



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS

AFRA MARIA DO CARMO BANDEIRA DO NASCIMENTO

DESENVOLVIMENTO DE BARRA PROTEICA DE PÓLEN APÍCOLA E
GERGELIM COM POTENCIAL ANTIOXIDANTE

FORTALEZA - CE

2015

AFRA MARIA DO CARMO BANDEIRA DO NASCIMENTO

DESENVOLVIMENTO DE BARRA PROTEICA DE PÓLEN APÍCOLA E GERGELIM
COM POTENCIAL ANTIOXIDANTE

Dissertação submetida à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Prof^ª Dra. Maria do Carmo Passos Rodrigues.

FORTALEZA - CE

2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

-
- N193d Nascimento, Afra Maria do Carmo Bandeira do.
Desenvolvimento de barra proteica de pólen apícola e gergelim com potencial antioxidante /
Afra Maria do Carmo Bandeira do Nascimento. – 2015.
105 f. : il., color. ; 30 cm.
- Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias,
Departamento de Tecnologia de Alimentos, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de
Alimentos, Fortaleza, 2015.
Área de Concentração: Ciência e Tecnologia de Alimentos.
Orientação: Profa. Dra. Maria do Carmo Passos Rodrigues.
1. Alimentos - Análise. 2. Análise sensorial. 3. Desenvolvimento de produto. I. Título.

AFRA MARIA DO CARMO BANDEIRA DO NASCIMENTO

DESENVOLVIMENTO DE BARRA PROTEICA DE PÓLEN APÍCOLA E GERGELIM
COM POTENCIAL ANTIOXIDANTE

Dissertação submetida à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Aprovada em: 26/03/2015

BANCA EXAMINADORA

Maria do Carmo Passos Rodrigues (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dorasílvia Ferreira Pontes (Membro)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Sílvia Maria de Freitas (Membro)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sua infinita bondade permitindo-me resistir a todas as dificuldades sem sucumbir a nenhuma, mesmo as mais dolorosas, sendo minha fonte de inspiração, especialmente na fase final;

À Universidade Federal do Ceará, especificamente ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia por representar a oportunidade que eu precisava para atingir mais um estrato da minha jornada acadêmica;

À professora Maria do Carmo que acreditou e confiou em minha competência e pela orientação fundamental para a execução do trabalho;

À minha família, meus pais Raimunda e Anísio e irmã Simone que sempre foram meu suporte, que me fizeram querer evoluir sempre, a querer ir mais longe, acatando as minhas decisões; e aos demais familiares que sempre se alegraram sinceramente com as minhas conquistas e me ajudaram direta e indiretamente;

Ao Romério, meu noivo, pela paciência e tolerância, pelo seu amor e apoio em todos os momentos difíceis pelos quais passei e por sempre me impulsionar a correr atrás dos meus sonhos acima de qualquer coisa, mas sem deixar de viver;

Às minhas amigas queridas: Mariana de Moraes, que sempre foi ouvido para minhas lamentações e complicações, me prestando seu apoio e seus conselhos sábios; Luanne Moraes, que se não fosse seu incentivo eu não estaria aqui; Elaine Almeida e Áfia Almeida, que o destino tratou de nos juntar tornando nossa jornada menos solitária, amigas que levarei comigo mesmo estando cada uma em um local distinto;

Aos amigos que encontrei no laboratório de Análise Sensorial, muito mais que colaboradores foram parceiros: Thaynara, Bruno, Vanderson, Igor, Vandira, que sempre esteve disposta a me ajudar, e Patrick;

Ao Instituto Federal do Piauí, *campus* Angical, que flexibilizou horários em solidariedade à minha correria e pela liberação para conclusão do mestrado;

Aos professores Alessandro Lima e Cláudia Inês que me ajudaram no desenvolvimento do meu trabalho, com análises que não estavam disponíveis no departamento; bem como a Elisa Pereira Queiroz, por ter colaborado na leitura das minhas lâminas de pólen; Ao Jurandy Silva e Manoel Marques, técnicos dos laboratórios do IFPI, pela ajuda na execução das análises fitoquímicas e físico-químicas;

Ao professor Bartolomeu e às técnicas do laboratório da Engenharia de Pesca Cintia e Irene, pela assistência com algumas análises importantes para o trabalho;

À Sônia Coelho, que me deu suporte com análises as quais foram imprescindíveis para o desenvolvimento do meu projeto;

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação que compartilharam do seu conhecimento, contribuindo para o meu aperfeiçoamento;

Enfim, a todos que direta ou indiretamente ajudaram na execução do meu projeto e mais que isso, do meu sonho.

RESUMO

O pólen apícola é o produto da aglutinação do pólen de flores com a saliva de abelhas operárias. Sua composição varia conforme a origem botânica tanto entre regiões distintas como na mesma região. O gergelim é uma oleaginosa usada para fins alimentícios desde tempos antigos tanto para a produção de óleos e farinhas. Ambos os produtos apresentam alto teor proteico, que pode ser aproveitado na alimentação humana como ingrediente de produto alimentício. Objetivou-se elaborar uma barra proteica inovadora à base de pólen apícola e gergelim utilizando planejamento experimental e metodologia de superfície de resposta. Foram realizados testes físico-químicos, fitoquímicos, no pólen, e microbiológicos, no pólen e no gergelim, e testes sensoriais afetivos: escala hedônica, teste do ideal para doçura e crocância, e intenção de compra. As análises físico-químicas e microbiológicas foram satisfatórias, com resultados dentro dos limites estabelecidos, exceto para umidade, porém o valor de atividade de água foi baixo o suficiente para prevenir alterações no produto; o resultado da análise microbiológica é a garantia de consumo seguro desses produtos. A quantificação de bioativos demonstrou alto teor de compostos fenólicos e elevado poder de proteção a agentes oxidantes. Os resultados sensoriais apontaram para a boa aceitação da textura e da aparência, tendo o sabor alcançado o menor valor de aceitação, não havendo diferença significativa entre os atributos avaliados. A partir da atitude de compra selecionou-se a formulação seis dentre as doze para ser submetida a um novo teste de aceitação (impressão global, sabor e textura) e de atitude de compra, em duas versões: com e sem cobertura de chocolate, em paralelo à barra proteica comercial. Este produto inovador apresenta potencial de consumo, por apresentar benefícios à saúde conferidos tanto por gergelim quanto pelo pólen e mel. Há viabilidade de aproveitamento do pólen para elaboração de barras alimentares, pois é um produto de elevado valor nutricional, dispondo de todos os macronutrientes fundamentais para as atividades vitais do indivíduo.

Palavras-chave: Análise sensorial. Desenvolvimento de produtos. Produtos apícolas. Gergelim. Compostos fenólicos.

ABSTRACT

The bee pollen is the product of assemblage of flower pollen with the saliva of worker bees. Its composition varies according to the botanical origin both as between different regions in the same region. The sesame is an oil used for food purposes since ancient times both for the production of oil and flour. Both products have a high protein content, that can be used as food and food product ingredient. The objective was to achieve an innovative protein bar on the bee pollen base and sesame using experimental design and response surface methodology. Physical and chemical tests were conducted phytochemicals, pollen, and microbiological, pollen and sesame, and affective sensory tests: hedonic scale test ideal for sweetness and crispness, and purchase intent. The physico-chemical and microbiological analyzes were satisfactory, with results within the limits set except for moisture, but the value of water activity was low enough to prevent changes to the product; the results of microbiological analysis is to guarantee safe consumption of these products. The quantification of bioactive showed high content of phenolic compounds and high power of the oxidizing agents protection. Sensory results showed good acceptance of texture and appearance, and flavor achieved the lowest acceptance, with no significant difference between the evaluated attributes. From the purchase of selected attitude to formulating six of the twelve to undergo a new acceptance test (overall impression, taste and texture) and buying attitude in two versions: with and without chocolate coating in Commercial bar parallel to the protein. This innovative product has the potential consumption, due to its health benefits conferred by both sesame as the pollen and honey. There pollen utilization feasibility for preparing food bars because it is a high nutritional value product, featuring all the key macronutrient for the vital activities of the individual.

Keywords: Sensory analysis. Product development. Bee products. Sesame. Phenolic compounds.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01	Estrutura da semente integral do gergelim: (rad) radícula, (t) tegumento, (end) endosperma e (cot) cotilédones	25
Figura 02	Unidade de beneficiamento do pólen do Assentamento Vassouras – PI..	34
Figura 03	Estufa de secagem e pólen apícola desidratado.....	35
Figura 04	Gergelim torrado e embalado à vácuo em embalagens laminadas	35
Figura 05	Determinação de umidade. Determinação de umidade	37
Figura 06	Analizador de atividade de água	37
Figura 07	Determinação de lipídeos: separação das fases lipofílica e hidrofílica....	38
Figura 08	Determinação de açúcares totais no pólen.....	39
Figura 09	pHmetro de bancada	39
Figura 10	Obtenção dos extratos aquoso e etanólico pelos dois sistemas: (a) direto e (b) ultrassom	41
Figura 11	Curva de calibração de ácido gálico (mg.mL ⁻¹) a 720 nm	42
Figura 12	Fluxograma de processamento da barra alimentar com pólen apícola e gergelim	43
Figura 13	Barra alimentar de pólen apícola com gergelim: produto moldado; cortado; embalagens unitárias; visão geral das formulações	44
Figura 14	Disposição das amostras em blocos incompletos	46
Figura 15	Barras proteicas servidas aos provadores	47
Figura 16	Tipos polínicos obtidos da acetólise do pólen: identificação botânica. (Escala 50µm)	48
Figura 17	Concentração de compostos fenólicos nos extratos de pólen apícola	57
Figura 18	Locais de consumo de barras alimentares	60
Figura 19	Hábitos de consumidor: leitura e conhecimento	62
Figura 20	Faixa etária e Grau de instrução dos provadores	63
Figura 21	Opinião sobre a saudabilidade de barras alimentares	64
Figura 22	Momentos em que costuma consumir barra alimentar	64
Figura 23	Motivação para consumo de barras alimentares	65
Figura 24	Frequência de consumo de barras alimentares e ingredientes da barra elaborada informada pelos provadores	66
Figura 25	Grau de gostar de barras alimentares e ingredientes da barra elaborada informada pelos provadores	67
Figura 26	Superfície de resposta para aceitação da aparência dos produtos	68
Figura 27	Superfície de resposta para aceitação da textura dos produtos	69
Figura 28	Superfície de resposta para aceitação do aroma dos produtos	71
Figura 29	Superfície de resposta para aceitação do sabor dos produtos	72
Figura 30	Superfície de resposta para impressão global dos produtos	73
Figura 31	Comparativo entre os atributos mais preferidos	73
Figura 32	Comparativo entre os atributos menos preferidos	74
Figura 33	Distribuição das notas da escala do ideal para as doze formulações em relação à crocância	76
Figura 34	Distribuição das notas da escala do ideal para as doze formulações em relação à doçura	77
Figura 35	Distribuição geral das notas de atitude de compra entre as amostras	78
Figura 36	Superfície de resposta para atitude de compra	79
Figura 37	Respostas para frequência de consumo de barras proteicas	80

Figura 38	Respostas para o grau de gostar de barras proteicas	80
Figura 39	Respostas para o tipo de barra proteica consumida.....	81

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Composição geral e de aminoácidos essenciais do pólen apícola desidratado em porção de 100g	17
Tabela 2	Limites estabelecidos pela legislação brasileira para a composição centesimal do pólen apícola desidratado	18
Tabela 3	Padrões de qualidade microbiológica das sementes de gergelim adotados pelo mercado.....	26
Tabela 4	Composição química, mineralógica e de vitaminas por 100g de parte comestível.....	26
Tabela 05	Matriz do planejamento experimental	45
Tabela 06	Composição bromatológica e mineralógica do pólen desidratado	50
Tabela 07	Resultados das análises microbiológicas do pólen apícola	54
Tabela 08	Valores médios das concentrações de compostos fenólicos nos extratos.....	58
Tabela 09	Atividade de proteção dos extratos pelos métodos ABTS e DPPH	59
Tabela 10	Resumo da significância dos resultados dos testes para os termos dos modelos analisados, Teste da falta de ajuste e teste de Bartlett, para os atributos.....	67
Tabela 11	Análise de variância para o ajuste do modelo de superfície de resposta do atributo Aparência	68
Tabela 12	Médias do atributo aparência para as formulações contendo gergelim e pólen.....	68
Tabela 13	Análise de variância para o ajuste do modelo de superfície de resposta do atributo textura.....	69
Tabela 14	Médias do atributo textura para as formulações contendo gergelim e pólen.....	69
Tabela 15	Análise de variância para o ajuste do modelo de superfície de resposta do atributo aroma	70
Tabela 16	Médias do atributo aroma para as formulações contendo gergelim e pólen.	70
Tabela 17	Análise de variância para o ajuste do modelo de superfície de resposta do atributo sabor	71
Tabela 18	Médias do atributo sabor para as formulações contendo gergelim e pólen..	71
Tabela 19	Análise de variância para o ajuste do modelo de superfície de resposta do atributo impressão global	72
Tabela 20	Médias do atributo impressão global para as formulações contendo gergelim e pólen.....	72
Tabela 21	Intensidade da crocância da barra expressa em porcentagem de respostas na escala do ideal	74
Tabela 22	Análise de variância para o ajuste do modelo de superfície de resposta do atributo crocância	75
Tabela 23	Intensidade de doçura da barra expressa em porcentagem de respostas na escala do ideal	76
Tabela 24	Análise de variância para o ajuste do modelo de superfície de resposta do atributo doçura	76
Tabela 25	Análise de variância para o ajuste do modelo de superfície de resposta do atributo atitude de compra	78
Tabela 26	Médias de aceitação sensorial das barras proteicas.....	81
Tabela 27	Composição de proteínas em 100g de barra protéica	82

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1	Pólen apícola	16
2.1.1	<i>Composição química do pólen apícola</i>	16
2.1.2	<i>Perfil antioxidante do pólen apícola</i>	18
2.1.3	<i>Benefícios do pólen apícola</i>	19
2.1.4	<i>Beneficiamento, alterações e utilização do pólen apícola</i>	21
2.2	Gergelim	23
2.2.1	<i>Características gerais e produção</i>	23
2.2.2	<i>Beneficiamento do gergelim</i>	24
2.2.3	<i>Composição química</i>	26
2.2.4	<i>Benefícios e usos de semente de gergelim</i>	28
2.3	Barras alimentares	29
2.3.1	<i>Barras alimentares de matérias-primas não convencionais</i>	30
2.4	Análise Sensorial	30
2.4.1	<i>Testes afetivos ou subjetivos</i>	30
2.4.1.1	<i>Testes qualitativos</i>	31
2.4.1.2	<i>Testes quantitativos</i>	31
2.5	Planejamento experimental fatorial	32
3	MATERIAL E MÉTODOS	34
3.1	Obtenção das matérias primas e caracterização da origem	34
3.2	Caracterização palinológica do pólen apícola	35
3.3	Caracterização físico-química e química do pólen apícola	36
3.3.1	<i>Umidade</i>	36
3.3.2	<i>Atividade de água</i>	37
3.3.3	<i>Resíduo fixo mineral (cinzas)</i>	37
3.3.4	<i>Proteína total</i>	38
3.3.5	<i>Extrato etéreo (lipídeos)</i>	38
3.3.6	<i>Carboidratos totais</i>	39
3.3.7	<i>pH</i>	39
3.4	Avaliação microbiológica das matérias primas	40

3.5 Compostos bioativos do pólen apícola	40
3.5.1 <i>Preparação dos extratos</i>	40
3.5.2 <i>Quantificação dos compostos fenólicos</i>	41
3.5.4 <i>Método de sequestro do radical livre ABTS^{•+}</i>	43
3.6 Processamento das formulações	43
3.7 Planejamento experimental	45
3.7 Análise sensorial	45
3.7.1 <i>Pesquisa qualitativa: Grupo de foco</i>	45
3.7.2 <i>Pesquisa quantitativa: Testes afetivos de aceitação, idealidade e atitude de compra</i>	46
3.8 Análise estatística	47
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
4.1 Caracterização palinológica do pólen apícola.....	48
4.2 Análises Físico-Químicas e Químicas do Pólen Apícola	50
4.3 Análise Microbiológica do pólen apícola e do gergelim	54
4.4 Perfil Antioxidante.....	57
4.5 Avaliação sensorial das barras	60
4.5.1 <i>Pesquisa qualitativa: Grupo de foco</i>	60
4.5.2 <i>Pesquisa quantitativa: Teste de Aceitação</i>	63
4.5.2.1 Caracterização dos provadores	63
4.5.2.2 Teste de aceitação.....	67
4.5.2.3 Teste do ideal	74
4.5.2.4 Atitude de compra	77
4.5.2.5 Teste de aceitação da formulação selecionada.....	79
5. CONCLUSÃO.....	84
REFERÊNCIAS	85
APÊNDICES	96
ANEXO	106

1 INTRODUÇÃO

A população moderna tem buscado hábitos alimentares que lhe garanta longevidade e atendimento de suas necessidades nutricionais e funcionais. A partir disso, as indústrias alimentícias têm sido direcionadas para o desenvolvimento de produtos diferenciados, associando as características sensoriais desejáveis para um dado alimento aos benefícios adquiridos com o seu consumo, tais como: deter sabor agradável e reduzido valor calórico; menor teor de açúcar e mais fibras, mantendo a mesma consistência ou aparência; ou seja, alimentos elaborados em função de demandas específicas.

