect of drying temperature on polyphenolic content and
575 antioxidant activity of apricots. *European Food Research and Technology*, 228, 441-448.
- 576 Malavolta, E., Vitti, G. C. & Oliveira, S. A. (1997). Avaliação do estado nutricional das
577 plantas: princípios e aplicações. (2. Ed). Piracicaba: Potafos.

- 578 Malta, D. C., & Merhy, E. E. (2010). The path of the line of care from the perspective of
579 nontransmissible chronic diseases. *Interface – Comunicação, Saúde, Educação*, 14(4),
580 593-605.
- 581 Meng J., et al. (2011). Phenolic content and antioxidant capacity of Chinese raisins
582 produced in Xinjiang Province. *Food Research International*, 44, 2830-2836.
- 583 Monteiro, C. A., Levy, R. B., Claro, R. M., Castro, I. R. & Cannon, G. (2011). Increasing
584 consumption of ultraprocessed foods and likely impact on human health: evidence from
585 Brazil. *Public Health Nutrition*, 14, 5-13.
- 586 Moretti, R. & Freitas, D. G. C. (2006). Caracterização e avaliação sensorial de barra de
587 cereais funcional de alto teor protéico e vitamínico. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*,
588 26(2), 318-324.
- 589 PAHO - Pan American Health Organization. Governos devem intensificar esforços para
590 o combate às doenças crônicas não-transmissíveis, alerta OMS (2017). Washington.
591 Disponível em:
592 [https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=5495:gove](https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=5495:governos-devem-intensificar-esforcos-para-o-combate-as-doencas-cronicas-nao-transmissiveis-alerta-oms&Itemid=839)
593 [rnos-devem-intensificar-esforcos-para-o-combate-as-doencas-cronicas-nao-](https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=5495:governos-devem-intensificar-esforcos-para-o-combate-as-doencas-cronicas-nao-transmissiveis-alerta-oms&Itemid=839)
594 [transmissiveis-alerta-oms&Itemid=839](https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=5495:governos-devem-intensificar-esforcos-para-o-combate-as-doencas-cronicas-nao-transmissiveis-alerta-oms&Itemid=839). Acesso em 28 de jan de 2019.
- 595 PAHO - Pan American Health Organization. Comissão da OMS pede ação urgente contra
596 doenças crônicas não transmissíveis. (2018). Washington. Disponível em:
597 [https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=5691:com](https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=5691:comissao-da-oms-pede-acao-urgente-contradoencas-cronicas-nao-transmissiveis&Itemid=839)
598 [issao-da-oms-pede-acao-urgente-contradoencas-cronicas-nao-](https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=5691:comissao-da-oms-pede-acao-urgente-contradoencas-cronicas-nao-transmissiveis&Itemid=839)
599 [transmissiveis&Itemid=839](https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=5691:comissao-da-oms-pede-acao-urgente-contradoencas-cronicas-nao-transmissiveis&Itemid=839). Aceso em 31 de mar 2019.
- 600 Ouchemoukh S., Hachoud, S., Boudraham, H., Mokrani, A & Louaileche. (2012).
601 Antioxidant activities of some dried fruits consumed in Algeria. *LWT - Food Science and*
602 *Technology*, 49(2), 329-332.
- 603 Palikova, I. et al. (2010). Long-term effects of three commercial cranberry products on
604 the antioxidative status in rats: A pilot study. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*,
605 58, 1672-1678.
- 606 Pistoschi, A. M. & Pop, A. (2015). The role of antioxidants in the chemistry of oxidative
607 stress: A review. *European Journal of Medicinal Chemistry*, 97(5) 55-74.
- 608 Popkin, B. M, Adair, L. S. & Ng, S. W. (2012). Global nutrition transition and the
609 pandemic of obesity in developing countries. *Nutrition Reviews*, 70, 3-21.
- 610 Rodriguez-Amaya, D. P. A Guide to carotenoid Analysis in Food. (1999). Washington:
611 ILSI Press.
- 612 Rodriguez-Maya, D. P., Kimura, M. & Amaya-Farfan, J. Fontes Brasileira de
613 Carotenoides: Tabela Brasileira de Composição de Carotenoides em Alimentos. (2008).
614 Brasília, DF. Disponível
615 em:[http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_agrobio/ publicacao/89_publicacao0903200](http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_agrobio/publicacao/89_publicacao09032009113306.pdf)
616 [9113306.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_agrobio/publicacao/89_publicacao09032009113306.pdf). Acesso em: 22 nov. 2018
- 617 Rufino, M. S. M. et al. Metodologia científica: Determinação da Atividade Antioxidante
618 Total em Frutas pelo Método de Redução do Ferro (FRAP). (2006). Embrapa
619 Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE. Disponível em:

- 620 <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPAT-2010/11964/1/cot-125.pdf>.
621 Acesso em: 03 de jan. 2019.
- 622 Rufino, M. S. M., Alves, R. E., Brito, E. S., Mancini Filho, J. & Moreira, A. V. A.
623 Metodologia científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas no
624 Sistema β -caroteno/Ácido linoleico (2006b). Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza
625 (CE). Disponível em: [https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPAT-](https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPAT-2010/11963/1/cot-126.pdf)
626 [2010/11963/1/cot-126.pdf](https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPAT-2010/11963/1/cot-126.pdf). Acesso em: 03 de jan. 2019.
- 627 Rufino, M. S. et al. Metodologia científica: Determinação da Atividade Antioxidante
628 Total em Frutas pela Captura do Radical Livre ABTS^{•+} (2007). Embrapa Agroindústria
629 Tropical, Fortaleza, CE. Disponível em:
630 https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPAT/10225/1/Cot_128.pdf. Acesso
631 em: 03 de jan. 2019.
- 632 Schaich, K. M., Tian, X. & Xie, J. (2015). Hurdles and pitfalls in measuring antioxidant
633 efficacy: A critical evaluation of ABTS, DPPH, and ORAC assays. *Journal of Functional*
634 *Foods*, 14, 111-125.
- 635 Silva, J. S. et al. (2018). Effects of Marolo (*Annona crassiflora* Mart.) Pulp Flour Addition
636 in Food Bars. *Journal of Food Quality*, 2018, 1-12.
- 637 Stone, H. & Sidel, J. L. *Sensory evaluation practices*. (1993). (2.ed). San Diego:
638 Academis Press.
- 639 Tapiero, H., Townsend, D. M. & Tew, K. D. (2004). The role of carotenoids in the
640 prevention of human pathologies. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 58, 100-110.
- 641 Teixeira, E.; Meinert, E. & Barbeta, P. A. *Análise sensorial dos alimentos*. (1987).
642 Florianópolis: UFSC.
- 643 Verma, S.; Khetrapaul, N. & Verma, V. (2018). Development and Standardisation of
644 Protein Rich Sorghum Based Cereal Bars. *International Journal of Current Microbiology*
645 *and Applied Science*, 7(5), 2842-2849.
- 646 Whaterhouse, A. L. (2002). Polyphenolics: determination of total phenolics. In: Wrolstad,
647 R. E, editor. *Current protocols in food analytical chemistry*. New York: John Wiley.
- 648 Wong, J. M. & Jeankins, D. J. (2007). Carbohydrate digestibility and metabolic effects.
649 *Journal of Nutrition*, 137, 2539S-2546s.
- 650 WHO - World Health Organization. *Guideline: Sodium intake for adults and children*.
651 (2012). Geneva. Disponível em:
652 [http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/77985/9789241504836_eng.pdf;jsession](http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/77985/9789241504836_eng.pdf;jsessionid=BCC7CDAFAD6F946B309C26AF499065A4?sequence=1)
653 [id=BCC7CDAFAD6F946B309C26AF499065A4?sequence=1](http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/77985/9789241504836_eng.pdf;jsessionid=BCC7CDAFAD6F946B309C26AF499065A4?sequence=1). Acesso em 20 dez 2018
- 654 _____. *Health statistics and information systems: estimates for 2000-2012*. (2014).
655 Geneva. Disponível em:
656 https://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/estimates/en/index1.html.
657 Acesso em 22 dez 2018
- 658 _____. *Noncommunicable Diseases Progress Monitor 2017*. (2017). Geneva.
659 Disponível em:
660 <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/258940/9789241513029->