A prática da atividade física por grande parcela da população juntamente com alimentação equilibrada ou rica em nutrientes-chave, como a proteína, consiste em um meio para alcançar uma estrutura física desejada. Para atender a esses objetivos, tem-se utilizado de combinações de elementos naturais com suplementos sintéticos. Contudo, existem várias fontes naturais de proteínas que são pouco exploradas, como é o caso do pólen apícola.

O pólen apícola é o resultado da aglutinação do pólen das flores, realizada por abelhas operárias, envolvendo néctar e suas substâncias salivares, o qual é recolhido na entrada da colmeia (BRASIL, 2001a). Vários estudos versam sobre a sua caracterização físico-química, porém poucas pesquisas têm sido feitas para o desenvolvimento de produtos para alimentação humana.

Vincenzi (2004) fez uma revisão sobre os benefícios conferidos pelo pólen ao organismo humano, a citar: age como estimulante biológico de diferentes funções orgânicas; atua como revitalizante, estimula o apetite e a capacidade intelectual; favorece o aumento da taxa de hemoglobina, atuando de forma benéfica em casos de anemia, particularmente em crianças, pela presença de ferro e vitamina B₆; favorece a recuperação de pessoas que passaram por algum procedimento médico, tal como cirurgia; e apresenta capacidade de retardar o envelhecimento.

Há indícios de que o pólen aumenta a taxa de conversão de alimentos e, por isso, tem sido usado como suplemento alimentar por atletas; em casos de crescimento retardado; na senilidade e astenia (VINCENZI, 2004).

Além disso, Hervatin (2009) citou a composição nutricional determinada por Schmidt, onde somente o teor de proteínas correspondeu a mais de 23% do pólen, havendo a possibilidade de chegar à faixa de 27%, e que quase metade da fração proteica encontra-se na forma de aminoácidos livres.

O gergelim também se constitui em excelente fonte de proteínas, rico em gorduras monoinsaturadas e poli-insaturadas, e com grande concentração de fibras (TACO, 2011), e atualmente tem sido explorado pelo seu potencial de aumentar a imunidade do organismo humano, principalmente por centros especializados no tratamento de pessoas com câncer.

Observa-se que a utilização do pólen apícola como ingrediente para a elaboração de produtos alimentícios associados a gergelim, apresenta um grande potencial industrial devido às inúmeras propriedades já notificadas em estudos: presença de compostos antioxidantes, proteínas com significativo valor biológico, aporte considerável de carboidratos, minerais, vitaminas e baixo teor lipídico, ou seja, um elemento que apresenta características aplicáveis tanto por ser fornecedor de energia como de proteínas.

Uma maneira de utilização viável destas matérias primas é como ingredientes em produtos alimentícios de consumo usual, como barras alimentares, representando lanche prático, rápido e fornecedor de nutrientes, além de ser de fácil aquisição e conservação, bem como mantém a visão de um produto saudável e natural.

A disponibilidade do pólen *in natura* torna o processo de elaboração mais controlável em virtude das suas condições de beneficiamento se tornarem conhecidas, facilitando o controle de reações que poderiam causar perda de compostos voláteis e degradação de nutrientes, como é o caso da reação de Maillard, no processo de desidratação. Campos et al. (2003) explicitaram que à medida que o pólen envelhece, perde suas propriedades antioxidantes.

Desta forma, no presente trabalho, objetivou-se elaborar uma barra proteica inovadora à base de pólen apícola e gergelim utilizando planejamento experimental e metodologia de superfície de resposta.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Pólen apícola

O pólen é o gameta de reprodução masculino coletado por abelhas dos estames de flores gimnospermas e angiospermas para servir de alimento para as larvas no estágio de desenvolvimento e para a produção de geleia real (YANG *et al.*, 2013). Nesse processo de coleta, o pólen é misturado com néctar e secreções das glândulas hipofaríngeas, como as enzimas α e β -glicosidase (CARPES *et al.*, 2007), as quais fazem parte do processo de elaboração do mel.

O Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento define pólen apícola como resultado da aglutinação do pólen das flores, efetuada pelas abelhas operárias, mediante néctar e suas substâncias salivares, o qual é recolhido na entrada da colmeia (BRASIL, 2001a).

A produção mundial de pólen apícola é de aproximadamente 1500 toneladas por ano, sendo o maior produtor mundial a Espanha, seguindo-se a China, Austrália e da Argentina (ESTEVINHO *et al.*, 2012).

2.1.1 Composição química do pólen apícola

Ele contém substâncias nutricionalmente essenciais como carboidratos, proteínas, aminoácidos livres, lipídios, vitaminas, substâncias minerais e oligoelementos, bem como quantidades significativas de substâncias polifenólicas, principalmente flavonoides (KROYER, HEGEDUS, 2001).

O pólen contém 30% a 40% de três tipos de açúcares: glicose, frutose e dextrina. São excelentes para os que necessitam de energia prontamente disponível, pela rápida absorção dos açúcares simples. O pólen tem ainda celulose, a fibra com estrutura química de carboidrato que estimula o funcionamento intestinal (VINCENZI, 2004).

Além de açúcares, contém 7,4% de umidade; aproximadamente 20 a 30% de proteínas; 6% de lipídios; e 2,2% de cinzas, mais as vitaminas, os minerais e os carotenoides (ALMEIDA-MURADIAN *et al.*, 2005). Prolina, ácido aspártico, fenilalanina e ácido glutâmico são os aminoácidos primários do pólen apícola (GONZÁLEZ *et al.*, 2006).

Arruda (2009) cita outros trabalhos para informar sobre a composição em ácidos graxos que estão presentes no pólen, em que os principais são o mirístico, oléico, esteárico e o palmítico. Enfatiza que todos os aminoácidos essenciais estão presentes no pólen sendo a

prolina o mais abundante e que além de vitaminas e minerais (K, Na, Ca, Mg, P, S, traços de Al, B, Cl, Cu, I, Fe, Mn, Ni, Si, Ti e Zn), encontram-se enzimas, terpenos, ácidos nucleicos e reguladores de crescimento.

O pólen é um dos poucos alimentos de origem vegetal que garante todos os aminoácidos essenciais à dieta humana. Entretanto, como a quantidade ingerida é pequena, há necessidade de uma dieta complementar para suprir as demandas quali e quantitativas (VINCENZI, 2004). A Tabela 1 contém a composição química do pólen em linhas gerais desenhada por Vincenzi (2004):

Tabela 1: Composição geral e de aminoácidos essenciais do pólen apícola desidratado em porção de 100g

COMPOSIÇÃO GERAL	CONCENTRAÇÃO (g/100g)	AMINOÁCIDOS ESSENCIAIS	CONCENTRAÇÃO
Proteína bruta	10 a 33	Arginina	4,4 a 5,7
Lipídeos	1 a 14	Histidina	2,0 a 3,5
Carboidratos	30 a 40	Isoleucina	4,5 a 5,8
Cinzas	2 a 7	Leucina	6,7 a 7,5
Água	5 a 10	Lisina	5,9 a 7,0
Minerais	1 a 7	Metionina	1,7 a 2,4
		Fenilalanina	3,7 a 4,4
		Triptofano	1,2 a 1,6
		Treonina	2,3 a 4,0
		Valina	5,8 a 6,0

Fonte: VICENZI, 2004.

O pólen é rico em sais minerais (cálcio, cobre, ferro, magnésio, iodo, selênio, estrôncio, estanho, boro, flúor, fósforo, potássio, enxofre, alumínio, manganês, e zinco) e vitaminas (A, do complexo B, C, D, E), além de ser uma fonte preciosa de oligominerais (cobalto, níquel, silício, titânio, etc.) com mais de vinte elementos (RIBEIRO, SILVA, 2007). Além desses elementos, possui vitaminas antioxidantes (β -caroteno como pró-vitamina A). (FERREIRA, 2012).

Modro *et al.* (2007) avaliaram a influência da origem botânica sobre a composição centesimal do pólen apícola coletado em dois apiários de Minas Gerais. Os autores observaram que a composição nutricional do pólen apresentou correlação com a predominância de tipos polínicos específicos. Entretanto, essas associações diferiram nos dois apiários estudados, revelando o efeito da diversidade botânica sobre a composição do produto.

Estudando o pólen brasileiro produzido na região de Botucatu (SP), Funari *et al.* (2003) observaram a variação da sua composição bromatológica ao longo de quatro meses e verificaram que as amostras coletadas em outubro apresentaram as maiores concentrações de proteína bruta em relação aos outros meses.

Para ser comercializado no Brasil, o pólen apícola deve apresentar os seguintes requisitos físico-químicos: umidade máxima de 30% para o pólen fresco; açúcares totais de 14,5% a 55,0%; fibra bruta mínimo de 2% e pH de 4 a 6 (BRASIL, 2001a), as demais informações encontram-se expostas na Tabela 2, composta por Martins (2010) a fim de montar um padrão para pólen desidratado:

Tabela 2: Limites estabelecidos pela legislação brasileira para a composição centesimal do pólen apícola desidratado:

Requisitos	Critérios gerais de qualidade (CAMPOS <i>et. al.</i> , 2008)	Especificação Brasileira (MAPA, 2001)
Umidade	Máximo de 6-8%	Máximo de 4%
Proteínas	Mínimo de 15%; m/m	Mínimo de 8%; m/m (base seca)
Lipídeos	Mínimo de 1,5%;m/m	Mínimo de 1,8%; m/m (base seca)
Cinzas	Não mais de 6%; m/m	Máximo de 4%; m/m (base seca)
Acidez	-----	Máximo 300 mEq/Kg; m/m

Fonte: MARTINS, 2010.

Além do Brasil, França, Espanha, Suíça e Argentina dispõem de padrão de identidade e qualidade para o pólen por considerá-lo legalmente como complemento alimentar, determinando os limites para os parâmetros de qualidade (ARRUDA, 2009).

2.1.2 Perfil antioxidante do pólen apícola

Frigerio (2009), em seu estudo sobre a bioatividade do pólen apícola, citou trabalhos sobre o efeito de extratos de pólen apícola de *Eucalyptus globulus* e de *Salix atrocinerea* em ratos, cujos resultados mostraram que ambas as espécies têm propriedades antidiarréicas, reduzindo em cerca de 30% os excrementos diarreicos. Este estudo concluiu que a atividade antidiarréica do pólen apícola das espécies testadas pode ser devida aos constituintes polifenólicos, especialmente à quercetina e seus derivados, embora outros compostos possam ter um papel nesta atividade e ser também responsáveis pelas diferenças nos resultados.

Nos produtos apícolas os flavonoides comumente encontrados são o canferol, miricetina, quercetina, isoramnetina e a galangina que são flavonóis; rutina, canferide, apigenina, acacetina e crisina que são exemplos de flavonas; naringenina, naringina, pinocebrina e sakuranetina que são flavononas. A maioria dos flavonoides presente no pólen encontra-se ligada a um açúcar por ligação semiacetil. Os compostos fenólicos livres são

chamados de agliconas e aparecem *in vivo* pela ação das enzimas glicosidases (SERRA BONVEHI *et al.*, 2001).

Ao fazer suas considerações sobre os constituintes do pólen, Menezes (2009) utilizou-se de outras referências para embasar sua afirmação de que dentre os carotenoides encontrados geralmente no pólen apícola são predominantes o α -caroteno e β -caroteno e em menor quantidade criptoxantina, xantofilas e flavoxantina. Ressalta-se que o perfil de flavonoides e fenólicos, tanto em quantidade como em variedade, está diretamente relacionado aos tipos polínicos florais que compõem o pólen de abelha.

Rocha (2013) em sua revisão cita trabalhos de outros autores que identificaram os principais compostos fenólicos presentes no pólen apícola, apontando flavonoides glicosilados e ácidos hidroxicinâmicos. LeBlanc *et al.* (2009) identificou os seguintes compostos fenólicos no pólen apícola dos Estados Unidos: ácidos *p*-hidroxibenzóico, *p*-cumárico, vanílico, gálico e ferúlico.

2.1.3 Benefícios do pólen apícola

Assim como outros produtos de apicultura, o pólen ganhou maior atenção em virtude da potencial aplicação de suas propriedades terapêuticas, anti-bacteriana e antifúngica (GARCÍA *et al.*, 2001), anti-cariogênica (ALMAS *et al.*, 2001) e pelos efeitos imunomoduladores (GEBARA *et al.*, 2002; TOHAMY *et al.*, 2014). Outros incluem a sua utilização em apiterapia e como um alimento funcional devido às propriedades nutricionais do pólen.

O consumo diário recomendado de pólen apícola permeia a faixa de 5 a 25g e seu valor calórico é cerca de 235 a 274 Kcal/100g de amostra (BARRETO *et al.*, 2006 citado por ARRUDA, 2009). Entretanto, Vincenzi (2004) indica que a ingestão diária do pólen não dever ser superior a 15 g, pois um consumo superior a este não resulta em ganhos para o organismo, exceto em casos extremos, como recuperação de uma cirurgia ou um estado de fraqueza crônica, admite-se um consumo superior a 15 g por dia. A recomendação para o consumo de pólen é de 10 g a 15 g por dia para adultos, de 4 g a 6 g por dia para crianças de 3 a 5 anos, de 8 g a 13 g por dia para crianças de 6 a 12 anos e de 20 g até 40 g por dia em caso de enfermidade.

Estima-se que uma suplementação alimentar de 15 g/dia de pólen apícola seja suficiente para nutrir uma pessoa com a quantidade mínima de aminoácidos essenciais (SANTOS, 2011). Aproximadamente 50% das substâncias construtoras contidas no pólen

apícola dispensam a digestão, pois estão na forma de aminoácidos livres e podem ser absorvidas diretamente no intestino (VINCENZI, 2004).

Em virtude dessa composição e da presença de outras substâncias, Neves, Alencar e Carpes (2009) revisaram estudos sobre o uso do pólen que indicaram sua aplicação há muitos anos tanto na medicina tradicional quanto na nutrição suplementar e em dietas alternativas, devido principalmente às suas propriedades nutricionais e benéficas à saúde humana.

Kroyer e Hegedus (2001) referenciaram em seu estudo sobre a atividade antioxidante do pólen apícola, que este pode ser considerado como uma potencial fonte de energia e nutrientes para o ser humano devido à sua composição química, e que nos EUA ele é definido pela Lei de Saúde e Educação Suplemento Dietético de 1994, como suplemento dietético para aumentar a ingestão alimentar total. A atividade antioxidante está relacionada à presença de compostos fenólicos, fato que comprovaram em sua pesquisa, cuja metodologia utilizou a eliminação do DPPH.

Aos flavonoides associados ao pólen apícola, atribuiu-se à quercetina a atividade anti-inflamatória, ao campferol e seus derivados a redução da hiperplasia prostática e à miricetina o combate das alergias (VIT. *et al.*, 2009 citado por ROCHA, 2013).

Para o homem, muitos benefícios são atribuídos ao consumo do pólen, como fortificante e revitalizante do organismo, estimulante e gerador de bem estar e vigor físico, além de corrigir a alimentação deficiente, o que resulta em equilíbrio funcional (KROYER; HEGEDUS, 2001).

Vincenzi (2004) compilou vários benefícios auferidos pelo consumo de pólen apícola: combate a anemia, devido à presença de ferro e vitamina B6; a vitamina B1, niacina e carboidratos diminuem a fadiga e debilidade orgânica; regulador intestinal; agente de prevenção de afecções da próstata; propriedades antibióticas que provém da saliva da abelha e atinge especialmente as salmonelas; inclusive, efeito em tratamentos com indivíduos depressivos e dependentes do álcool.

Martins (2010) em seu estudo também relacionou uma série de benefícios atribuídos ao consumo do pólen apícola, foram eles: capacidade de amenizar os sintomas de hiperplasia prostática benigna e prostatite crônica; melhorar a função hepática; proteger o fígado dos efeitos de irradiação por raios-X e de algumas substâncias tóxicas; diminuir os níveis de lipídeos séricos em animais e em humanos; além de reduzir a formação da placa aterosclerótica induzida experimentalmente em coelhos.

Martín-Muñoz *et al.* (2010) afirmaram que o uso do pólen apícola como suplemento alimentar tem sido recomendado para o tratamento de várias doenças infecciosas e para

doenças alérgicas, mas foi encontrado casos em que ele foi responsável por reações anafiláticas. Isto porque o pólen de abelha é uma mistura heterogênea de polens de plantas de diferentes espécies, e seu papel como desencadeador de crises alérgicas manifestadas após a sua ingestão ou de outros produtos das abelhas tem sido demonstrado quando o fator alergênico compõe o mesmo.

Logo, o pólen apícola, mel, geleia real ou própolis não devem ser utilizados por indivíduos com predisposição alérgica, nomeadamente aqueles com alergia ao pólen, porque é bem sabido que atópicos e asmático pode ser um risco aumentado de reações alérgicas após a ingestão desses produtos.

2.1.4 Beneficiamento, alterações e utilização do pólen apícola

Carpes *et al.* (2007) esclareceram que os grãos de pólen têm características específicas de acordo com as espécies florais ou métodos de cultivo, contudo a qualidade depende do processo de coleta, limpeza, secagem e armazenamento aplicado pelos apicultores, com o objetivo de aumentar o produto vida de prateleira.

Quanto à forma de desidratação do pólen, a fim de verificar qual o melhor método, Ferreira (2012) estudou a desidratação por três métodos distintos: *frost-free*; aplicação de corrente de ar frio; e liofilização. De acordo com os resultados apresentados, a desidratação pela técnica de liofilização mostrou-se mais eficiente na redução da A_w e umidade do pólen, logo apresentou maior concentração de proteínas, lipídios e fibras no produto. Por outro lado a técnica do refrigerador *frost-free* também se mostrou eficiente e mais utilizável pelos apicultores pelo baixo custo de aquisição do equipamento.

No pólen de meliponíneos parece ocorrer uma associação com algumas bactérias, pelo menos para algumas espécies de *Melipona*. Acredita-se que em *Apis mellifera*, a associação de pólen armazenado com microrganismos pode ser responsável pela fermentação ou pré-digestão dos produtos armazenados, assim estes processos ajudam na melhoria da digestibilidade de pólen por meio da produção de algumas enzimas pelos microrganismos. (SILVA; SERRÃO, 2000).

Segundo os mesmos autores, esta associação pode contribuir ao agregar ao pólen certas propriedades organolépticas, que são específicos para cada espécie de abelha. Entre outros fatores, tais microrganismos podem produzir substâncias químicas como os ácidos graxos e antibióticos que inibem organismos concorrentes e contribuem para a melhoria preservação deste produto.

Campos *et al.* (2003), investigaram o envelhecimento do pólen apícola e a influência desse fator na capacidade de eliminação de radicais livres, verificaram que esta pode diminuir

até 50% durante o primeiro ano se as condições de armazenagem não forem ideais. O ambiente deve ser seco, frio e escuro para ser considerados como as condições normais a preservar o pólen de abelha, como de costume para esse tipo de produto.

O pólen apícola, bem como outros alimentos ricos em proteínas, pode perder facilmente o seu valor nutricional se armazenado de forma inadequada. O pólen fresco à temperatura ambiente perde em poucos dias a sua qualidade. Congelado, as perdas começam a ser significativas após um ano. Porém, se for desidratado a menos 10% de umidade, este produto pode ser conservado por meses à temperatura ambiente, protegido da luz. Assim, ambientes secos, frios e escuros são considerados ideais para o armazenamento do pólen apícola, de modo a conservar o seu valor nutricional (ROCHA, 2013).

Sobre a vida de prateleira do pólen apícola desidratado, Barreto *et al.* (2006) concluíram que é variável conforme a temperatura de armazenamento e que análises físico-químicas devem ser realizadas em paralelo com as organolépticas, pois estas indicaram que aos 240 dias de armazenamento a temperatura média de 25°C o grão estaria impróprio para consumo em virtude de seu escurecimento e amargor, ao passo em que quando submetidas à temperatura de congelamento o produto apresentou aceitação até os 360 dias.

Hervatin (2009) em seu trabalho de avaliação de polens desidratados sugeriu a consideração das análises de bolores e leveduras, excluídos pela Legislação do MAPA específica para o produto, pois a partir dos resultados obtidos com as análises microbiológicas do pólen na forma *in natura* e desidratado, além das amostras comerciais do Estado de São Paulo, concluiu que a microbiota natural do pólen é composta por fungos, coliformes totais e bactérias esporulantes mesófilas como o *Bacillus cereus*.

Isto porque, o processo de desidratação do pólen apícola não atinge temperatura suficiente para reduzir a população de bolores e leveduras da microbiota natural deste produto. A higienização do material e utensílios usados deve ser realizada de forma constante e rigorosa. A época do ano em que o pólen é produzido também é um dos interferentes para contaminação principalmente por bolores e leveduras, pois quanto mais tempo este alimento fica exposto maior a probabilidade de contaminação estes microrganismos.

Roldán *et al.* (2011) fizeram um estudo sobre a adição de pólen ao hidromel e os resultados obtidos mostraram que o pólen pode ser um bom e apropriado ativador de fermentação alcoólica na produção de hidromel, isto porque a adição melhora a cinética de fermentação e as características físico-químicas e organolépticas do hidromel.

2.2 Gergelim

2.2.1 Características gerais e produção

O gergelim (*Sesamum indicum* L.) pertence à família Pedaliaceae que é constituída por 16 gêneros e 60 espécies encontradas em áreas tropicais e subtropicais (CADWELL, 1958 citado por CALVETTE *et al.*, 1993), dicotiledônea diploide. Suas sementes apresentam tamanho reduzido, forma achatada e coloração variando do branco ao preto. Seu cultivo é estimulado pelo óleo extraído de suas sementes, cujos teores e qualidades de óleo e torta são superiores aos de outras oleaginosas, como soja e girassol (BELTRÃO *et al.*, 2013)

É uma planta anual, dependendo da cultivar, de altura variável entre 0,5 e 3 m, caule ereto, com ou sem ramificações, com ou sem pêlos e de secção quadrangular ou cilíndrica, folhas pecioladas, pubescente, flores completas e axilares, gamopétalas e zigomorfas. O fruto é uma baga alongada com pelugem contendo sementes, que são óvulos fertilizados e desenvolvidos, são pequenas havendo mais de 20 por lóculo do fruto (FIGUEIRÊDO, 2008).

Esta espécie oleaginosa tem sua origem atribuída entre os continentes africano e asiático, e se adaptou às condições semiáridas do Nordeste brasileiro por apresentar elevada tolerância à seca, rusticidade e facilidade de cultivo. Apesar de ser utilizada para consumo humano há muito tempo, sua exploração ainda é feita por pequenos e médios produtores, cuja produção é consumida normalmente em nível das fazendas na forma de doces e farinhas (ARRIEL, DANTAS, 2000).

Na Índia, o gergelim é conhecido desde a antiguidade sendo utilizado em cerimônias religiosas. A cultura cresce bem em diferentes regiões agroclimáticas, e está bem adaptado a diversas rotações, desta forma, ela pode crescer tanto quando expostas a altas temperaturas quanto solo drenado ou irrigado. No entanto, a inundação contínua ou grave seca afeta negativamente a cultura, resultando em baixo rendimento (MENSAH *et al.*, 2009).

Esta capacidade de tolerar à seca é devida ao seu extenso sistema de raízes, porém ainda assim requer umidade adequada para a germinação e crescimento inicial (OPLINGER *et al.*, 2014). Embora seja adaptado a muitos tipos de solo, o gergelim floresce melhor em solos bem drenados e férteis. Suas sementes são protegidas por uma casca fibrosa, que pode ser preto ou castanho esbranquiçado, dependendo da variedade (OGUNGBENLE; ONOGE, 2014).

De acordo com Muhamman e Gungula (2008), os principais problemas identificados no crescimento de gergelim na maioria dos países são a falta de ampla adaptabilidade, a seca,

maturidade não sincronizada, a falta de resposta à aplicação de fertilizantes, ramificação profusa, a falta de retenção de sementes, baixo índice de colheita e susceptibilidade a pragas e patógenos de insetos.

A variação genética sobrevive por caracteres de interesse agrônomico vitais em gergelim, mas sua produção ainda é muito baixo na Índia. Espécies domésticas de gergelim, bem como as espécies selvagens são uma importante fonte de diversidade genética para criadores e formam a espinha dorsal da produção agrícola (BHARATHI *et al.*, 2014).

Preços compensadores, facilidade de cultivo e amplas possibilidades de bons rendimentos, fazem do gergelim uma alternativa importante para minimizar o quadro de carência alimentar e econômica das populações de baixa renda (BARROS; SANTOS, 2002).

A semimecanização da cultura do gergelim é um componente fundamental para os produtores familiares como forma de diminuir os custos de produção e o tempo de execução das atividades em escala comercial para a região do semiárido do Nordeste. Semeadura e colheita são consideradas os maiores gargalos do sistema produtivo do gergelim, em razão de demandarem bastante mão de obra, conseqüentemente, elevando o custo de produção (QUEIROGA *et al.*, 2011).

Para satisfazer as exigências de qualidade do mercado e conseguir melhor preço pelo produto, os grãos de gergelim devem apresentar um padrão de pureza de 99,96 %, livre de agentes externos como areia, restos de folhas e fibras, insetos (QUEIROGA *et al.*, 2008).

2.2.2 Beneficiamento do gergelim

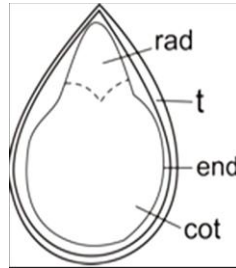
O beneficiamento se inicia com o processo de secagem que se subdivide em secagem inicial, quando cerca de 10% das plantas apresentam-se secas, e tardia, quando toda a plantação já está seca implicando que todas as frutas estão maduras, ao que se segue ao corte. A limpeza das sementes pode ser feita na própria colheitadeira. Com as sementes limpas, segue-se então para o armazenamento (QUEIROGA; ARRIEL; SILVA, 2010).

As etapas de descasque, secagem da semente descascada, extração do óleo e dessolventização, usadas na produção da farinha de gergelim, utilizam calor. O tratamento térmico severo implica na diminuição da qualidade proteica, enquanto que o uso do calor moderado pode aumentar a qualidade nutricional da farinha (CARTER *et al.*, 1961 citado por CALVETTE *et al.*, 1993).

A Figura 01 mostra a composição da semente de gergelim. No processamento dessas sementes geralmente se faz a remoção do tegumento, processo conhecido como

“despeliculação”, pois nele encontram-se os principais fatores antinutricionais e causadores de amargor tanto na semente *in natura* quanto nos produtos gerados a partir dela.

Figura 01: Estrutura da semente integral do gergelim: (rad) radícula, (t) tegumento, (end) endosperma e (cot) cotilédones.



Fonte: QUEIROGA *et al.*, 2010.

O cálcio nas sementes brancas pode ser removido totalmente no processo de despeliculação, este processo é mais valorizado quando realizado em grãos brancos (cultivar BRS Seda) porque a eliminação da película remove o oxalato de cálcio e a fibra não digerível, e conseqüentemente o grão fica mais doce, por perder o gosto amargo que é característico da espécie. Uma vez completado o processo, o produto terá melhor preço no mercado por elevar sua qualidade alimentícia, podendo chegar a duplicar ou triplicar o seu valor em relação às sementes convencionais (QUEIROGA *et al.*, 2010b).

Em sementes de outras cores (cultivar CNPA G4-creme e Preta), o gosto amargo é eliminado parcialmente com a retirada da sua película, pois o oxalato de cálcio está também presente no endosperma das sementes (QUEIROGA *et al.*, 2007).

Para ser armazenada em longo prazo, a semente de gergelim deve estar limpa e com o teor de umidade em torno de 6%, o ambiente controlado com umidade relativa aproximada de 50% e temperatura abaixo de 18°C. Com o controle das condições de armazenamento o gergelim pode ser acondicionado aproximadamente por um ano sem prejuízos da qualidade. Não é permitido realizar o tratamento das sementes de gergelim no armazém misto ou expurgar os produtos com brometo de metila (QUEIROGA; ARRIEL; SILVA, 2010).

As embalagens de armazenamento devem estar livres de inseticidas. A eliminação do ácido oxálico dentro da película ou casca da semente deve ser realizada mediante tratamento a vapor. Não é permitido realizar o tratamento das sementes de gergelim no armazém com brometo de metila ou óxido de etileno nem tampouco o uso de raios ionizados (FAO, 2006 citado por QUEIROGA; ARRIEL; SILVA, 2010).

A caracterização e conservação do germoplasma de gergelim são essenciais para a futura utilização de seus recursos genéticos, pois poderá ajudar na seleção e melhoramento de cultivares resultando em rendimentos de alta qualidade que aumentarão a produção. No

entanto, o desenvolvimento de cultivares melhoradas de plantas é restrito devido, principalmente, à possibilidade limitada de reestruturar a cultura de gergelim (BHARATHI *et al.*, 2014).

A FAO (2006) elaborou uma Tabela com os requisitos de qualidade para as sementes de gergelim a serem adotados pelo mercado, garantindo que não sofra contaminação pós-colheita.

Tabela 3: Padrões de qualidade microbiológica das sementes de gergelim adotados pelo mercado.

MICROORGANISMO	LIMITE
Germes totais	Máximo 10.000/g
Leveduras e mofos	Máximo 500/g
<i>Enterobacteriaceae</i>	Máximo 10/g
<i>Echerichia coli</i>	Não detectável
<i>Staphylococcus aureus</i>	Máximo 100/g
Salmonelas	Não detectável em 25g
Coliformes	Máximo 10/g
Micotoxinas: aflatoxina B1	Máximo 2 µg/kg
Soma das aflatoxinas B1, B2, G1, G2	Máximo 4 µg/kg

Fonte: FAO, 2006 citado por QUEIROGA; ARRIEL; SILVA, 2010.

2.2.3 Composição química

A TACO (2011) apresenta a composição química geral do gergelim, conforme a Tabela 4:

Tabela 4: Composição química, mineralógica e de vitaminas por 100g de parte comestível.

QUÍMICA	MINERAIS (mg)	VITAMINAS (mg)
Umidade (%)	3,9	Cálcio 825
Energia (Kcal)	584	Tiamina 0,94
Proteína (g)	21,2	Magnésio 361
Lipídeos (g)	50,4	Manganês 2,67
Carboidratos (g)	21,6	Niacina 5,92
Fibras (g)	11,9	Fósforo 741
Cinzas (g)	2,9	Ferro 5,4
		Sódio 3
		Potássio 546
		Cobre 1,51
		Zinco 5,2

Fonte: TACO, 2011.

A proteína do gergelim constitui 25% das sementes, com alto teor de metionina, cistina, arginina, leucina, mas deficientes em lisina, treonina, isoleucina e triptofano, quando comparada com o referencial da Food and Agriculture Organization (FAO, 1985). O teor de proteínas pode variar de 17% a 32% dependendo da variedade e de origem da semente, como também varia entre as espécies o teor de aminoácidos, porém não foi encontrada diferença significativa entre a semente branca e preta (FIGUEIREDO, 2008).