- 661 [eng.pdf;jsessionid=31A54BF4223342CF4699ABE2EB126C39?sequence=1](#). Acesso em
662 28 jan. 2019.
- 663 WHO/FAO - World Health Organization. Food and Agriculture Organization. Diet,
664 Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases. WHO Technical Report Series. (2003).
665 Geneva. Disponível https://www.who.int/biologicals/technical_report_series/en/. Acesso
666 em 20 abr 2019.
- 667 Yada S., Lapsley K. & Huang G. (2011). A review of composition studies of cultivated
668 almonds: Macronutrients and micronutrients. Journal of Food Composition and Analysis,
669 24, 469-480.
- 670 Yezzi, B. A força do mercado de barras. (2018). Disponível em:
671 <https://gramkow.com.br/pt/artigos/a-forca-do-mercado-de-barras>. Acesso em 02 de jan
672 2019.
- 673
- 674
- 675
- 676
- 677
- 678
- 679
- 680
- 681
- 682
- 683
- 684
- 685

ARTIGO 2

Versão preliminar para submissão e envio à revista científica *British Food Journal*

Influência de fatores sensoriais e não sensoriais na aceitação e preferência de barras alimentícias proteicas de diferentes custos

Ana Paula Alves Mendes^{1*} Rafaela Corrêa Pereira², João de Deus Souza Carneiro³,
Michel Cardoso de Angelis Pereira¹

¹*Department of Nutrition, Federal University of Lavras, Lavras, MG, Brazil, Postal code 37200-000, PO box 3037.*

²*Department of Agrarian Science, Federal Institute of Minas Gerais, Bambuí, MG, Brazil, Postal code 38900-000, PO Box 05. E-mail: rafacpereira@gmail.com*

³*Department of Food Science, Federal University of Lavras, Lavras, MG, Brazil. E-mail: joaodedeus@dca.ufla.br*

*Corresponding author, e-mail: anaopaula.mendesnutri@hotmail.com

Resumo

Introdução: O estudo e o desenvolvimento de produtos nutricionalmente balanceados, com boa aceitabilidade sensorial e que alie praticidade, conveniência e baixo custo é um dos principais desafios das pesquisas nas áreas da ciência dos alimentos e da nutrição na atualidade. **Objetivo:** Desenvolver e avaliar a aceitação sensorial de duas barras alimentícias fontes de proteínas, elaboradas com ingredientes de diferentes custos, e estudar a influência de informações não sensoriais sobre a aceitação e preferência das barras, e o comportamento de compra do consumidor. **Metodologia:** Foram realizados dois testes de aceitação sensorial, sendo o primeiro realizado sem informação sobre as amostras e o segundo, diante das informações: valor nutricional, preço e lista de ingredientes. Além disso, foi aplicado um questionário para avaliar o grau de importância de informações não sensoriais durante a compra de um produto, bem como o hábito de leitura de rótulos. **Desfechos:** As barras desenvolvidas foram sensorialmente aceitas pelos consumidores. Fatores sensoriais foram os determinantes para aceitação, tanto no teste sem informação, quanto no teste com informação. A preferência não foi diferente diante destas informações. A segmentação dos consumidores em dois clusters indicou que os motivos para escolha de uma das barras como preferida foram diferentes para o grupo de consumidores mais preocupados com a saúde. Apesar do preço ter sido um motivo importante ou muito importante para a preferência em ambos os segmentos, este não influenciou nas notas de aceitação, na intenção de compra e na preferência. **Contribuições para a prática:** Estes resultados demonstram a viabilidade de se desenvolver barras alimentícias de proteínas a base de ingredientes naturais, que alie praticidade, conveniência e baixo custo, sendo inclusive uma opção acessível para a população de baixa renda.

Palavras-chave: teste de aceitação, informação nutricional, preço, segmentação.

1.0 Introdução

Diante da maior conscientização da população quanto ao papel protetor oferecido pela alimentação saudável, a busca pelos lanches nutricionalmente saudáveis tem aumentado nas últimas décadas (Boluda-Küster e Vidal-Capilla, 2017). Dentre esses produtos estão as barras alimentícias, muito procuradas pelos consumidores devido a sua praticidade de consumo e a qualidade nutricional que podem apresentar, de acordo com os ingredientes utilizados em sua formulação (Appelt et al., 2015).

Entre os tipos de barras alimentícias, destaca-se aquelas à base de proteínas, as quais têm sido o tipo de barra alimentícia de maior demanda seja por praticantes de atividade física ou pessoas que buscam alimentação mais saudável (Yezzi, 2018). O aumento da demanda desse tipo de barra está possivelmente relacionado com o aumento do interesse da população pela prática de exercícios físicos, uma vez que as proteínas auxiliam no ganho de massa muscular e conseqüentemente na melhoria do rendimento durante os treinos (Haraguchi et al., 2006; Rolim, 2007; Bezerra e Macêdo, 2013).

As barras de proteínas comerciais têm, em geral, entre 15 a 35% de proteínas, que em sua maioria são de origem láctea, como os concentrados e isolados de soro de leite, ou vegetal, como a soja. Vitaminas e outros minerais também são usualmente adicionados às formulações para melhorar seu perfil nutricional (Loveday et al., 2009). No entanto, o sabor é o maior desafio a ser superado quando se trabalha com este tipo de produto (Childs et al., 2008). Por esta razão, para que apresentem características sensoriais aceitáveis, a maioria das barras de proteína comerciais contém em sua formulação quantidades excessivas de chocolate, açúcares, corantes e saborizantes artificiais, prejudicando o apelo nutricional promovido pelo produto (Loveday et al., 2009).

Sendo assim, o estudo e o desenvolvimento de produtos que buscam atender aos requisitos nutricionais (ricos em compostos antioxidantes e fibras, baixo teor de calorias, carboidratos simples e gorduras), ser isento de aditivos sintéticos e com boa aceitabilidade sensorial e que ainda alie praticidade, conveniência e baixo custo, é um dos principais desafios das pesquisas nas áreas da ciência dos alimentos e da nutrição na atualidade.