Em seu estudo sobre a composição das sementes de gergelim constituídas pela EMBRAPA, Costa *et al.* (2007) informaram que a média geral de proteína em todo o ensaio foi de 23,44%, com máxima de 24,57% e mínima de 21,95%.

As sementes contêm 50% de óleo, a principal razão do seu cultivo, pois se trata de óleo comestível de alta qualidade, rico em ácidos graxos insaturados, como linoleico (37-47%), oleico (35-43%), palmítico (9-11%) esteárico (5-10%) e traços do linolênico (FIGUEIREDO, 2008). O alto conteúdo em óleo é uma característica fundamental para o uso do gergelim como matéria-prima alternativa para as indústrias de óleo (CALVETTE *et al.*, 2011). Também apresenta 40 mg/100g de óleo de vitamina E (SANKAR, 2006).

Outros constituintes do óleo de gergelim são: sesamina, sesamolina e o sesamol. O sesamol com suas propriedades antioxidantes dá ao óleo uma elevada estabilidade. Outra característica peculiar do óleo de gergelim é a sua função de ativador de certas substâncias inseticida, cujos efeitos tóxicos são aumentados em presença do óleo de gergelim. Esta propriedade não foi encontrada em nenhum outro óleo e, no gergelim, é atribuída principalmente a sesamina (COSTA *et al.*, 2007).

A torta resultante da prensagem das sementes possui cerca de 40% de proteínas e 15% de resíduos minerais, constituindo-se em excelente concentrado para alimentação humana e animal (ARRIEL; DANTAS, 2000).

O gergelim creme apresentou maior teor de carboidratos, lipídios e valor calórico, e menor valor de fibra alimentar total e fibra alimentar insolúvel. O gergelim preto apresentou teor duas vezes superior para fibra alimentar total, e aproximadamente três vezes superior para fibra alimentar insolúvel. Em relação aos carboidratos, o gergelim preto apresentou todo o seu conteúdo unicamente na forma de fibra alimentar, principalmente insolúvel (SILVA *et al.*, 2011).

Queiroga *et al.* (2010a), em seu trabalho sobre a composição mineralógica do gergelim de cores variadas, verificaram diferença significativa para alguns minerais, como o Ca e o S que no gergelim preto apresentaram-se em valores superiores aos dos espécimes claros, devido à presença de oxalato de cálcio no endosperma desta oleaginosa que também é responsável pelo amargor percebido nessas sementes.

Sementes de gergelim são uma boa fonte de cobre e cálcio. Apenas um quarto de xícara de sementes de gergelim fornece 74% do valor diário para o cobre, 31,6% do magnésio, e 35,1% do valor diário de cálcio. Também é rica em proteínas, fósforo, ferro e magnésio. As sementes também têm uma boa quantidade de manganês, zinco, vitamina B1, triptofano e fibras dietéticas (SAHA *et al.*, 2014)

2.2.4 Benefícios e usos de semente de gergelim

Os benefícios proporcionados pelo consumo do gergelim têm sido reportados por diversos autores e incluem a melhora da função reprodutiva em decorrência de seus efeitos antioxidantes e do aumento nos níveis de testosterona; o controle glicêmico e do peso corporal; o aumento da atividade de enzimas antioxidantes em condições de estresse oxidativo; a redução do colesterol sérico; e o aumento da capacidade antioxidante na hipercolesterolemia (SILVA *et al.*, 2011).

Sementes de gergelim possuem atividade hipoglicêmica, anticoagulante, antifúngica e hepatoprotetora. Além disso, pode ser usado também para aumento da fertilidade como cataplasma externo, diurético e tônico (HU *et al.*, 2004; LIM *et al.*, 2007).

Bolanle e Israel (2014) em seu estudo sobre a concentração de minerais no fígado e nos rins de ratos com hipercolesterolemia, trataram esses animais com óleo de semente de gergelim e observaram que os níveis dos íons que haviam decrescido retornaram ao normal, especialmente sódio e potássio, reestabelecendo o equilíbrio eletrolítico.

Na indústria alimentar é usado principalmente na panificação, na indústria de biscoitos e doces, e outras aplicações caseiras. Na indústria química o óleo apresenta diversos constituintes secundários de suma importância na definição de suas qualidades, em especial a estabilidade química; pode ser usado na fabricação de margarinas, cosméticos, perfumes, remédios, lubrificantes, sabão, tintas e inseticidas, pois a sesamina tem função de ativador de certas substâncias inseticidas, como a rotenona e a piretina (BARROS *et al.*, 2001 citado por BARROS; SOUSA, 2002).

Os alimentos que são fritos em óleo de semente de gergelim tem uma longa vida de prateleira, pois o óleo contém um anti-oxidante chamado sesamol. O óleo pode ser utilizado no fabrico de sabonetes, tintas, perfumes, produtos farmacêuticos e inseticidas. O óleo obtido a partir das sementes, contém elevado teor de proteína que pode ser utilizado como alimento para aves de capoeira e gado (OGUNGBENLE; ONOGE, 2014).

Figueiredo (2008), trabalhando com intervenção alimentar com farinha desengordurada de gergelim, observou uma redução significativa da glicemia de jejum após 30 dias e do peso após 30 e 60 dias de tratamento em relação ao grupo controle; efeito hipoglicemiante significativo na glicemia pós-prandial no grupo experimental após 60 dias de intervenção em relação à linha de base; e ocorreu redução percentual dos triglicerídeos entre o grupo experimental e o grupo controle após 60 dias de tratamento em relação à linha de base.

Devido à atividade antimicrobiana dos extratos metanólico e aquoso de sementes de *S. Indicum*, são utilizados como medicamento em vários países para vários fins. Saha *et al.* (2014) trabalhando com extratos de sementes de gergelim, verificou que o metanol apresentou boa capacidade de extrair os compostos que detinham propriedades medicinais. Assim, o extrato metanólico gerou excelentes resultados em alguns dos testes, por exemplo, testes de antioxidantes e ensaio de hemaglutinação antimicrobiana. Por outro lado, a água é um solvente moderadamente polar, de modo que o extracto aquoso continha menos compostos, por isso, a maioria das experiências mostrou menor atividade do que o extracto metanólico.

2.3 Barras alimentares

Dentre todos os tipos de barras alimentares disponíveis no mercado, as mais conhecidas são as barras de cereais, que foram introduzidas há cerca de uma década como uma alternativa “saudável” de confeito, quando consumidores se mostravam mais interessados em saúde e dietas (BOWER; WHITTEN, 2000). Alternativa saudável às barras de chocolate, o produto foi direcionado no Brasil inicialmente aos adeptos de esportes radicais e, com o tempo, alcançou aceitação dos demais públicos (FREITAS; MORETTI, 2006).

O desenvolvimento de barras de cereais se justifica pelo constante crescimento no consumo deste produto, devido principalmente à sua conveniência e à associação como alimento saudável (SAMPAIO *et al.*, 2009). Além disso, vários estudos destacam o problema da baixa ingestão de fibras pela população brasileira, sendo, então, a barra de cereais um produto que promoveria o aumento da ingestão de fibras, reduzindo o problema de constipação intestinal em adultos e crianças (MADRUGA *et al.*, 2009; NEUTZLING *et al.*, 2010).

As barras de cereais representam uma alternativa de complemento alimentar à base de carboidratos, proteínas e fibras. São um meio prático e conveniente de ingerir nutrientes, além de serem fáceis de encontrar e transportar (FERREIRA *et al.*, 2007).

A crescente preocupação por uma alimentação saudável que, além de alimentar promova a saúde, coloca alguns alimentos e ingredientes na lista de preferência de um número cada vez maior de consumidores brasileiros, como a soja, lecitina de soja, germen de trigo e antioxidantes (FREITAS; MORETTI, 2006). Pehanich (2003) reportou que barras nutricionais e energéticas vêm ganhando o mercado consumidor nos segmentos “diet”, “para mulheres”, “atletas de fim de semana”, “esportistas”, e outros.

2.3.1 Barras alimentares de matérias-primas não convencionais

Arévalo-Pinedo *et al.* (2013) desenvolveram barra de cereal com farinha da amêndoa de babaçu que apresentou características físico-químicas e nutricionais adequadas dentro da classe de barra de cereais, além de viabilidade sensorial denotando o potencial para lançamento no mercado, tendo em vista sua alta qualidade e estabilidade, representando uma forma de agregar valor econômico a essa matéria prima.

Oliveira *et al.* (2013), desenvolveu uma barra de caju, cujo teste sensorial obteve boa aceitação do produto, bem como o produto apresentou grande probabilidade de ser adquirido pelos provadores. Pelas suas características físico-químicas notou-se que é um alimento seguro microbiologicamente além de possuir alto teor de vitamina C.

Mourão (2008) também desenvolveu uma barra de cereal cuja barra era o pedúnculo do caju, os resultados de estabilidade e aceitabilidade sensorial foram satisfatórios, demonstrando que a utilização desta matéria-prima como base de barra de cereal pode ser além de base uma fonte de fibras, conferindo efeito funcional à barra.

Além da base, pode-se alterar também os agentes ligantes. A utilização de colágeno como agente ligante aumentou a atividade de água, a textura e o teor de proteína das barras de soja. Entretanto, altas concentrações de colágeno (25%) não foram bem aceitas sensorialmente; após 30 dias de armazenamento apenas o atributo textura apresentou diferença significativa entre as barras armazenadas a 25°C e 35°C (MIRANDA *et al.*, 2009).

2.4 Análise Sensorial

Análise sensorial foi definida pela Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT – como a disciplina científica usada para evocar, medir, analisar e interpretar reações das características dos alimentos e materiais como são percebidos pelos sentidos da visão, olfato, audição, tato e gosto (ABNT, 1993).

Mais do que fisiológica, a análise sensorial baseia-se também na percepção psicológica do indivíduo. Ao longo da vida ele vai armazenando na mente as sensações percebidas, as quais sofrem sucessivas modificações. Logo, o grau de apreciação de um produto alimentício está associado a esse processo subjetivo (DUTCOSKY, 2011).

2.4.1 Testes afetivos ou subjetivos

Os testes sensoriais afetivos têm como objetivo conhecer a opinião de determinado grupo de consumidores que são a população alvo do produto de interesse. A opinião pode ser

fornecida por meio de avaliação global ou estar relacionada a determinadas características do produto (CHAVES; SPROSSER, 2001). Esses tipos de testes são usados para medir o quanto se gosta ou desgosta de um determinado produto, ou então a preferência que o consumidor assume sobre um produto em relação ao outro (STONE; SIDEL, 1985).

Testes afetivos também podem ser chamados de testes de consumidores apresentando fundamental importância em diversas etapas associadas ao desenvolvimento de produtos. Na otimização de produtos algumas características destes são melhoradas por meio de alteração no processo de produção ou uso de novos ingredientes. Os testes com consumidores permite verificar como os atributos direcionam a aceitação global no mercado. (FARIA; YOTSUYANAGI, 2008). Eles podem ser divididos em qualitativos e quantitativos.

2.4.1.1 Testes qualitativos

Os testes qualitativos são os que avaliam subjetivamente as respostas de uma amostra de consumidores em relação às propriedades sensoriais de um produto, expectativas relacionadas à embalagem, propaganda ou impacto de uma ideia, ou simplesmente na investigação detalhada de seus hábitos, atitudes e expectativas em relação a um tema ou produto alimentício (DUTCOSKY, 2011).

Dentre as muitas técnicas, as mais utilizadas são as etnográficas, entrevistas em profundidade, técnicas projetistas e grupos focais. Esta última técnica consiste essencialmente em reunir uma dada quantidade de pessoas, promovendo a interação entre eles para coletar informações a partir de um roteiro elaborado pelo pesquisador, que assume a posição de moderador do grupo (MORGAN, 1997 citado por MENEZES *et al*, 2010).

Para sua execução, deve-se seguir as etapas de: planejamento da pesquisa, onde será definido o propósito do estudo (geração de ideias, melhoria de um produto etc.); adequação do roteiro das perguntas; recrutamento dos participantes; condução da sessão; análise dos dados; e apresentação dos resultados. Esta prática tem caráter exploratório que permite aos participantes explicar motivações e razões para suas atitudes, preferências e percepções (DUTCOSKY, 2011).

2.4.1.2 Testes quantitativos

São testes que avaliam a resposta de um grande grupo de consumidores a uma série de perguntas que têm como objetivo determinar o grau de aceitabilidade global de um

produto, identificar fatores sensoriais que determinam a preferência ou medir respostas específicas a atributos sensoriais específicos de um produto (DUTCOSKY, 2011).

a) Escala hedônica

No teste com escala hedônica, o voluntário expressa o grau de gostar ou desgostar de um determinado produto. As escalas mais usadas são as de sete e nove pontos, que contem os termos definidos situados entre o “gostei muitíssimo” e “desgostei muitíssimo” contendo como ponto intermediário o “nem gostei nem desgostei”. Com os resultados faz-se análise de variância univariada (ANOVA) e comparam-se as médias de pares de amostras pelo teste de Tukey. Há recomendação de que o painel de provadores seja constituído por um grupo de 50 a 100 participantes, sendo a distribuição de amostra entre os mesmos feita por delineamento por blocos completos balanceados ou blocos incompletos balanceados (IAL, 2004).

2.5 Planejamento experimental fatorial

Panosso e Malheiros [sd] definem planejamento experimental, de modo simplificado, como a forma em que os tratamentos (níveis de um fator ou combinações de níveis de fatores) são atribuídos às unidades experimentais e que os delineamentos experimentais envolvem um ou mais fatores, cada fator com nf níveis, onde n correspondem aos níveis e f representa o fator. Entendam-se fatores como as variáveis independentes ou preditoras que tiveram níveis fixados segundo o interesse do pesquisador. (RODRIGUES; IEMMA, 2009).

A essência de um bom planejamento consiste em projetar um experimento de forma que ele seja capaz de fornecer exatamente o tipo de informação que se procura. Para tanto, é preciso saber, em primeiro lugar, o que se procura, pois dependendo do que se busca, algumas técnicas podem ser mais vantajosas (BARROS NETO; SCARMINIO; BRUNS, 2010).

Os experimentos fatoriais apresentam como grandes vantagens as possibilidades de estudo dos efeitos dos fatores e das suas interações em um tempo reduzido, além de permitirem o ajuste de superfícies de resposta no caso de fatores quantitativos. A maior e principal desvantagem é o grande número de tratamentos, quando se usam muitos fatores e muitos níveis para os mesmos, o que pode tornar impraticável sua execução (ZIMMERMANN, 2004).

O Delineamento Composto Central possui características determinantes para a busca do ponto ótimo, tais como: reduzido número de tratamentos em relação aos fatoriais completos e ser realizado sequencialmente, prosseguindo no sentido da otimização do sistema. Isso consiste em chegar à região que contém o ótimo e, então, comparar a parte do

delineamento dos pontos axiais com o objetivo de avaliar a parte curvilínea existente para então chegar à solução ótima, que maximiza os resultados do sistema (MATEUS; BARBIN; CONAGIN, 2001).

Para aplicação das técnicas de planejamento e análise de experimentos industriais devem ser definidas as variáveis de resposta (variáveis dependentes) que sofrem algum efeito nos testes quando estímulos são introduzidos propositadamente nos fatores que regulam ou ajustam os processos de fabricação. Nos experimentos podem existir uma ou mais variáveis de resposta que são importantes de se avaliar. Os níveis são identificados por nível baixo (-1) e nível alto (+1) que são as condições de operação dos fatores de controle investigados (MONTGOMERY, 1991).

Esses efeitos podem ser visualizados através de uma superfície de resposta. Myers e Montgomery (1995) conceituam Metodologia de Superfície de Resposta (RSM) como um conjunto de técnicas matemáticas e estatísticas que são utilizadas para modelar e analisar problemas nos quais a resposta de interesse é influenciada por muitas variáveis e nas quais a resposta deva alcançar um valor ótimo. Barros Neto, Scarminio e Bruns (2010) destacam que o objetivo principal desta metodologia estatística é otimizar um sistema, aumentando ou diminuindo algum tipo de resposta.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Obtenção das matérias primas e caracterização da origem

O pólen apícola foi obtido no assentamento Vassouras, zona rural da cidade de Esperantina – centro-norte do estado do Piauí, a aproximadamente 230 km da capital – na forma desidratada e acondicionado em embalagens de polietileno a vácuo, sendo mantido ao abrigo da luz até o momento das análises e do processamento.