Entretanto, sabe-se que a aceitação por um produto vai muito além dos aspectos sensoriais intrínsecos ao alimento. Estudos têm demonstrado que fatores não sensoriais, ou extrínsecos, influenciam no comportamento de compra e de consumo do consumidor, tais como características sociodemográficas, marca, estratégias de marketing, influências culturais, sociais, entre outros (Torres-Moreno et al., 2012, Bruce et al., 2016, Moran et

al., 2019). Além disso, informações constantes no rótulo, tais como a tabela de informação nutricional, apelos nutricionais e de saúde e demais estratégias de marketing adotadas pela indústria também exercem forte influência sobre a percepção, aceitação e intenção de compra por um produto (Kaur et al., 2016).

Isto acontece porque estes fatores influenciam diretamente nas expectativas criadas pelo consumidor em relação ao produto; assim, quanto maior for a expectativa criada pelo consumidor, maior a probabilidade de se optar pela compra e/ou consumo do produto (Carillo et al., 2012).

Estudos prévios já identificaram a influência desses fatores em diferentes produtos. Em iogurtes funcionais, por exemplo, preço, marca e alegações de saúde exerceram forte influência sobre a escolha do consumidor (Ares et al., 2010). Já para cafés gelados, preço, tipo de café, valor calórico e país de origem foram os fatores que mais exerceram influência sobre a escolha do consumidor (Asioli et al., 2014). Romano et al. (2015), por sua vez, evidenciaram que para suco de frutas obtidos por uma nova tecnologia de processamento (alta pressão hidrostática), fatores como a informação sobre os efeitos benéficos do produto devido à presença de antioxidantes e o uso da tecnologia de processamento como aliada na maior conservação dos nutrientes e características sensoriais, foram percebidos como positivo, aumentando a aceitação e a intenção de compra pelos consumidores.

Tendo em vista estas considerações, o presente trabalho teve como objetivos (i) desenvolver e avaliar a aceitação sensorial de duas barras alimentícias proteicas, nutricionalmente balanceadas, a partir de matérias-primas de diferentes custos (barra de alto custo – AC e barra de baixo custo – BC); e (ii) estudar a influência de informações não sensoriais (valor nutricional, lista de ingredientes e preço) e de comportamento de compra do consumidor (determinantes de compra, estilo de vida, hábitos de consumo de alimentos e de leitura de rótulos), sobre a aceitação e a preferência das barras desenvolvidas.

2.0 Material e Métodos

2.1 Elaboração das barras alimentícias fontes de proteínas

Foram elaboradas duas barras alimentícias fontes de proteínas: BC (baixo custo), composta por ingredientes economicamente mais acessíveis, tendo como base os preços de comercialização no mercado brasileiro; e AC (alto custo), composta por ingredientes

de alto custo, em sua maioria importados pelo mercado brasileiro. Os ingredientes utilizados para elaboração de cada uma destas barras e suas quantidades na formulação são descritos na Tabela 1.

Tabela 1. Ingredientes utilizados para elaboração das barras alimentícias de proteína de baixo custo (BC) e de alto custo (AC), em 100g de produto.

Barra de baixo custo (BC)		Barra de alto custo (AC)	
Ingrediente	Quantidade (g/ml)	Ingrediente	Quantidade (g/ml)
Ameixa preta desidratada	27,0	<i>Cranberry</i> desidratado	26,5
Concentrado proteico de soro de leite - 80%	17,0	Concentrado proteico de soro de leite - 80%	16,5
Amendoim torrado	14,0	Amêndoa torrada	14,0
Uvas passas	14,0	Damasco desidratado	14,0
Leite em pó desnatado	11,5	Leite em pó desnatado	11,0
Aveia em flocos finos	6,0	Aveia em flocos finos	5,5
Água	3,0	Água	5,0
Semente de linhaça marrom	3,0	Semente de chia	3,0
Tâmara seca sem caroço	3,0	Tâmara seca sem caroço	3,0
Cacau em pó	1,5	Cacau em pó	1,5

Para o preparo das barras, inicialmente todos os ingredientes foram pesados. A tâmara foi picada e, assim como as sementes, hidratadas separadamente com água potável (suficiente para cobrir a superfície); a amêndoa e o amendoim foram triturados, separadamente, em multiprocessador, durante 30 segundos. O damasco, o *cranberry*, as passas e a ameixa foram picados em pequenos pedaços, manualmente. Por fim, todos os ingredientes de cada barra, foram colocados em multiprocessador por 1 minuto e a massa resultante foi moldada e cortada em porções de 10g e envolvidas em papel alumínio, as quais foram utilizadas nas análises sensoriais.

Durante o preparo das amostras das barras de proteínas, foram tomados todos os cuidados higiênicos previstos pela legislação (Brasil, 2004). As amostras foram preparadas no dia anterior à realização dos testes e armazenadas em geladeira à 4°C até o momento dos testes sensoriais.

A análise da composição química de ambas as barras foi realizada em estudo prévio (dados não publicados), e está apresentada na Tabela 2.

Tabela 2. Composição nutricional das barras de baixo custo (BC) e de alto custo (AC) por porção (34g).

Composição nutricional	Barra de baixo custo (BC)		Barra de alto custo (AC)	
	Quantidade	%VD*	Quantidade	%VD*
Valor energético	88Kcal = 397KJ	5%	89Kcal = 372KJ	5%
Carboidrato	10,1	4%	10,4	5%
Proteínas	7,4	10%	7,0	10%
Gorduras totais	1,9	3%	2,1	4%
Gordura saturada	0,5	2%	0,3	1%
Gordura trans	0	**	0	**
Fibra alimentar	5,6	10%	6,6	10%
Sódio	0,20	0%	0,24	0%

* % Valores Diários de Referência com base em uma dieta de 2000kcal ou 8400KJ.

** Valores diários não estabelecidos

2.2 Análise sensorial

O presente trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (COEP) da Universidade Federal de Lavras, conforme registro CAAE 54726716.0.0000.5148, n° do parecer 1.563.498.

2.2.1 Teste de aceitação sensorial sem informação

Para avaliar a aceitação sensorial das barras BC e AC, foi realizado o teste de aceitação sensorial, no laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Ciência dos Alimentos – UFLA, Brasil.

Participaram dos testes 104 voluntários consumidores habituais de barras alimentícias, recrutados na UFLA, os quais incluíram funcionários, alunos de graduação e pós-graduação. Antes de iniciar os testes, foi solicitado aos avaliadores que lessem e assinassem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

As duas amostras foram codificadas com três número aleatórios, servidas em ordem balanceada e de forma monádica, em recipientes plásticos e livres de odores. Juntamente com as amostras foi servido água para que os provadores limpassem o palato entre as amostras. Os testes foram realizados em cabines individuais sob luz branca.

Os voluntários avaliaram as amostras quanto à aceitação em relação aos atributos sensoriais: aroma, aparência, sabor e textura. Avaliou-se também a aceitação das amostras

em relação à impressão global. Para tanto, os mesmos utilizaram a escala hedônica estruturada de nove pontos de Stone & Sidel (2004).

2.2.2 Estudo da influência de variáveis não sensoriais e de comportamento de compra do consumidor

Para avaliar a influência de informações externas (valor nutricional, lista de ingredientes e preço) na aceitação sensorial das barras alimentícias, e dos hábitos e comportamentos durante a compra e consumo de alimentos, foi realizado, sete dias após o teste de aceitação sensorial sem informação, o teste de aceitação sensorial com informação. Para tanto, foram seguidos os mesmos procedimentos descritos anteriormente para preparo e armazenamento das amostras.

O teste foi realizado sob as mesmas condições do teste de aceitação sem informação, como descrito anteriormente, mas não com os mesmos provadores. Além das amostras, os provadores receberam também, para cada barra, um cartão com as seguintes informações: valor nutricional, lista de ingredientes e preço, de cada uma das barras (Figura 1). Os mesmos foram identificados com o mesmo código atribuído à amostra à qual as informações se referiam.

AMOSTRA A

Informação nutricional Porção de 34g (1 barra)

Quantidade por porção	% VD (*)	
Valor energético	89Kcal = 372KJ	5%
Carboidratos	10,4	5%
Proteínas	7,0	10%
Gorduras totais	2,1	4%
Gordura saturada	0,3	1%
Gordura trans	0	**
Fibra alimentar	6,6	10%
Sódio	0,24mg	0%

* % Valores Diários de Referência com base em uma dieta de 2000kcal ou 8400KJ.

** Valores diários não estabelecidos

Ingredientes

Cranberry desidratado, concentrado proteico de soro de leite (80%), damasco desidratado, amêndoa torrada, leite em pó desnatado, flocos finos de aveia, chia, tâmara desidratada e cacau em pó puro.

PREÇO: 2,10

AMOSTRA B

Informação nutricional Porção de 34g (1 barra)

Quantidade por porção	% VD (*)	
Valor energético	88Kcal = 397KJ	5%
Carboidratos	10,1	4%
Proteínas	7,4	10%
Gorduras totais	1,9	3%
Gordura saturada	0,5	2%
Gordura trans	0g	**
Fibra alimentar	5,6	10%
Sódio	0,20	0%

* % Valores Diários de Referência com base em uma dieta de 2000kcal ou 8400KJ.

** Valores diários não estabelecidos

Ingredientes

Ameixa preta desidratada, concentrado proteico de soro de leite (80%), uvas passas, amendoim torrado, leite em pó desnatado, aveia em flocos finos, semente de linhaça marrom, tâmara desidratada e cacau em pó puro.

PREÇO: 1,00

Figura 1. Cartões que acompanharam as amostras de barras de proteína de alto custo (Amostra A) e de baixo custo (Amostra B).

Os provadores foram orientados que, após lida as informações e provadas as amostras, os mesmos avaliassem os atributos sensoriais: aroma, aparência, sabor e textura, e a impressão global, utilizando a escala hedônica estruturada de nove pontos de Stone & Sidel, (2004).

Nesta etapa, os provadores também deveriam indicar, mediante circulação na ficha de avaliação, o código referente à amostra preferida. Além disso, os provadores foram orientados a classificar qual o grau de importância dos fatores: aspectos sensoriais, ingredientes, valor nutricional e preço na escolha da barra preferida, utilizando, para tanto, uma escala de grau de importância de cinco pontos ancorados em: “pouco importante” (escore 1) a “muito importante” (escore 5).

Por fim, os provadores receberam um questionário estruturado objetivando avaliar seus hábitos de vida, comportamentos durante a compra e consumo de alimentos e motivos para compra de barras alimentícias em geral, por meio de escala de importância de 5 pontos ancorados em: “pouco importante” (escore 1) a “muito importante” (escore 5). O hábito de leitura das informações nutricionais e dos apelos nutricionais e de saúde em rótulos de alimentos, foi avaliado por meio da indicação da frequência de leitura dessas informações utilizando uma escala de 5 pontos, variando de nunca observo (escore 1) a sempre observo (escore 5).

2.3 Análises estatísticas

Os dados do teste de aceitação sem informação e com informação foram comparados por teste t para identificar possíveis diferenças entre as notas médias dadas para cada atributo. O nível de significância foi definido como $p < 0,05$. Mapas de preferência interno com os atributos sensoriais avaliados foram gerados para os testes de aceitação com informação e sem informação. O software RStudio (RStudio, Inc Versão 1.1.463) foi utilizado para esta análise.

Os dados do teste de preferência e do questionário sobre hábitos e comportamentos durante a compra e consumo de alimentos, foram utilizados para segmentação dos consumidores por meio da análise de cluster. Esta análise buscou

identificar possíveis diferenças entre os grupos quanto à preferência pelas barras de alto e baixo custo, tendo em vista as respostas subjetivas de cada consumidor.

A análise seguiu as seguintes etapas: análise de segmentação hierárquica utilizando as variáveis sociodemográficas de gênero, idade, renda e escolaridade (estágio I); o procedimento *k-means* foi realizado para os centróides dos clusters hierárquicos para identificar 2-3 clusters (estágio II). A solução de 2 clusters foi selecionada como mais apropriada para discussão por demonstrar a maior correção entre os membros obtidos pela segmentação hierárquica e *k-means*.

O perfil destes clusters foi traçado por uma sequência de análises de correlações cruzadas com os resultados do teste de preferência e do questionário sobre hábitos e comportamentos durante a compra e consumo de alimentos. A significância destas correlações foi determinada pelo teste de qui-quadrado, tendo como nível de significância $p < 0,05$. O software SPSS Statistics (IBM SPSS Statistics para Windows, Versão 22.0, Armonk, NY: IBM Corp) foi utilizado para esta análise.

3.0 Resultados e Discussão

3.1 Teste de aceitação sensorial

Para o teste de aceitação sensorial sem informação foram recrutados 104 voluntários, sendo 64 indivíduos do sexo feminino e 40 do masculino, com média de idade de 22 anos, sendo em sua maioria estudantes de graduação. Para o teste de aceitação sensorial com informação, participaram 100 voluntários, sendo 60 do sexo feminino e 40 do masculino, com média de idade de 23 anos, sendo em sua maioria alunos de graduação.

As médias das notas obtidas para cada um dos atributos sensoriais e para impressão global das amostras de barras BC e AC sem informação e com informações (composição nutricional, lista de ingredientes e preço), são apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3. Médias das notas obtidas para os atributos sensoriais e impressão global de barras alimentícias de proteína de baixo custo (BC) e alto custo (AC).

Atributo	Teste sem informação (n = 100)		Teste com informação (n = 104)	
	BC	AC	BC	AC
Aparência	7,11	6,84	7,07	7,24
Aroma	6,84*	7,64*	7,55	7,16
Textura	7,44	7,29	7,28	7,37
Sabor	7,01	7,33	7,29	7,34
Impressão global	7,22	7,32	7,41	7,40

BC: Barra de baixo custo; AC: Barra de alto custo

* Médias estatisticamente diferentes ($p < 0,05$) pelo test t.