O assentamento iniciou suas atividades de produção de pólen e mel em 2008, mas somente em 2010 que receberam uma unidade de beneficiamento de pólen da Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco – CODEVASF - (Figura 02), com apoio do SEBRAE, que realizou alguns treinamentos sobre a importância das condições de processamento para a conservação do produto final.

Figura 02: Unidade de beneficiamento do pólen do Assentamento Vassouras – PI.



Fonte: autora (2015)

O pólen *in natura* foi retirado das abelhas na entrada da colmeia através da utilização telas milimétricas que permitem o ingresso das abelhas, mas retêm os grânulos de pólen – processo realizado em dias alternados, pois o pólen constitui-se em alimento e única fonte proteica para as larvas e para a abelha rainha.

O produto coletado foi agrupado, congelado e, posteriormente, distribuído em bandejas que seguiram para estufa vertical (Figura 03), própria para este processo, sob temperatura média de 42°C durante 24 horas. Ao longo desse tempo, a água presente nas “bolotas” foi extraída e coletada em estrutura própria sendo desprezada ao final do processo e o produto final, desidratado, foi embalado e acondicionado em temperatura ambiente.

Figura 03: Estufa de secagem e pólen apícola desidratado



Fonte: acervo pessoal da autora

O gergelim foi adquirido na mesma região de pequenos produtores rurais. Estas sementes passaram por processo de torrefação, no laboratório de Análise Sensorial na Universidade Federal do Ceará, sob condições de 180°C por 5 minutos para uma quantidade média de 500 gramas, similar às empregadas por Queiroga *et al* (2012). A torrefação tem dupla função: eliminar substâncias antinutricionais e melhoria sensorial do sabor (minimizando o amargor das sementes) e do odor. Em seguida, as sementes foram embaladas à vácuo em embalagens laminadas e guardadas ao abrigo da luz até a sua utilização no preparo das formulações.

Figura 04: Gergelim torrado e embalado à vácuo em embalagens laminadas



Fonte: autora (2015)

3.2 Caracterização palinológica do pólen apícola

As amostras de pólen obtidas já haviam sido coletadas no período de fevereiro a abril de 2014 e armazenadas congeladas a -18°C. Na época da aquisição, o produtor fez o processo

de desidratação para obtenção do produto na forma comercial. A partir delas foram realizadas análises de identificação botânica para saber quais plantas haviam sido visitadas pelas abelhas, levando-se em consideração que as abelhas da espécie *Apis mellifera* são conhecidas por serem generalistas, não preferindo uma espécie de planta em detrimento de outra, isto é, elas coletam pólen e/ou néctar das flores que estejam disponíveis.

A amostragem consistiu em retirar dois grãos de cada cor presente, os quais foram transferidos para tubo Falcon e triturados com bastão de vidro. Esse sedimento polínico foi submetido ao método de acetólise (ERDTMAN, 1952), no qual os grãos de pólen são misturados com anidrido acético e ácido sulfúrico, na proporção de 9:1. Com essa mistura acetolítica, o conteúdo celular foi destruído facilitando a visualização das camadas mais externas e ornamentadas do pólen.

Essas amostras com os sedimentos polínicos foram montadas em lâminas com gelatina glicerinada e para torná-las definitivas e isentas de contaminação foram seladas com parafina fundida. Posteriormente, tirou-se fotografias em fotomicroscópio ZEISS.

A identificação botânica dos grãos de pólen baseou-se nos estudos palinológicos já realizados, comparando-se com as referências bibliográficas de biomas similares ao da região de coleta. Para determinação das classes de frequência de um tipo polínico, conforme estabelecido por Louveaux *et al.* (1978), adotou-se a contagem mínima de 500 grãos de pólen e o percentual desses tipos polínicos divididos em classes: pólen dominante (<45%); pólen acessório (15–45%); pólen isolado importante (3-15%), pólen isolado ocasional (1-3%) e pólen traço (<1%) (OLIVEIRA, 2009).

3.3 Caracterização físico-química e química do pólen apícola

3.3.1 Umidade

Para determinação da umidade, utilizou-se o método gravimétrico descrito pelo IAL (2008). Pesaram-se 3 g da amostra em cápsulas de porcelana previamente aquecidas a 105 °C e pesadas. Colocaram-se as cápsulas com as amostras em estufa a 105 °C por 3 horas, posteriormente foram retiradas da estufa e resfriadas em dessecador por 30 minutos, e em seguidas foram pesadas até confirmação de peso constante. O experimento foi realizado em triplicata.

Figura 05: Determinação de umidade.



Fonte: acervo pessoal da autora.

3.3.2 Atividade de água

Este parâmetro foi determinado com medidor de atividade de água Dew Point (AquaLab), segundo metodologia do Instituto Adolf Lutz (IAL, 2004). O experimento foi realizado em triplicata.

Figura 06: Analisador de atividade de água.



Fonte: autora (2015).

3.3.3 Resíduo fixo mineral (cinzas)

O resíduo mineral fixo foi obtido pelo método gravimétrico preconizado pelo IAL (2008). Foram pesados 3 g de amostra em cadinhos previamente secos em mufla a 550 °C e pesados. Os cadinhos com as amostras foram inicialmente carbonizados em bico de Bunsen até a chama não ser percebida, em seguida foram colocados em mufla a 550 °C por 4 horas para incineração da matéria orgânica da amostra, como após este tempo não havia cinza branca no fundo do cadinho, foi colocado 0,5mL de ácido sulfúrico para acelerar este processo, os cadinhos voltaram para a mufla onde permaneceram até suas cinzas ficarem brancas. Em seguida, os cadinhos foram resfriados em dessecador por 30 minutos e pesados.

O experimento foi realizado em triplicata. A determinação de elementos minerais foi realizada por laboratório terceirizado, utilizando as metodologias descritas para análise foliar, com abertura nitroperclórica e determinação em ICP.

3.3.4 *Proteína total*

A análise de proteína seguiu a metodologia descrita pela IAL (2008), com a utilização da técnica de Micro-Kjeldhal. Esta técnica foi realizada em 3 etapas: digestão, destilação e titulação, utilizando fator de conversão de 6,25 para conversão do nitrogênio em proteína. Para obter o branco, excluiu-se apenas a amostra do experimento. O experimento foi realizado em triplicata.

3.3.5 *Extrato etéreo (lipídeos)*

A fração lipídica foi determinada pelo método Bligh-Dyer, extração a frio que utiliza a mistura de clorofórmio:metanol:água. Inicialmente, a amostra foi misturada com clorofórmio e metanol, na mesma proporção, que formaram uma única fase com a amostra. Posteriormente, adicionou-se mais clorofórmio e água para que se formassem duas fases: uma com água e metanol, cujos compostos não são lipídicos; e outra com clorofórmio, contendo os lipídeos. Esta última foi isolada sendo dela extraído 5 ml de amostra que colocada na estufa por 1 hora, para evaporação do clorofórmio e obteve-se a quantidade de gordura por pesagem, conforme metodologia descrita por Min e Ellefson (NIELSEN, 2010.). Este processo foi realizado em triplicata.

Figura 07: Determinação de lipídeos: separação das fases lipofílica e hidrofílica.



Fonte: autora (2015)

3.3.6 Carboidratos totais

Os açúcares totais foram determinados pelo método de Lane e Eynon. Pesaram-se 5 g da amostra homogeneizada em um Becker de 150 ml, dissolveu-se em 50 ml de água destilada e filtrou-se em papel filtro. A amostra foi então transferida para um balão volumétrico de 250 ml, de acordo com o descrito por Almeida-Muradian, Arruda e Barreto (2012).

Figura 08: Determinação de açúcares totais no pólen.



Fonte: autora (2015)

3.3.7 pH

Para determinar o pH foram pesados 5g da amostra de pólen em erlenmeyer. Colocou-se 50 ml de água destilada e homogeneizou-se a mistura, após dez minutos de repouso foi colhido o sobrenadante e aferido em potenciômetro da marca Jenway. Este procedimento foi realizado em triplicata.

Figura 09: pHmetro de bancada.



Fonte: autora (2015).

3.4 Avaliação microbiológica das matérias primas

Foram investigados no pólen apícola e no gergelim *Bacillus cereus*, *Salmonella sp.*, *coliformes totais e termotolerantes*, pois foram os microrganismos verificados nas barras, que conforme a RDC nº 12 (BRASIL, 2001a) devem ser averiguados em barras de cereais e similares, além de *Staphylococcus aureus* e bolores e leveduras, que são microrganismos de relevância para atestar a qualidade da matéria-prima. Todas as determinações seguiram metodologia da APHA (2001) e foram realizadas em triplicata.

Ressalta-se que a contagem de coliformes é baseada nas características do grupo: bastonetes Gram-negativos que produzem ácido e gás a partir de lactose. Os coliformes totais têm como habitat o trato intestinal e o ambiente: *Escherichia coli*, *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Klebsiella*. Coliformes termotolerantes têm como habitat exclusivo o trato intestinal: *Escherichia coli*.

É importante determinar salmonelas porque todas são consideradas potencialmente patogênicas para o homem, sendo que a única via de entrada destes microrganismos no corpo humano é a oral.

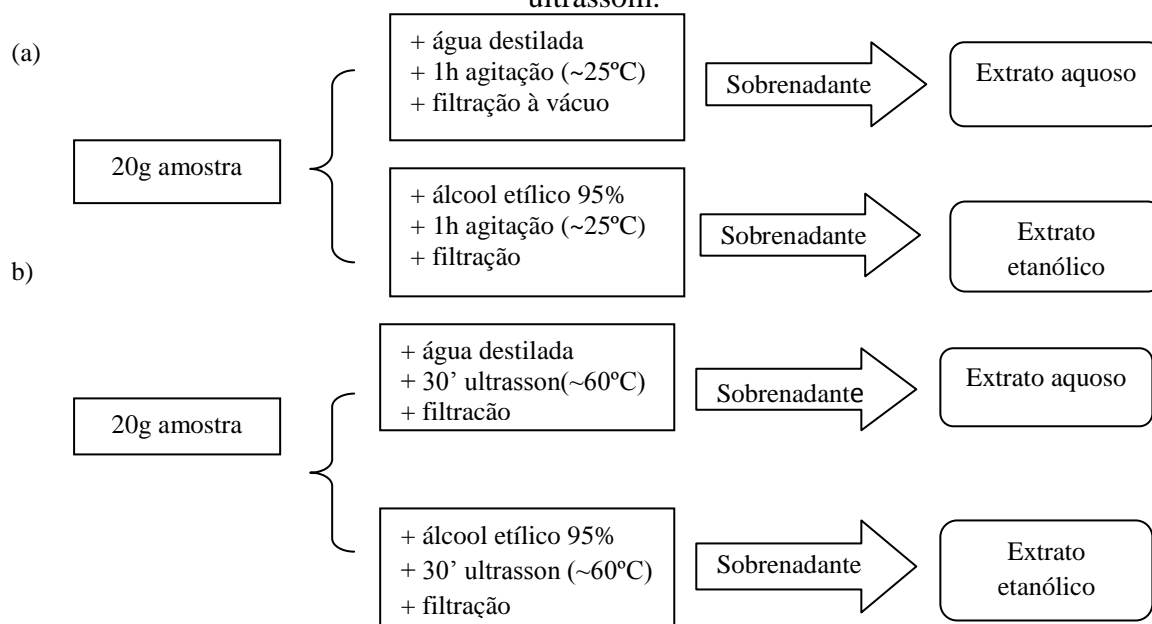
O *Bacillus cereus* é aeróbico formador de esporos e se encontra normalmente presente no solo, poeira e água e alimentos com baixo a_w . Os alimentos envolvidos são pratos a base de cereais e hortaliças.

3.5 Compostos bioativos do pólen apícola

3.5.1 Preparação dos extratos

Os extratos do pólen apícola foram obtidos usando solventes de diferentes polaridades, segundo metodologia proposta por Sousa, Vieira e Lima (2011). Conforme se observa na Figura 10, utilizou-se água destilada e álcool etílico PA (95%) como solventes em dois processos distintos de extração (agitação direta e ultrassom).

Figura 10 - Obtenção dos extratos aquoso e etanólico pelos dois sistemas: (a) direto e (b) ultrassom.



Fonte: Adaptado de Sousa, Vieira e Lima (2011).

Para a obtenção dos extratos no método de extração direta, as amostras com os solventes foram homogeneizadas em agitador magnético, a temperatura ambiente (25 °C) por 1 hora. Já no método de ultrassom, as amostras com os solventes permaneceram por 30 minutos no equipamento em temperatura ambiente. Posteriormente, realizou-se filtração à vácuo em funil Büchner com papel filtro. O sobrenadante obtido de cada solvente foi armazenado em vidro âmbar sob refrigeração a ± 8 °C até o momento das análises.

3.5.2 Quantificação dos compostos fenólicos

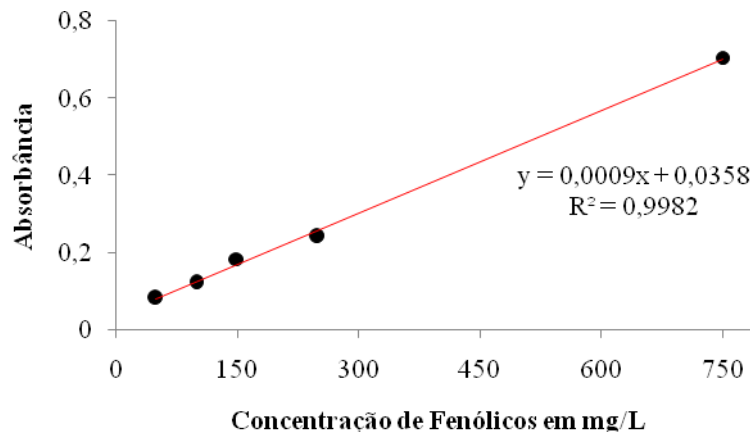
O teor de compostos fenólicos totais foi determinado pelo método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu, utilizando ácido gálico como padrão de referência. O reagente Folin-Ciocalteu é uma solução de íons complexos poliméricos formados a partir de heteropoliácidos, fosfomolibdicos e fosfotungsticos (SINGLETON, *et al.*, 1999 citado por MENEZES, 2009). Esse reagente oxida os fenolatos, reduzindo os ácidos a um complexo azul Mo – W.

Seguiu-se a metodologia descrita por Swain e Hills, adaptada por Sousa, Vieira e Lima (2011). Do extrato de cada amostra, foram medidos 0,5 mL em tubo de ensaio e adicionados 8 mL de água destilada e 0,5 mL do reagente *Folin Ciocateau*. A solução foi homogeneizada e, após 3 minutos, foi acrescentado 1 mL de solução saturada de carbonato de sódio (Na_2CO_3).

Decorrida 1 hora de repouso em temperatura ambiente e na ausência de luz, foram realizadas as leituras em triplicata das absorvâncias em espectrofotômetro a 720 nm.

Utilizou-se como padrão o ácido gálico, nas concentrações de 50, 100, 150, 250, 500 e 750 mg.mL⁻¹ para construir uma curva de calibração (Figura 11). A partir da equação da reta obtida por regressão linear, efetuou-se o cálculo do teor de fenólicos totais, expresso em mg de ácido gálico.100 g⁻¹ de amostra de pólen apícola. O conteúdo de fenólicos totais obtidos em pólen apícola foram expressos em mg de ácido gálico.g⁻¹ pólen.