Verificou-se que no teste sem informação, as barras BC e AC receberam notas estatisticamente iguais para todos os atributos avaliados, com exceção do quesito aroma, tendo a barra AC recebido média superior (7,64) à obtida pela barra BC (6,84). Dessa forma, observou-se que ambas as barras foram bem aceitas (médias de impressão global maiores que 7,0) e que a troca dos ingredientes de alto custo pelos de baixo custo, mesmo que não declarada, não comprometeu a aceitação sensorial das barras.

A mesma tendência foi mantida no teste de aceitação sensorial com informação, isto é, ambas as barras foram bem aceitas e a presença da tabela nutricional, lista de ingredientes e preço não alterou significativamente a aceitação de ambas as barras.

Ao se comparar as notas obtidas para cada barra em ambos os testes, também se verificou que não houve diferença estatística entre as médias obtidas, ou seja, as

informações externas avaliadas não influenciaram na nota atribuída aos aspectos sensoriais e impressão global, e conseqüentemente, na aceitação sensorial das barras.

Os mapas de preferência interno para o teste sem informação (Figura 2A) e com informação (Figura 2B) reforçam estes resultados, uma vez que houve distribuição homogênea de consumidores, sendo esta distribuição próxima aos vetores (atributos), o que indica que houve aceitação das barras por parte dos consumidores em ambas as situações, reforçando a evidência de que a aceitação não foi alterada quando os consumidores provaram as amostras com informações sobre composição nutricional, lista de ingredientes e preço. Os componentes explicaram 75,91% e 71,87% da variabilidade dos dados, respectivamente.

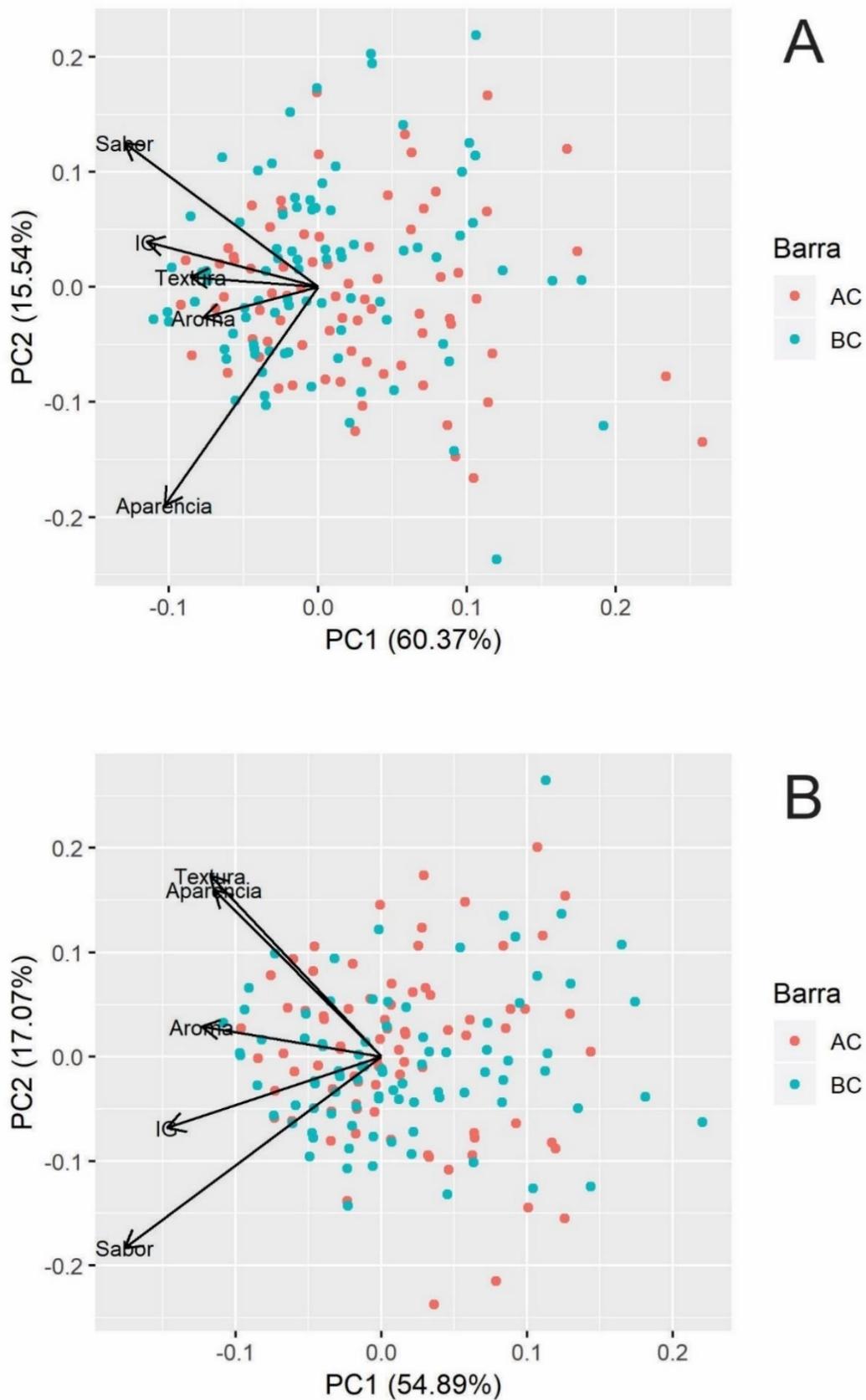


Figura 2. Mapa de preferência interno das notas de aceitação para cada um dos atributos testados na análise sensorial de barras alimentícias de proteína de baixo custo (BC) e alto custo (AC): teste sem informação (A) e teste com informação (B).

Os dados de preferência e de intenção de compra no teste com informação, indicaram que não houve diferença estatística nas escolhas pelas barras de BC e AC ($p = 0,150$ para preferência e $p = 0,946$ para intenção de compra; qui-quadrado). Enquanto 50,96% dos provadores preferiram a barra BC, 49,04% preferiram a barra AC. A intenção de compra foi elevada para ambas as barras, sendo que a maioria dos provadores afirmaram que provavelmente ou certamente comprariam as barras.

Por meio da segmentação dos consumidores, pôde-se caracterizar dois clusters que se diferenciaram quanto à frequência de prática de atividade física, consumo de frutas e hortaliças, frequência de leitura da tabela nutricional, alegações nutricionais e alegações de saúde (Tabela 4), e quanto ao grau de importância quanto aos motivos determinantes para escolha de barras alimentícias (Tabela 5).

Tabela 4. Caracterização dos provedores quanto ao estilo de vida e hábitos alimentares, entre os diferentes clusters.

Variável	p*	Cluster 1 “Mais Saudável” (n = 31)		Cluster 2 “Menos Saudável” (n = 72)	
		N	%	n	%
		<p>Frequência que pratica atividade física</p> <p>todos os dias</p> <p>6 x por semana</p> <p>5 x por semana</p> <p>4 x por semana</p> <p>3 x por semana</p> <p>2 x por semana</p> <p>1 x por semana</p> <p>< de 1 x por semana</p> <p>Consumo de frutas</p> <p>4 x por dia ou mais</p> <p>3 x por dia</p> <p>2 x por dia</p> <p>1 x por dia</p> <p>< 1 x por dia</p> <p>não consome</p> <p>Consumo de hortaliças</p> <p>4 x por dia ou mais</p> <p>3 x por dia</p> <p>2 x por dia</p> <p>1 x por dia</p> <p>< 1 x por dia</p> <p>não consome</p> <p>Leitura da tabela nutricional</p> <p>sempre lê</p> <p>frequentemente lê</p> <p>as vezes lê</p> <p>raramente lê</p> <p>não lê</p> <p>Leitura de alegações nutricionais</p> <p>sempre lê</p> <p>frequentemente lê</p> <p>as vezes lê</p> <p>raramente lê</p> <p>não lê</p> <p>Leitura de alegações nutricionais</p> <p>sempre lê</p> <p>frequentemente lê</p> <p>as vezes lê</p> <p>raramente lê</p> <p>não lê</p>	<p>0,019</p> <p>0,000</p> <p>0,002</p> <p>0,000</p> <p>0,000</p> <p>0,000</p>	<p>3</p> <p>4</p> <p>3</p> <p>6</p> <p>6</p> <p>3</p> <p>1</p> <p>5</p> <p>5</p> <p>11</p> <p>10</p> <p>4</p> <p>1</p> <p>0</p> <p>3</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>20</p> <p>6</p> <p>1</p> <p>0</p> <p>16</p> <p>12</p> <p>3</p> <p>0</p> <p>0</p> <p>19</p> <p>11</p> <p>1</p> <p>0</p> <p>0</p> <p>16</p> <p>11</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>0</p>	<p>9,68</p> <p>12,90</p> <p>9,68</p> <p>19,35</p> <p>19,35</p> <p>9,68</p> <p>3,23</p> <p>16,13</p> <p>16,13</p> <p>35,48</p> <p>32,26</p> <p>12,90</p> <p>3,23</p> <p>0,00</p> <p>9,68</p> <p>3,23</p> <p>64,52</p> <p>19,35</p> <p>3,23</p> <p>0,00</p> <p>51,61</p> <p>38,71</p> <p>9,68</p> <p>0,00</p> <p>0,00</p> <p>61,29</p> <p>35,48</p> <p>3,23</p> <p>0,00</p> <p>0,00</p> <p>51,61</p> <p>35,48</p> <p>6,45</p> <p>6,45</p> <p>0,00</p>

* Diferenças significativas pelo teste de qui-quadrado, $p < 0,05$

Tabela 5. Grau de importância quanto aos motivos determinantes para escolha de barras alimentícias, entre os diferentes clusters.

Variável	p*	Cluster 1 “Mais Saudável” (n = 31)		Cluster 2 “Menos Saudável” (n = 72)		
		N	%	n	%	
Valor nutricional	0,002					
		Pouco importante	0	0,00	1	1,39
		Ligeiramente importante	0	0,00	11	15,28
		Indiferente	0	0,00	15	20,83
		Importante	11	35,48	22	30,56
		Muito importante	20	64,52	23	31,94
Sabor	0,533					
		Pouco importante	0	0,00	0	0,00
		Ligeiramente importante	1	3,23	1	1,39
		Indiferente	1	3,23	2	2,78
		Importante	12	38,71	19	26,39
		Muito importante	17	54,84	50	69,44
Praticidade	0,556					
		Pouco importante	0	0,00	1	1,39
		Ligeiramente importante	1	3,23	4	5,56
		Indiferente	3	9,68	11	15,28
		Importante	12	38,71	33	45,83
		Muito importante	15	48,39	23	31,94
Preço	0,155					
		Pouco importante	0	0,00	2	2,78
		Ligeiramente importante	0	0,00	5	6,94
		Indiferente	2	6,45	7	9,72
		Importante	10	32,26	31	43,06
		Muito importante	19	61,29	27	37,50
Lista de ingredientes	0,391					
		Pouco importante	1	3,23	1	1,39
		Ligeiramente importante	2	6,45	6	8,33
		Indiferente	4	12,90	9	12,50
		Importante	9	29,03	34	47,22
		Muito importante	15	48,39	22	30,56

* Diferenças significativas pelo teste de qui-quadrado, $p < 0,05$

A partir desta segmentação, pôde-se evidenciar que os hábitos e comportamentos alimentares de compra e de consumo foram variáveis entre os dois clusters. Sendo assim, nomeou-se o Cluster 1 como “Mais Saudável” por incluírem consumidores mais preocupados com a saúde (maior frequência de prática de atividade física, consumo mais frequente de frutas e hortaliças) e com a composição nutricional dos alimentos que compra e consome (maior frequência de leitura das informações disponibilizadas no rótulo) ($p < 0,05$; Tabela 4). Este Cluster também se caracterizou pela maior proporção de consumidores que consideram o valor nutricional dos alimentos como importante ou muito importante no momento da compra de barras alimentícias ($p < 0,05$; Tabela 5). O Cluster 2, por outro lado, nomeado como “Menos Saudável” incluiu consumidores com

menor preocupação com a saúde e com a composição nutricional dos alimentos que compra e consome (Tabela 4; Tabela 5).

Com esta segmentação, o grau de importância quanto aos motivos determinantes para escolha da barra preferida (BC ou AC) foi avaliado (Tabela 6). Estes dados puderam evidenciar que a lista de ingredientes e o valor nutricional da barra foram fatores considerados importantes ou muito importantes para a escolha por uma das barras pelos consumidores do Cluster 1 (“Mais Saudável”) ($p < 0,05$). Este grau de importância não foi notado na mesma intensidade pelos consumidores do Cluster 2 (“Menos Saudável”). No entanto, estes fatores não impactaram na preferência pela barra BC ou AC.

Tabela 6. Grau de importância quanto aos motivos determinantes para escolha da barra preferida (alto custo ou baixo custo), entre os diferentes clusters.

Variável	p*	Cluster 1		Cluster 2		
		Mais Saudável (n = 31)		Menos Saudável (n = 72)		
		N	%	n	%	
Aspectos sensoriais	0,086	Pouco importante	1	3,23	0	0,00
		Ligeiramente importante	2	6,45	1	1,39
		Indiferente	2	6,45	1	1,39
		Importante	7	22,58	29	40,28
		Muito importante	19	61,29	41	56,94
Lista de ingredientes	0,001	Pouco importante	0	0,00	2	2,78
		Ligeiramente importante	0	0,00	8	11,11
		Indiferente	2	6,45	12	16,67
		Importante	10	32,26	35	48,61
		Muito importante	19	61,29	15	20,83
Valor nutricional	0,002	Pouco importante	0	0,00	0	0,00
		Ligeiramente importante	0	0,00	8	11,11
		Indiferente	1	3,23	19	26,39
		Importante	11	35,48	24	33,33
		Muito importante	19	61,29	21	29,17
Preço	0,391	Pouco importante	1	3,23	1	1,39
		Ligeiramente importante	2	6,45	6	8,33
		Indiferente	4	12,90	9	12,50
		Importante	9	29,03	34	47,22
		Muito importante	15	48,39	22	30,56

* Diferenças significativas pelo teste de qui-quadrado, $p < 0,05$

Assim, pôde-se constatar que, apesar dos motivos pela preferência por uma das barras (BC ou AC) serem diferentes entre os dois segmentos de consumidores, as preferências foram semelhantes, independente das informações sobre informação nutricional, lista de ingredientes e preço disponibilizadas. Isso reforça a evidência de que,

para as barras de proteínas desenvolvidas no presente estudo, as variáveis sensoriais são determinantes para aceitação das mesmas, independente da composição, do valor nutricional e do preço.