Figura 11 – Curva de calibração de ácido gálico (50-750 mg.mL⁻¹) a 720 nm



Fonte: Curva desenvolvida para o teste

3.5.3 Avaliação da atividade antioxidante “in vitro”: método de sequestro do radical DPPH•

Foram preparadas 3 diluições de concentrações diferentes de cada extrato para avaliação da atividade antioxidante pelo método de captura do radical livre DPPH•, descrita por Brand-Wyllians, Cuvelier e Berset (1995), adaptada por Vieira *et al.* (2011). Adicionou-se a 1,5 mL da solução etanólica de DPPH• (6x10⁻⁵M) uma alíquota de 0,5 mL de cada amostra. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro a 517 nm, após 30 minutos do início da reação. Todas as determinações foram realizadas em triplicata e acompanhadas de um controle (álcool etílico + solução etanólica de DPPH•). O decréscimo na absorvância das amostras e dos padrões foi medido e a capacidade de sequestrar radicais livres foi calculada com base na diminuição da absorvância observada. A capacidade antioxidante foi expressa como o porcentual de proteção conforme equação abaixo:

$$\% \text{ proteção} = [(Abs_{\text{controle}} - Abs_{\text{branco}}) / (Abs_{\text{controle}}) - 1] \times 100$$

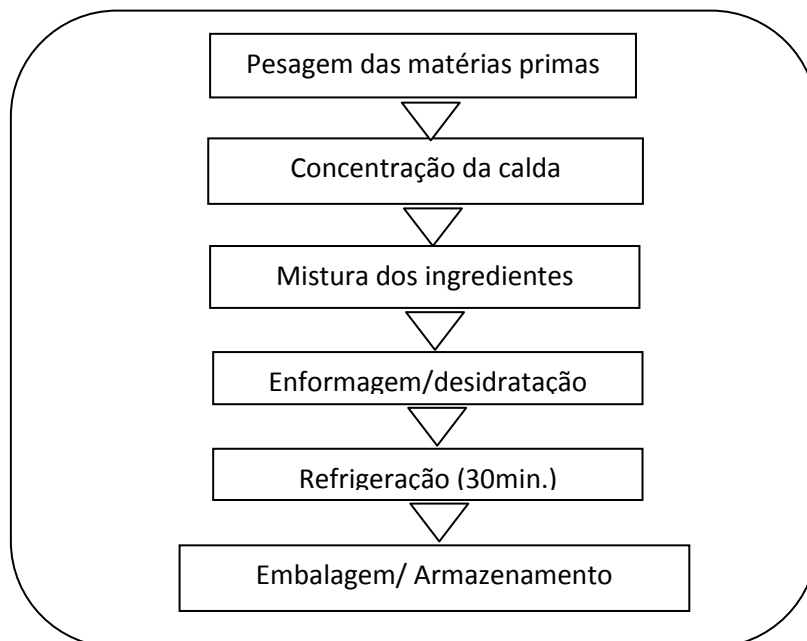
3.5.4 Método de sequestro do radical livre ABTS^{•+}

O método de captura do radical ABTS^{•+} utilizado foi o descrito por Re et al. (1999), adaptado por (SOUSA; VIEIRA e LIMA, 2011). Inicialmente formou-se o radical ABTS^{•+}, a partir da reação de 7 mmol de ABTS com 2,45 mmol de persulfato de potássio, os quais foram incubados à temperatura ambiente, na ausência de luz, por 14 horas. Transcorrido esse tempo, a solução foi diluída em etanol até obter-se uma solução com absorvância de $0,700 \pm 0,01$ a 734 nm. Foram adicionados 40 μL dos extratos, diluídos em etanol, a 1960 μL do radical, determinando-se a absorvância em espectrofotômetro a 734 nm, após 30 minutos do início da reação. A queda na leitura da densidade ótica das amostras foi correlacionada com o controle (etanol + radical ABTS^{•+}), estabelecendo-se a porcentagem de descoloração do radical ABTS^{•+}.

3.6 Processamento das formulações

As matérias-primas adquiridas passaram por processos distintos para que fossem utilizadas na elaboração da barra, isto é, o gergelim passou por ligeira torrefação enquanto o pólen foi usado da forma como foi obtido, já os agentes ligantes passaram por processo de concentração similar ao aplicado por Torres (2009). O processo seguiu conforme o fluxograma exposto abaixo:

Figura 12: Fluxograma de processamento da barra proteica de pólen apícola e gergelim*



*Registro no INPI da patente das formulações: BR1020140319867

A preparação iniciou-se com a torrefação do gergelim à temperatura na faixa de 170°C a 200°C em um intervalo de tempo de 5 a 10 minutos, o qual foi posteriormente pesado e misturado com o pólen apícola desidratado, paralelamente foi pesado o mel e o óleo vegetal. As formulações foram constituídas por 60% de ingredientes secos e 40% de agentes ligantes, os quais foram calculados conforme a quantidade dos primeiros.

Logo em seguida, os ingredientes do agente ligante foram submetidos à concentração em temperatura superior a 100°C por 3 minutos. Posteriormente, os ingredientes secos foram misturados à “calda” e distribuídos em formas próprias para a conformação do produto, que foram submetidas à temperatura entre 180°C a 200°C por, aproximadamente, 3 minutos, a fim de promover uma desidratação superficial do produto, bem como aumentar a crocância ao final; ele é encaminhado para resfriamento, sob temperatura entre -18°C a -22°C, por um intervalo de tempo de 15 a 30 minutos, com o intuito de finalizar o processo. Posteriormente, retirar o produto, embalar e armazenar em temperatura ambiente e ao abrigo da luz.

Figura 13: Barra alimentar de pólen apícola com gergelim: produto moldado; cortado; embalagens unitárias; visão geral das formulações.



As doze formulações passaram por testes de avaliação sensorial a fim de averiguar qual obteria maior aceitação pelos provadores.

3.7 Planejamento experimental

O delineamento aplicado para determinação das formulações foi o Delineamento de Composto Central Rotacional – DCCR 2^2 – por ser mais adequado no caso de produtos com dois fatores de interesse, com quatro repetições no composto central resultando em 12 formulações (RODRIGUES; IEMMA, 2005). Os limites de restrição de gergelim foram de 10g (-1) a 12g (+1), pois acima disso poderia causar problemas gastrointestinais ao consumidor; enquanto para o pólen utilizou-se de 8g (-1) até 10g (+1) porque acima disto não resultaria em ganhos de proteína para o consumidor. A Tabela 5 mostra o planejamento experimental que foi seguido para o desenvolvimento das barras proteicas, os valores decodificados apresentam-se em porcentagem em virtude de processo de patenteamento da formulação.

Tabela 5: Matriz do planejamento experimental.

Ensaio	Variáveis codificadas		Variáveis decodificadas	
	X1	X2	Gergelim	Pólen
1	-1	-1	10,00	8,00
2	+1	+1	12,00	10,00
3	-1	+1	10,00	10,00
4	0	0	11,00	9,00
5	0	0	11,00	9,00
6	+1	-1	12,00	8,00
7	0	+1,41	11,00	10,41
8	-1,41	0	9,58	9,00
9	0	0	11,00	9,00
10	0	0	11,00	9,00
11	+1,41	0	12,41	9,00
12	0	-1,41	11,00	7,58

Cada julgador recebeu cinco amostras de acordo com o delineamento de Blocos Incompletos Balanceados (BIB) determinado com base em $a = 12$ formulações, $k = 5$ (número de tratamentos por bloco), $r = 55$ (número de repetições de cada tratamento), em um total de 132 blocos (julgadores).

3.7 Análise sensorial

3.7.1 Pesquisa qualitativa: Grupo de foco

Foi realizado grupo de foco ($n=20$), em duas sessões, para obter informações que pudessem auxiliar no estabelecimento do perfil do produto a ser elaborado, levando em

consideração que é uma atividade deliberadamente conceitual. As sessões foram conduzidas por um moderador e um assistente, a fim de que a discussão não se restringisse apenas aos participantes mais eloquentes e nem se prolongasse por assuntos fora da temática. Cada sessão durou em média uma hora, sendo os participantes jovens adultos universitários. Estes responderam previamente um questionário de recrutamento que serviu como ferramenta no delineamento do perfil dos participantes.

Os participantes foram estimulados, a partir de um roteiro pré-estabelecido, a conferirem suas opiniões sobre o tema barra alimentar, introduzido para abstrair os conceitos detidos por eles sobre o que cabia dentro deste grupo, deslocando-se para conceitos sobre barras de cereais, de frutas, de sementes e proteicas; progrediu-se para um delineamento das características sensoriais consideradas mais importantes para os grupos ao se avaliar uma barra alimentar; e por fim, mas não menos relevante, discutiu-se sobre possíveis ingredientes que poderiam vir fazer parte de um novo tipo de barra. O planejamento e o roteiro de perguntas encontram-se no Apêndice 01.

3.7.2 Pesquisa quantitativa: Testes afetivos de aceitação, idealidade e atitude de compra

A equipe sensorial da primeira etapa avaliação foi formado por 132 provadores, não treinados, componentes da comunidade acadêmica da Universidade Federal do Ceará do *Campus Pici*, entre alunos, servidores e funcionários terceirizados. Os testes foram aplicados no Laboratório de Análise Sensorial para adequado controle de suas condições de execução.

As doze formulações elaboradas de acordo com o delineamento experimental do tipo composto central, foram apresentadas para a avaliação em blocos incompletos balanceados com cinco amostras por provador, embaladas em polietileno (Figura 14). Utilizou-se água como carreador de sabor entre a avaliação de cada amostra.

Figura 14: Disposição das amostras em blocos incompletos.



Foi entregue, inicialmente, para cada provador o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice 03), onde foi informado o propósito da pesquisa, a composição do produto e os contatos dos pesquisadores. Após sua leitura, caso não estivesse apto a participar da pesquisa ou por não gostar ou por ter alergia a algum ingrediente, o voluntário era dispensado. Estando apto, assinava o termo e recebia ficha com perguntas direcionadas ao estabelecimento do perfil demográfico destes provadores (Apêndice 04).

Prosseguiu-se com a análise entregando as amostras de forma monádica, ou seja, uma por vez, à temperatura ambiente, codificadas com três dígitos aleatorizados, utilizando luz branca para avaliação da aparência, aceitação global e atitude de compra, e luz vermelha para os demais atributos da escala hedônica e do teste do ideal. O modelo das fichas sensoriais utilizadas encontra-se no apêndice 04.

Com os resultados obtidos nesta etapa, baseado na impressão global e atitude de compra, foi escolhida a formulação com melhor aceitação, para novo teste de aceitação e atitude compra. Nesta fase, contou-se com a participação de 90 provadores, aos quais foi solicitado a avaliação de impressão global, atitude de compra e dos aspectos de sabor e textura das amostras.

Os participantes receberam três amostras (Figura 15), cuja distribuição seguiu delineamento inteiramente casualizado. Estas amostras correspondiam a uma de barra proteica comercial com cobertura de chocolate e duas de pólen com gergelim, sendo uma amostra com cobertura de chocolate e outra sem cobertura. Utilizou-se água como branco.

Figura 15: Barras proteicas servidas aos consumidores



3.8 Análise estatística

Os resultados obtidos foram analisados por ANOVA e pelo teste de Tukey a um nível de 5% de significância ($p < 0,05$), utilizando-se o programa ASSISTAT versão 7.7 beta. As médias sensoriais foram analisadas com o *software R* (R CORE TEAM, 2014), realizando-se testes de médias, análise de variância, metodologia de superfície de resposta. Foram obtidos os valores médios e seus respectivos desvios-padrão.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização palinológica do pólen apícola

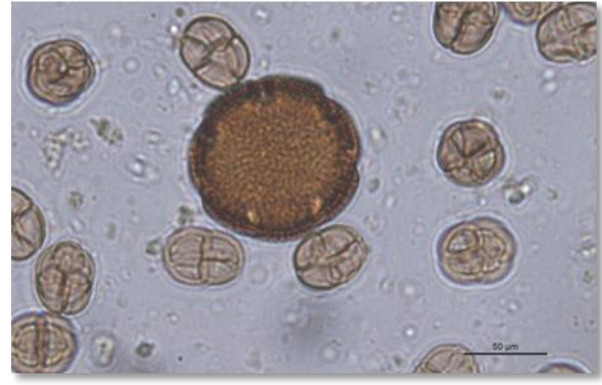
Com a definição dos tipos polínicos em classes de frequência obtiveram-se informações sobre o pasto apícola do norte do Piauí utilizado pelas abelhas e apontaram para o tipo de vegetação de sua preferência, o que contribui para a preservação ou ampliação do mesmo para garantir a boa produção de pólen apícola pelo apiário.

Após a acetólise do material selecionado, obtiveram-se seis tipos polínicos apresentados abaixo:

Figura 16: Tipos polínicos obtidos da acetólise do pólen: identificação botânica. (Escala 50µm)



Mimosa caesalpinifolia = 88%



Borreria verticillata = 5,24%



Mimosa quadrivalvis = 2,75%



Poaceae sp. =



Senna sp. = 1,75%



Zea mays = 0,25%

Pode-se verificar que a espécie dominante no pólen coletado, isto é, o tipo polínico com percentual acima de 45%, é a *Mimosa caesalpinifolia*, uma Fabaceae subfamília Mimosaceae, conhecida popularmente como sabiá, uma das árvores mais representativas da vegetação do semiárido brasileiro e cujas flores apresentam alto teor de néctar e grandes produtoras de pólen (ALVES, 2013), denotando seu alto valor apícola. Nenhum caso que reportasse situações de alergia ao pólen de *Mimosa caesalpinifolia* foi encontrado na literatura, ao contrário verificou-se um estudo que aponta o seu uso com finalidade medicinal de combate à inflamação em geral (CARTAXO, 2009).

Borreria verticillata, foi enquadrada na classe de pólen isolado importante, são ervas perenes e eretas, conhecidas popularmente como vassourinha-de-botão ou cabeça-de-velho, é uma fonte de néctar muito importante para abelhas nativas (MAIA-SILVA et al., 2012). Usada na medicina popular no combate à cólica menstrual, tosse, hemorroida, vermes, coceira, lesões na pele, entre outros. A ela também não há casos de alergia vinculados.

As espécies *Mimosa quadrivalvis*, conhecida popularmente como “malícia”, *Poaceae sp* (cerca de 700 gêneros e 10.000 espécies que ocorrem desde desertos até regiões de frio extremo (DOREA, 2011) e produtoras massivas de pólen (ALVES, 2013)) e *Senna sp* (gênero pantropical com 260 espécies, das quais 200 ocorrem no continente americano (RODRIGUES et al., 2005)), pelos seus quantitativos foram alocadas no grupo de pólen isolado ocasional, pois não ultrapassaram a faixa de 3% dos grãos. E “traços” de *Zea mays*, popularmente conhecido como milho.

Sodré *et al.* (2008) estudaram os tipos polínicos em méis do sul do Piauí e encontraram uma variedade polínica ampla, totalizando 36 espécies das quais o tipo polínico dominante da maioria das espécie foi o *Piptadenia sp* (subfamília *Mimosaceae*), mesma subfamília das amostras classe de pólen dominante nesta pesquisa, denotando que embora de porções geográficas distintas, as abelhas demonstraram preferência similar, cabendo ressaltar que o bioma é o mesmo, semiárido.

Resultado semelhante foi encontrado por Oliveira (2009), que trabalhou na identificação melissopalínológica de méis produzidos por 15 microrregiões da Bahia, cuja família predominante foi a Mimosaceae (Fabaceae), especialmente pelo gênero *Mimosa*. O gênero *Mimosa* L. é particularmente frequente em áreas secas, sendo o gênero de Leguminosas com maior diversidade na caatinga.

Alves (2013) fez análise palinológica em polens apícolas de Sergipe obtidos ao longo de um ano de pesquisa em um mesmo apiário e na sua identificação o gênero mais frequente foi o *Mimosa*, da família das Fabaceae, apontando a maior disponibilidade desta no pasto

apícola utilizado pelas abelhas *Apis mellifera*. Contudo, encontrou também as famílias Arecaceae, Myrtaceae, Asteraceae, Poaceae, Urticaceae e Rubiaceae, sendo as duas primeiras juntamente com a Fabaceae as principais fontes polínicas das *Apis mellifera* do apiário estudado, conforme sua conclusão.