Esse resultado corrobora o estudo de Estima et al. (2009), no qual foi feita uma revisão de literatura sobre os fatores determinantes do consumo alimentar, e verificaram que o sabor e os outros aspectos sensoriais são os principais fatores que movem a escolha dos seres humanos pelos alimentos, independentemente da sua condição econômica, sendo um dos fatores menos negociáveis na escolha e compra dos alimentos.

Cabe ressaltar, no entanto, que o grupo de provadores se caracterizou, em sua maioria, por jovens universitários, o que pode ter contribuído para estes resultados. Apesar de informações como o valor nutricional e os apelos nutricionais e de saúde poderem auxiliar à população na escolha de alimentos saudáveis e adequados à alimentação, elas não receberam a importância que é necessária na escolha dos produtos. Esse fato muitas vezes é justificado pela falta de compreensão por parte dos consumidores de como utilizar essas informações, ou, principalmente no caso de jovens, por não se preocuparem com os prejuízos à saúde associados a alimentação inadequada, por acreditarem estarem imunes a esses prejuízos pelo simples fato de serem jovens.

De fato, grupos jovens são menos influenciáveis por informações nutricionais por não possuírem maturidade suficiente para mudar suas ações frente a essas informações e por se considerarem menos susceptíveis aos problemas de saúde relacionado à alimentação (Endrizzi et al. 2015).

Bendino et al. (2012) avaliando a importância que os consumidores atribuíam às informações presentes nos rótulos, incluindo a informação nutricional verificaram que 76% dos consumidores não consideram importante consultar às informações nutricionais e mais da metade disseram que não deixariam de comprar um alimento após a leitura da informação nutricional. Os itens sódio e fibra alimentar foram citados como os menos importantes.

Além da composição nutricional, os apelos nutricionais e de saúde também são ferramentas que podem auxiliar o consumidor a fazerem escolhas mais saudáveis. Entretanto, ainda não são exploradas pela maioria dos consumidores.

No estudo de Cavaliere et al. (2015) foi avaliado o perfil dos consumidores interessados nas alegações nutricionais e nas de saúde. Foi verificado que as alegações nutricionais são mais valorizadas pelas mulheres, pelas famílias com crianças pequenas e por aqueles que possuem maior conhecimento nutricional. Já para as alegações de saúde,

foi observado que as mesmas são de maior interesse pelos idosos, provavelmente por reconhecerem suas condições de maior vulnerabilidade, pelas pessoas de baixa renda e que possuem menor percepção de saúde.

No estudo citado acima também foi verificado que o interesse pelos jovens em relação às alegações de saúde foi menor em relação às alegações nutricionais, fato esse provavelmente associado a baixa percepção dos riscos à saúde associado a dieta. Esse resultado vai de encontro ao do presente estudo, visto que as alegações de saúde tiveram menor porcentagem para o quesito “muito importante” comparado às nutricionais.

Dessa forma é necessário trabalhar a compreensão e a importância da informação nutricional, bem como dos apelos nutricionais e de saúde, como ferramentas auxiliares na escolha de alimentos mais saudáveis. Portanto, ações de educação alimentar e nutricional com crianças, adolescentes e adultos em escolas, instituições públicas e nos meios de comunicação, representam oportunidades para escolhas mais saudáveis, o que contribuirá para uma melhor qualidade da alimentação e no futuro refletir na redução da incidência de obesidade e das DCNT.

Conclusão

As barras alimentícias proteicas de diferentes custos desenvolvidas foram sensorialmente aceitas pelos consumidores. Fatores sensoriais foram os determinantes para aceitação, tanto no teste sem informação quanto no teste com informação sobre composição nutricional, lista de ingredientes e preço das barras. A preferência também não foi diferente diante estas informações.

A segmentação dos consumidores em dois clusters, indicou, no entanto, que os motivos para escolha de uma das barras como preferida foram diferentes para o grupo de consumidores mais preocupados com a saúde, ou seja, aqueles que tinham hábitos de vida mais saudáveis e se preocupavam mais com os alimentos que compram e consomem. Para eles, os motivos de escolha e intenção de se justificaram pelas informações nutricionais e pelos ingredientes da composição, o que não foi tão evidente para o segundo grupo de consumidores que não são tão preocupados com a saúde.

Apesar do preço ter sido um motivo importante ou muito importante para a preferência em ambos os segmentos, este não influenciou nas notas de aceitação, na intenção de compra e na escolha por uma das barras como preferida. Cabe ressaltar, no

entanto, que o grupo de provadores se caracterizou, em sua maioria, por jovens universitários, o que pode ter contribuído para estes resultados.

Juntos, estes resultados demonstram a viabilidade de se desenvolver barras alimentícias de proteínas à base de ingredientes saudáveis, que alie praticidade, conveniência e baixo custo, sendo inclusive uma opção acessível para a população de baixa renda e uma alternativa para incentivar a redução no consumo de alimentos ultraprocessados.

Referências

- Appeltt, P. et al. (2015), “Development and characterization of cereal bars made with flour of jaboticaba peel and okara”, *Acta Scientiarum. Technology*, Vol. 37 No. 1, pp. 117-122.
- Ares, G. (2010), “Influence of three non-sensory factors on consumer choice of functional yogurts over regular ones”, *Food Quality Preference*, Vol. 21, pp. 361-367.
- Asioli, D. (2014), “Consumer preferences for iced coffee determined by conjoint analysis: An exploratory study with Norwegian consumers. *International Journal of Food Science & Technology*, Vol. 49, pp. 1565-1571.
- Bendino, N. I. et al. (2012), “Avaliação do conhecimento e dificuldades de consumidores frequentadores de supermercado convencional em relação à rotulagem de alimentos e informação nutricional”, *Journal of the Health Science Institute*, Vol. 30 No 3, pp. 261-265.
- Bezerra, C. C. e Macêdo, E. M. C. (2013), “Consumo de suplementos a base de proteína e o conhecimento sobre alimentos protéicos por praticantes de musculação”. *Revista Brasileira de Nutrição Esportiva*, Vol. 7 No. 40, pp. 224- 232.
- Boluda-Kuster, I. and Capill-Vidal, I. (2017), “Consumer attitudes in the election of functional La actitud del consumidor en la elección de alimentos funcionales”, *Spanish Journal of Marketing*, Vol. 21, pp. 65-79.
- Brasil. RDC ANVISA nº 216, de 15 de setembro de 2004. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 16 de setembro de 2004.
- Bruce, A. S. et al. (2015), “Apples or candy? Internal and external influences on children's food choices”, *Appetite*, Vol. 93, pp. 31-34.
- Bruce, A. S. et al. (2016), “The Influence of Televised Food Commercials on Children's Food Choices: Evidence from Ventromedial Prefrontal Cortex Activations”, *The Journal Pediatrics*, Vol. 177, pp. 27-3.

- Carrillo, E. et al (2012), “Effects of food package information and sensory characteristics on the perception of healthiness and the acceptability of enriched biscuits”, *Food Research International*, Vol. 48 No. 1, pp. 209–216.
- Cavaliere, A. et al. (2015), “Nutrition and health claims: Who is interested? An empirical analysis of consumer preferences in Italy”, *Food Quality and Preference*, Vol. 41, pp. 44-51.
- Childs, J. L. et al. (2008), “Consumer perception of whey and soy protein in meal replacement products”, *Journal of Sensory Studies*, Vol. 23, pp. 320-329.
- Endrizzi, I. et al. (2015), “A conjoint study on apple acceptability: Sensory characteristics and nutritional information”, *Food Quality and Preference*, Vol. 40, pp. 39-48.
- Estima, C. C. P. et al. (2009). “Fatores determinantes de consumo alimentar: por que os indivíduos comem o que comem?” *Revista Brasileira de Nutrição Clínica*, Vol. 24 No 4, pp. 263-268.
- Haraguchi, F. K. et al. (2006), “Proteínas do soro do leite: composição, propriedades nutricionais, aplicações no esporte e benefícios para a saúde humana”, *Revista de Nutrição*, Vol.19 No. 4, pp. 479-488.
- Kaur, A. et al. (2016), “The nutritional quality of foods carrying health-related claims in Germany, The Netherlands, Spain, Slovenia and the United Kingdom”, *European Journal of Clinical Nutrition*, Vol. 70, pp. 1388-1395.
- Loveday, S. M. et al. (2009), “Physicochemical changes in a model protein bar during storage”, *Food Research International*, Vol. 41 No7, pp. 798-806.
- Moran, A. J. et al. (2019), “What factors influence ultra-processed food purchases and consumption in households with children? A comparison between participants and non-participants in the Supplemental Nutrition Assistance Program (SNAP)”. *Appetite*, Vol. 134 No. 1, pp. 1-8.
- Rolim, A. (2007), “Ação das misturas de suplementos protéicos pós exercício de força para o ganho de massa muscular: estudo de caso”, *Revista Brasileira de Nutrição Esportiva*, Vol. 1 No. 6, pp. 11-22.
- Romano, K. R. (2015), “How do Brazilian consumers perceive a non-traditional and innovative fruit juice? An approach looking at the packaging”, *Food Research International*, Vol. 74, pp. 123-130.
- Stone, H. e Sidel, J. L. (2004), “Descriptive Analysis”. In: Stone, H. e SideL, J. L. *Sensory evaluation practices*. San Diego: Elsevier Academic Press, pp. 215-235.
- Torres-Moreno et al. (2012), “Influence of label information on dark chocolate acceptability”, *Appetite*, Vol. 58 No. 2, pp. 665-671.

Yezzi, B. (2018), “A força do mercado de barras”, disponível em: <https://gramkow.com.br/pt/artigos/a-forca-do-mercado-de-barras> (acessado 02 January 2019).

ANEXO 1 Aprovação do Comitê de Ética

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
LAVRAS



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Alternativas para o desenvolvimento de produtos funcionais com melhor eficácia e baixo custo

Pesquisador: Rafaela Corêa Pereira

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 54726716.0.0000.5148

Instituição Proponente: Universidade Federal de Lavras

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.563.498

Apresentação do Projeto:

No presente estudo é proposto o desenvolvimento e a caracterização de uma barra de proteína à base de concentrado proteico de soro de leite incorporada de β -caroteno e polidextrose como ingredientes funcionais, que atenda aos requisitos nutricionais citados. A aceitação do produto desenvolvido será avaliada por meio de estudo com consumidores utilizando-se a análise conjunta de fatores e teste sensorial de aceitação. Além disso, tendo em vista a limitação de dados clínicos que avaliam as propriedades funcionais de alimentos incorporados desses ingredientes bioativos, em especial sobre indivíduos obesos, o presente estudo propõe avaliar a capacidade antioxidante e de modulação de biomarcadores de inflamação das barras desenvolvidas in vivo, por meio de estudo clínico com indivíduos obesos.

Objetivo da Pesquisa:

Desenvolver uma barra de proteína à base de concentrado proteico de soro de leite incorporada de β -caroteno e polidextrose como ingredientes funcionais, avaliar o produto quanto aos seus aspectos sensoriais de aceitação, e verificar a capacidade antioxidante e de modulação de biomarcadores de inflamação do produto in vivo, por meio de estudo clínico randomizado cruzado com indivíduos obesos.

Endereço: Campus Universitário Cx Postal 3037
Bairro: PIRACIOPÉ CEP: 37.200-000
UF: MG Município: LAVRAS
Telefone: (35)3825-5182 E-mail: coep@nirtec.ufes.br

Continuação do Parecer: 1.503.490

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos e benefícios bem apresentados.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa exequível e de importância científica e clínica.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os documentos obrigatórios foram apresentados.

Recomendações:

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

A pesquisadora atendeu a todas as exigências éticas conforme resolução 466/2012 do CNS. Além disso, está claro na metodologia do projeto a necessidade de dois TCLEs. O comitê lamenta o parecer anterior e as consequências provindas deste.

Considerações Finais a critério do CEP:

Ao Final do experimento o pesquisador deverá enviar relatório final, indicando ocorrências e efeitos adversos quando houver.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_680954.pdf	22/05/2016 13:58:13		Aceito
Outros	Carta_COEP.pdf	22/05/2016 13:56:37	Rafaela Comêa Pereira	Aceito
Outros	Comentarios_Eticos.docx	22/03/2016 14:28:16	Rafaela Comêa Pereira	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_EC.docx	22/03/2016 14:29:54	Rafaela Comêa Pereira	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_A3.docx	22/03/2016 14:29:44	Rafaela Comêa Pereira	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_COEP.docx	22/03/2016 14:29:30	Rafaela Comêa Pereira	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Autorizacao_DNP.pdf	22/03/2016 14:29:05	Rafaela Comêa Pereira	Aceito

Endereço: Campus Universitário Cx Postal 3037
Bairro: FISP/COEP CEP: 37.200-000
UF: MG Município: LAVRAS
Telefone: (35)3329-5182 E-mail: coep@nintec.ufa.br

Continuação do Parecer: 1.563.496

Declaração de Instituição e Infraestrutura	Autorizacao_AG.pdf	22/03/2016 14:28:51	Rafaela Corrêa Pereira	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_Rosto.pdf	22/03/2016 13:01:32	Rafaela Corrêa Pereira	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Aprovação da CONEP:

Não

LAVRAS, 29 de Maio de 2016

Assinado por:

Giancarla Aparecida Botelho Santos
(Coordenador)

Endereço: Campus Universitário Cx Postal 3037
Bairro: PRP/COEP CEP: 37.200-000
UF: MG Município: LAVRAS
Telefone: (35)3329-5182 E-mail: coep@nintec.ufa.br