Situação muito semelhante em termos de famílias identificadas foi verificada por Luz *et al.* (2011), cuja região de estudo foi no Espírito Santo, onde as famílias botânicas utilizadas pelas abelhas foram Fabaceae (maioria), Myrtaceae, Solanaceae, Arecaceae, Asteraceae, Euphorbiaceae, Melastomataceae/Combretaceae, Rubiaceae e Sapindaceae.

Para todos esses tipos polínicos identificados foi realizada busca de artigos que relatassem algum caso de alergias provocado por pólen destas plantas, entretanto nada foi verificado. Desta forma, a utilização deste pólen para aplicação na alimentação humana não implicaria em riscos à saúde do consumidor, pois alguns estudos (CHOI *et al.*, 2014; JAGDIS; SUSSMAN; 2012; MARTÍN-MUÑOZ *et al.*, 2010) tratam de casos clínicos de choques anafiláticos decorrentes do consumo do pólen apícola, por isso é importante a etapa de identificação polínica antes do uso dessa matéria prima no desenvolvimento de produtos alimentícios.

4.2 Análises Físico-Químicas e Químicas do Pólen Apícola

Os parâmetros físico-químicos do pólen apícola encontram-se na Tabela 6, comparado aos valores-padrão fixados pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA):

Tabela 6: Composição bromatológica e mineralógica do pólen desidratado

Parâmetros	Média/dp	Padrão IN 63	Minerais	mg/Kg	Campos <i>et al.</i> , 2008 mg/kg	Morgano <i>et al.</i> , 2012 mg/kg
Umidade (%)	8,35±0,002	Max. 4%	P	12400	800-6000	--
Cinzas (%)	3,77±0,02	Max. 4%	K	7000	4000-20000	6520±90
Proteínas totais (%)	22,11±0,15	Mín. 8%	Ca	3500	200-3000	838±20
Lipídeos (%)	6,64±0,2	Mín. 1,8%	Mg	500	200-3000	1085±23
Açúcares totais (%)	19,49±2,87	14,5% a 55%	Zn	117	30-250	1424±46
pH	4,91±0,005	4 a 6	Fe	117	11-170	205,8±6,8
Atividade de água	0,175±0,002		Na	44,7		3297±530

Pelos resultados (Tabela 6), percebe-se que todos os valores da composição bromatológica encontraram-se dentro do exigido pela legislação, exceto o teor de umidade que atingiu faixa superior ao máximo permitido. Esta remanescência pode, a longo prazo, promover depreciação na qualidade do pólen apícola, afetando sua estabilidade química, sendo meio para as enzimas presentes neste tipo de produto.

Além disso, essa umidade residual poderia ocasionar o crescimento de microrganismos deteriorantes e/ou patogênicos, entretanto esta situação pode ser minimizada pela baixa atividade de água, pois como se nota a faixa registrada na amostra é bastante restritiva, tendo sido muito menor do que as médias obtidas por Nogueira *et al.* (2012), Féas *et al.* (2012) e Carpes (2008), respectivamente 0,26-0,43; 0,21-0,37; e 0,38±0,04. Cabe ressaltar que valores abaixo de 0,60 garantem estabilidade microbiológica aos alimentos, porque mesmo fungos osmofílicos teriam dificuldade de se manterem viáveis (JAY, 2000).

O teor de umidade registrado nesta pesquisa foi inferior ao valor médio encontrado por Almeida *et al.* (2012), que estudaram a composição de pólen apícola comercializados na Bahia (9,79% de umidade); próxima aos valores médios apresentados por Nogueira *et al.* (2012), que oscilou de 6,02% a 8,40% e de Almeida-Muradian *et al.* (2005), de 7,4%; e bem abaixo dos que foram obtidos por Funari *et al.* (2003), que verificou valor médio de 24,1% de umidade. Contudo, divergiu significativamente dos de Sattler (2013), Arruda *et al.* (2013) e Pinto *et al.* (2012b), que foram, respectivamente, 3,37%, 3,47% e 1%.

Essa variação pode ser explicada por alguns fatores que estão interconectados, Pinto *et al.* (2012b) afirmam que como o pólen apícola é altamente hidrofílico é muito importante a medição da umidade relativa do ar em períodos de amostragem. Outra razão seria a execução da amostragem, ou seja, casos em que a coleta é feita diretamente no apiário ou obtido em comércio, pois a embalagem do produto pode permitir uma maior troca de vapor de água com o ambiente externo e a técnica de secagem empregada e as condições de armazenamento do produto desidratado. Além disso, o método de determinação de umidade pode interferir nesta variação, pois alguns são mais sensíveis e precisos que outros.

O resíduo fixo mineral ou “cinzas” corresponde a todo o conteúdo inorgânico presente em uma amostra, especificamente aos elementos minerais, baseado na sua quantificação pode-se sugerir a ocorrência de contaminação por sujidades ambientais, como sedimentos arenosos, por isso é importante o atendimento deste quesito.

A média encontrada para esta análise foi superior às verificadas por Arruda *et al.* (2013), Pinheiro *et al.* (2012), Féas *et al.* (2012) e Carpes (2008), contudo está enquadrado na legislação, divergências de espécies botânicas e de composição do solo podem ser uma das

razões que justifiquem a diferença, porque algumas espécies absorvem mais minerais do que outras, transferindo-os para suas células.

Para o teor proteico, Marchini *et al.* (2006) em Piracicaba (SP) e Carpes *et al.* (2008) no Sul do Brasil encontraram os valores de 20,33% e 20,47%, respectivamente. González-Martin *et al.* (2007) investigaram as propriedades do pólen na Espanha e encontraram valores de proteínas entre 14 e 24%. Souza *et al.* (2004), em estudo com abelhas sem ferrão da região amazônica encontrou valores entre 15,7 e 23,8%. Já Yang *et al.* (2013) avaliando pólen apícola na China obteve escores de 14,26-28,95%, dados que corroboram a média encontrada neste trabalho. Entretanto, é possível detecção de valores inferiores, como foi o caso de Almeida *et al.* (2012), cujo percentual foi de 6,44 a 14,44%.

Um fator que pode ter contribuído para essas variações consiste na composição botânica, pois ela tem influência direta sobre a composição química do produto final, logo a cada período de coleta pode haver diferenciações nos valores aferidos.

Os lipídeos representam uma fonte energética de reserva e são solventes de substâncias importantes como vitaminas A e E, mas também podem causar alterações nos alimentos quando estes são expostos a condições extremas, como incidência de luz, calor, oxigênio e umidade, gerando radicais livres.

O pólen apícola, em geral, apresenta baixo teor lipídico. Arruda *et al.* (2013) estudando o pólen de Pariquera-Açu (São Paulo) e Modro *et al.* (2007) de Minas gerais, registraram valores médios de 5,39% e 2,83-3,02%; Saavedra, Rojas e Delgado (2013), com pólen do Peru, e Yang *et al.* (2013), da China, verificaram, respectivamente, médias de 0,16% e 0,66-10,49%. Sattler (2013), em regiões georreferenciadas do sul do Brasil, detectou faixas de 0,37% a 6,20%.

Pinto *et al.* (2012), fazendo acompanhamento temporal das características físico-químicas do pólen, anotou valores de lipídeos de 2,6 a 6,4%. Como justificativa para essa variação ele conseguiu comprovar o efeito do período de coleta sobre a composição química do pólen, inclusive de lipídeos. Desta forma, esse pode ser apontado como um dos motivos pela divergência de valores, tendo em vista que todos os estudos utilizados para esta comparação trabalharam com abelhas da espécie *Apis mellifera* e com amostras desidratadas.

O alto teor de açúcares redutores, em geral, pode ser justificado pela presença de mel e néctar no fluido que cimenta os grãos de pólen (STANLEY; LINSKENS, 1974 citado por CARPES, 2008). Yang *et al.* (2013) realizaram trabalho de definição do perfil físico-químico do pólen da China coletado na primavera de 2010, e a faixa para carboidratos foi de 59,43-75,65%; Pinto *et al.* (2012) detectaram 28,2% de açúcares totais. Valores estes que foram

superiores ao desta pesquisa, contudo há de se considerar que algumas espécies florais têm como recurso de atração de abelhas apenas o pólen, conseqüentemente as abelhas não entram em contato com o néctar e o teor de açúcares não é tão pronunciado.

O valor de pH encontrado nesta pesquisa de 4,91 está dentro do estabelecido pela população, é bem próximo do declarado por Pinto *et al.* (2012b): pH 5, e do valor médio apresentado por Féas *et al.* (2012), 4,8; entretanto, distingue-se de alguns dos valores encontrados por Nogueira *et al.* (2012) e Almeida *et al.* (2012), respectivamente, 4,23-5,17 e 4,55. O pólen sofre alterações químicas desde sua retirada até a maturação do produto dentro da colmeia promovendo decaimento do pH de aproximadamente 7,2 para 3,5-4,2 dentro da colmeia (ISIDOROV *et al.*, 2009).

Portanto o pH do pólen apícola sofre alterações frente a fatores bióticos e abióticos e alterações podem ocorrer também após a retirada do produto e desidratação (PERNAL; CURRIE, 2000). Essa medida é importante para a garantia da conservação do alimento, pois é um fator de alto impacto na restrição do crescimento de microrganismos, mas também apresenta efeito sobre as enzimas.

Dentre as bases de padronização criadas por Campos *et al.* (2008) montaram para pólen apícola, tem-se a de minerais. De acordo com eles, há considerável variação nesta composição dependendo do tipo de pólen. Percebe-se que dos elementos cujo padrão ele estabeleceu, apenas o fósforo ultrapassou consideravelmente o limite, mais que o dobro, condição esta que pode estar relacionada com a composição botânica ou com o solo da região.

Comparando os valores de minerais com os obtidos por Morgano *et al.* (2012), que verificou o conteúdo de minerais de amostras de pólen desidratado de onze estados (incluindo o Piauí), nota-se uma certa semelhança entre alguns elementos, o cálcio foi ligeiramente superior a todos os que haviam sido detectados, sendo que o do estado de Sergipe foi o que mais se aproximou. O fósforo, que nesta pesquisa contribui com 12400mg/Kg de pólen, foi superior a todos os valores médios quantificados pelos autores supracitados.

Os valores para potássio foram alcançados apenas pelos estados de Sergipe e Distrito Federal. Contrariamente aos demais minerais, o magnésio se apresentou em menor proporção que a dos demais estados. Entre os microelementos, zinco e ferro foram destaques, pois superaram todas médias obtidas nos estados em estudo; sódio apresentou um meio termo, ou seja, foi inferior a algumas e superior a outras amostras, enquanto o selênio se mostrou relativamente em maior proporção que os valores registrados em outros estados.

Os resultados obtidos nesta pesquisa, embora divergentes dos verificados por outros autores em alguns elementos, encontraram-se dentro da faixa estabelecida pelo MAPA, exceto

a umidade, mas que o próprio método de desidratação até peso constante pode ter influenciado negativamente ocasionando degradação de outros componentes que fossem mais voláteis que a água. Ressalta-se ainda que os valores apresentados de outros estudos correspondem a médias de valores gerais, por isso, em virtude do ajuste dessas oscilações, aconteceu de os valores nem sempre serem coincidentes.

Note-se que o conteúdo proteico destas amostras é elevado considerando o limite mínimo exigido pelo MAPA, logo é um produto com grande potencial para elaboração de produtos com alto teor de proteínas. Percebe-se que o valor de lipídeos também não é excessivo, desta forma o consumo do pólen não promoveria um aumento considerável da cota energética diária do consumidor e o risco de sofrer algum tipo de oxidação é minimizado.

4.3 Análise Microbiológica do pólen apícola e do gergelim

A qualidade microbiana é uma dentre as várias exigências relacionadas com os critérios de segurança a serem considerados nos alimentos; além de alterar as propriedades do produto, pode constituir risco para a saúde do consumidor, principalmente em se tratando de microrganismos patogênicos (RODRIGUES; KELLER, 2008).

A partir das análises realizadas, chegaram-se aos resultados expostos na Tabela 7, como dito anteriormente, não há padrão microbiológico para o pólen apícola, logo se utilizou tanto o padrão para barras de cereal (10 m) quanto o padrão estipulado por Hervatin (2009) (10d), tomando esses padrões por referência somente para balizar a coerência dos dados obtidos nesta pesquisa.

Tabela 7: Resultados das análises microbiológicas do pólen apícola

Microrganismos	Pólen apícola	Padrão RDC 12 Grupo 10 m	Padrão RDC 12 Grupo 10 d
Coliformes à 35°C (NMP/g)	<3	-----	-----
Coliformes à 45°C (NMP/g)	<3	5x10	5,0x10 ² UFC/g
<i>Bacillus cereus</i> (UFC/g)	<10 ²	5x10 ²	5,0X10 ³ UFC/g
<i>Salmonella SP</i>	Ausente	Ausência em 25g	Ausência em 25g
Estafilococos coagulase positiva (UFC/g)	<10 ²	----	5,0X10 ³ UFC/g
Bolores e leveduras (UFC/g)	4,8x10 ²	----	-----

Como se pode observar, os resultados obtidos encontram-se dentro da faixa aceita para ambos os grupos escolhidos da legislação, apontando para um controle adequado das condições de processamento deste produto. Cabe ressaltar que para a obtenção do pólen apícola desidratado não é permitido o uso de temperaturas excessivas, embora o tempo de

exposição seja longo a temperatura não pode ultrapassar os 42°C para não prejudicar a qualidade nutricional e funcional dos nutrientes presentes neste tipo de produto.

Os coliformes servem como indicadores de qualidade sanitária, logo quanto menor o valor quantificado significa que melhores são as condições de higiene e manipulação. Baseado no padrão que foi adotado, nota-se um distanciamento considerável. Santos (2010) e Ferreira (2012) também encontraram valores satisfatórios, enquanto Hervatin (2009) teve amostras que atingiram a faixa de $1,1 \times 10^3$, contrariando o padrão adotado.

Rocha (2013) expondo trabalhos realizados por Gilliam mostra que algumas espécies do gênero *Bacillus* foram as principais bactérias encontradas em pólen embalado do Panamá, sendo as abelhas a principal fonte de contaminação, ressaltando que sua importância é devida à sua atividade metabólica, especialmente, no que diz respeito à produção de enzimas proteolíticas, lipolíticas e glicosidasas.

O consumo de alimentos que contenham uma concentração superior a 10^6 *B. cereus*/g pode resultar em intoxicação alimentar, logo os valores obtidos nessa pesquisa encontram-se bem abaixo desse limite indicando improvável risco de desenvolvimento de intoxicação com o consumo deste produto.

A *Salmonella* sp é uma bactéria entérica de ampla distribuição ambiental, especialmente em condições sanitárias precárias, e sua presença em alimentos pode resultar em infecções alimentares; já os *Staphylococcus aureus* são microrganismos presentes naturalmente nas mucosas humanas, contudo apenas as cepas coagulase positivas são capazes de causar intoxicações alimentares.

Hervatin (2009) avaliou a presença de *Staphylococcus aureus* coagulase positivo e *Salmonella* sp, não observando crescimento de nenhum dos referidos microrganismos. A ausência de salmonela e o reduzido crescimento de estafilococos nesta pesquisa representa segurança de consumo deste produto, pois mesmo sendo o pólen obtido pelas abelhas em ambiente externo e sendo manipulado diretamente não ocorreu contaminação significativa.

Cabrera e Montenegro (2013) avaliaram a capacidade bactericida de extrato aquoso de pólen apícola para alguns microrganismos, dentre eles o *S. aureus*, constatando que este microrganismo teve crescimento inibido em altas concentrações de pólen no extrato (>50%), contudo ainda menores do que as exigidas para inibição de *Escherichia coli* e *Pseudomonas aeruginosa* e ressaltaram que a atividade antimicrobiana deve-se principalmente em função dos compostos fenólicos presentes no pólen apícola, vinculando diretamente com a origem botânica.

Note-se que os autores trabalharam com extrato aquoso, isto é, diluíram a amostra o que diretamente minimiza o potencial bactericida do mesmo, enquanto neste trabalho foi investigado diretamente no produto. Isto implicaria afirmar que para este microrganismo o pólen apícola apresenta larga capacidade de controle, especialmente porque é um produto com elevado conteúdo de compostos fenólicos.

Embora bolores e leveduras não tenham um padrão de comparação, é importante avaliar suas concentrações em função da possibilidade de produção de micotoxinas. Almeida *et al.* (2012) encontraram valores de bolores e leveduras entre $1,5 \times 10^2$ e $1,48 \times 10^4$ UFC.g⁻¹ enquanto Santos *et al.* (2010) encontraram valores de $1,0 \times 10^2$ a $9,7 \times 10^3$ UFC/g, já Hervatin (2009) fez análise em dois períodos do ano, de março/abril de 2007, onde suas faixas compreenderam crescimento de $1,5 \times 10^4$ a $7,8 \times 10^4$ UFC/g e o período de out/nov. cujos valores foram em torno de 9×10^4 a $1,2 \times 10^6$ UFC/g.

Rodrigues *et al.* (2008) em amostras de pólen do Brasil detectaram a presença de *Penicillium sp.*, *Aspergillus niger* e *Cladosporium cladospriedes* em 100 e 67% das amostras, respectivamente. De fato, as condições de conservação deste produto devem ser adequadas, pois se a aw e a temperatura não forem as mais corretas os fungos multiplicam-se podendo, algumas espécies produzir toxinas. Comparando os dados, pode-se notar que os resultados desta pesquisa foram próximos a alguns, contudo bem inferior a maioria, induzindo a inferir que a probabilidade de haver contaminação com micotoxinas neste produto é muito pequena, aproximando-se mais dos resultados conseguidos por Ferreira (2012).

González *et al.*, (2005) afirmam que as fases críticas para a contaminação do pólen por fungos, são a permanência por longos períodos nos caça-pólen, o tempo e condições de secagem. Na primeira fase a umidade relativa do pólen pode aumentar, na segunda fase, deve evitar-se a secagem ao ar livre, porque a temperatura é baixa. Estes fatores favorecem tanto o crescimento dos fungos quanto a produção de micotoxinas.

Portanto, pode-se considerar que os resultados foram satisfatórios, pois todos os valores mantiveram-se abaixo do padrão de referência utilizado, desta forma pode-se afirmar que o produto beneficiado pelo Assentamento encontra-se apto para o consumo humano não oferecendo riscos de causar toxinfecções alimentares.

As amostras de gergelim também passaram por análise microbiológica a fim de atestar sua segurança para ser utilizado nas formulações que foram servidas aos provadores. Os resultados indicaram que as amostras encontravam-se aptas para o uso e consumo, não oferecendo risco aos consumidores que provassem do produto elaborado.

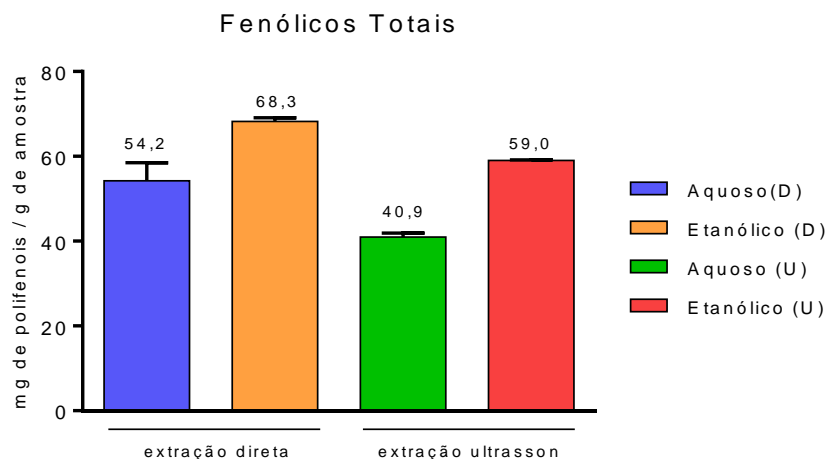
4.4 Perfil Antioxidante

Estudos apontam para uma riqueza em compostos fenólicos, os quais são amplamente divulgados por terem ação antioxidante que preveniria o envelhecimento precoce, o avanço de várias doenças crônicas não-degenerativas, como o câncer, e doenças do sistema cardiovascular e cerebral.

As propriedades biológicas dos compostos fenólicos estão relacionadas com a atividade antioxidante que cada fenol exerce sobre determinado meio. A atividade dos antioxidantes, por sua vez, depende de sua estrutura química, podendo ser determinada pela ação da molécula como agente redutor (velocidade de inativação do radical livre, reatividade com outros antioxidantes e potencial de quelação de metais) (NEVES; ALENCAR; CARPES, 2009). Por isso, o fato de uma amostra apresentar alto teor de compostos fenólicos não significa, necessariamente, que ela terá alta atividade de proteção.

Como explicitado anteriormente, foram utilizados dois tipos de solventes e duas formas de extração para a quantificação dos fenólicos totais presentes nas amostras, e como se observar (Figura 17) houve diferença de extração em relação ao solvente, o etanol conseguiu capturar mais substâncias que a água, contudo a utilização do sistema de ultrassom não agregou efeito positivo, o que induz a afirmar que a agitação mais vigorosa do agitador magnético é mais eficaz para amostras de pólen apícola.

Figura 17: Concentração de compostos fenólicos nos extratos de pólen apícola



Os valores médios com desvio padrão são apresentados na Tabela 8, onde é possível verificar significativa diferença entre os resultados dentro de cada método de extração, bem como entre os solventes empregados. O teste que demonstrou maior variação entre as leituras foi o de extração direta em meio aquoso. Esta oscilação pode ser associada à afinidade das

substâncias com o solvente, e o método de extração interfere na liberação destas nesses solventes.

Tabela 8: Valores médios das concentrações de compostos fenólicos nos extratos.

AMOSTRAS	Média±SD
Direto aquoso	54,2±4,26
Direto Etanólico	68,3±0,86
Ultrassom Aquoso	40,9±0,95
Ultrassom Etanólico	59,0±0,19

Quando comparados com outros estudos, estes resultados aparecem bem mais sobressalentes, pois, em geral, a quantificação não foi tão significativa quanto nesta pesquisa. Neves, Alencar e Carpes (2009) avaliaram amostras oriundas de Alagoas, Bahia, Sergipe e Minas Gerais e encontrou os valores de 13,78, 8,33, 7,01 e 6,9. Já Carpes *et al.* (2008) em amostras da região Sul do Brasil obteve valores que variaram de 19,28 a 48,90 mg/g. Menezes (2009) encontrou valores expressivos cuja faixa variou de 14,31 a 132,39 mg/g, neste caso um os tipos polínicos dominantes eram de *Mimosa pudica* e *Eucalyptus*, sendo que as maiores concentrações de fenólicos foi detectada nesta última.

A variedade de compostos fenólicos está diretamente associada com a identidade botânica, isto é, conforme os tipos polínicos predominantes pode-se haver modificação neste perfil. É possível, inclusive, em uma mesma região de estudo ocorrer diferenças nesses valores, em virtude da modificação da flora e das fontes polínicas dessas abelhas. Desta forma, regiões geográficas distintas, biomas diferentes e períodos de coleta diversos tendem para valores oscilantes, porém isso não deve ser generalizado, ou seja, a dependência está nas substâncias presentes nas plantas visitadas.

Embora a quantificação de compostos fenólicos seja um bom instrumento para se afirmar o potencial antioxidante do pólen apícola, a análise não deve se restringir apenas a essa parte, pois o fato de haver elevada quantidade de compostos fenólicos não significa necessariamente que essas substâncias apresentam efetiva ação protetora no organismo, por isso deve-se realizar testes *in vitro* da atividade de proteção que esses extratos podem promover.

Baseados nisto, os resultados a seguir foram obtidos para comprovar a eficácia de ação antioxidante deste produto. Foram utilizadas duas metodologias de determinação de ação protetora, pois cada método tem uma sensibilidade diferente, assim foi possível verificar qual é mais efetivo na determinação de atividade antioxidante desempenhada pelos extratos. Ao

acompanhar as médias nota-se que o método de DPPH apresenta melhor desempenho e em concordância com os dados dos fenólicos totais, os extratos etanólicos foram os que demonstraram maior atividade.

Tabela 9: Atividade de proteção dos extratos pelos métodos ABTS e DPPH

AMOSTRA	% DE PROTEÇÃO (ABTS)*	% DE PROTEÇÃO (DPPH)*
Direto Aquoso	23,8±7,5	55,1±4,62
Direto Etanólico	64,2±6,5	90,3±1,2
Ultrassom Aquoso	36,5±2,7	60,8± 0,4
Ultrassom Etanólico	63,8±10,5	86,3± 3,2
*IC 95% - Intervalo com 95% de confiança		

Carpes (2008) esclarece que a atividade antioxidante do radical livre estável DPPH• se baseia na transferência de elétrons de um composto antioxidante para essa espécie radicalar. Carpes *et al.* (2008) encontraram atividade antioxidante nos extratos de pólen mensurada pelo método do DPPH que variou de 30,54 a 94,73%, com uma média de 73,44±21,10%. As variações observadas tiveram como justificativa as diferentes composições das plantas de origem do pólen coletado e a sensibilidade do método.

Menezes (2009) encontrou o mínimo de 37,94% de neutralização do radical DPPH na amostra que apresentou 82,8% de frequência do tipo polínico *Mimosa pudica* e um máximo de neutralização 93,21% na amostra que apresentou 99,2% de frequência do tipo polínico *Eucalyptus*, com uma média de 85,14% ± 1,17 de neutralização do radical DPPH.

LeBlanc *et al.* (2009) trabalhando com pólen do Deserto de Sonora (Deserto Gila – EUA/Mex.), verificou que o gênero *Mimosa* foi o que apresentou maior atividade antioxidante, pelo método de DPPH e FRAP. Foram testados vários solventes dentre os quais o que obteve melhor resposta para DPPH foi o metanol, registrando atividade de 90,45%±0,69, no aquoso ele detectou atividade de 52,10%±3,03 e no etanólico, 75,90%±1,19, em método de extração direta.

Percebe-se a partir da atividade antioxidante que o método mais sensível foi o de DPPH e o etanol o melhor solvente, evidenciando correlação positiva com o conteúdo de fenólicos totais. Viu-se também que os dados obtidos nesta pesquisa foram mais significativos que os registrados por outros pesquisadores denotando maior riqueza em bioativos nessa amostragem.

4.5 Avaliação sensorial das barras

4.5.1 Pesquisa qualitativa: Grupo de foco

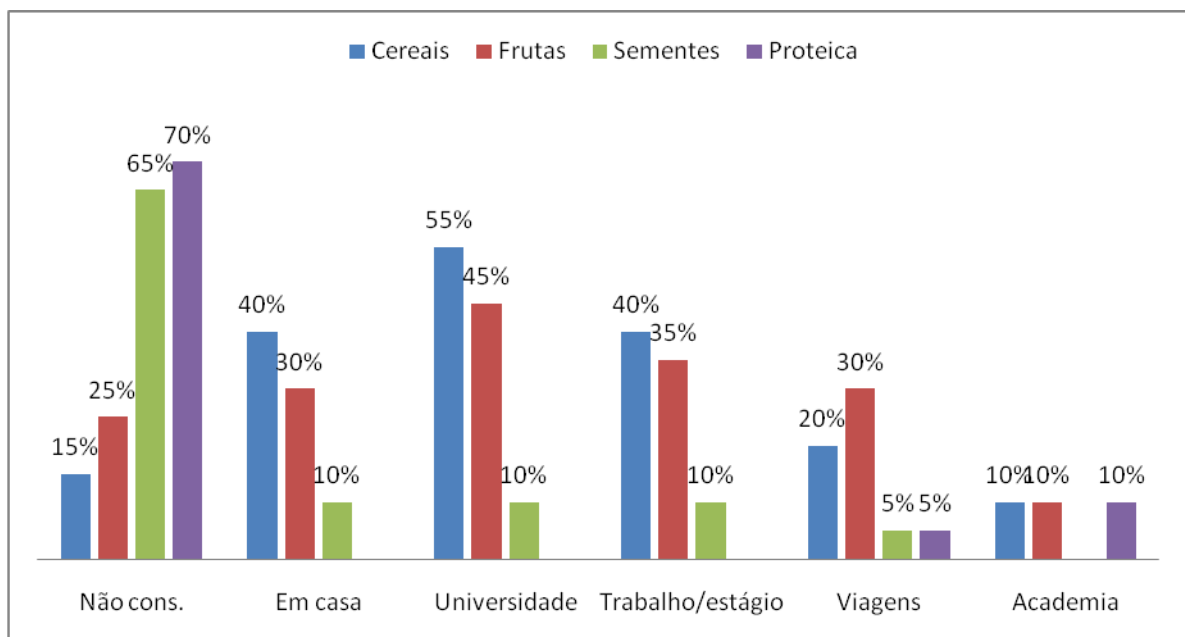
Dos vinte participantes do grupo de foco, 85% eram do sexo feminino e 15% do sexo masculino; 80% pertenciam à faixa etária de 20 a 25 anos e 20% tinham menos que 20 anos de idade. Nenhum era portador de doença crônica e todos eram universitários.

Em geral, quem fazia as compras de casa era um parente (55%) e 45% eram eles próprios. Quando inquiridos sobre a renda familiar, as respostas foram de: 60% para a faixa de um a cinco salários mínimos; 20% de cinco a dez salários mínimos; 10% na faixa de 10 a 15; e 10% não declararam a renda da família. A maioria dos participantes, 50%, declarou não praticarem atividade física, nos 45% que informaram que o faziam, incluem-se aqueles ditos atletas de finais de semana e os 5% não responderam o item.

A relevância destas informações reside na escolha dos produtos, ou seja, compra-se um produto porque se acredita que ele atende às expectativas nutricionais e não porque é de menor custo ou por ser indiferente à escolha, tanto faz levar produto “A” ou produto “B”.

A Figura 18 mostra os principais locais onde os participantes costumavam consumir barras alimentares, especificadas na legenda. Cabe ressaltar que neste item o participante podia marcar mais de uma opção de local de consumo.

Figura 18: Locais de consumo de barras alimentares



As barras de cereais e de frutas são mais usualmente consumidas na universidade, respectivamente 55% e 45% declararam esta preferência, por ser um lanche prático e de fácil conservação, além de serem mais populares no mercado consumidor.

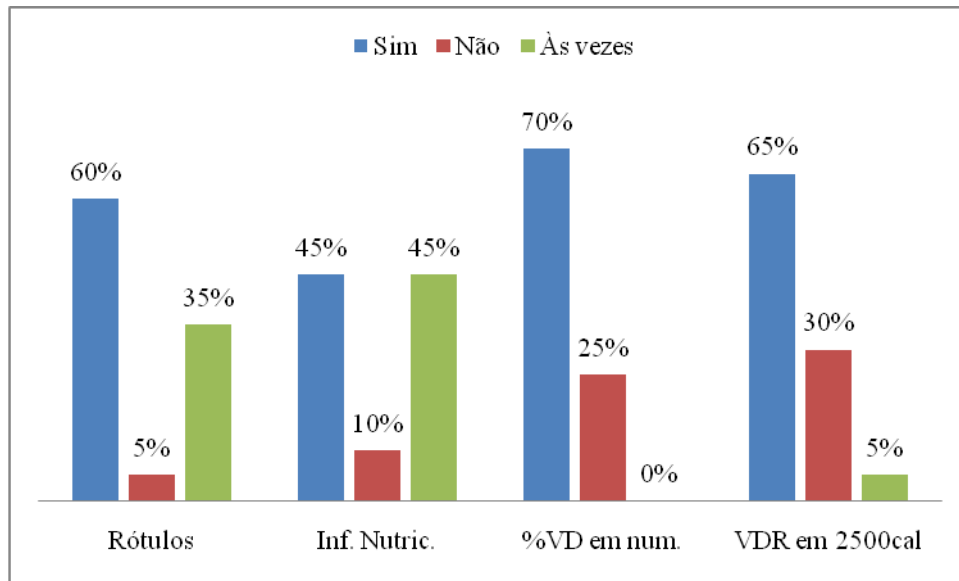
Para barras de semente, 65% dos participantes declararam não consumirem em ocasião alguma; a proporção dos que consumiam em casa, na universidade e no trabalho/estágio foi equivalente, isto é, 10% dos provadores. As barras proteicas foram as que apresentaram maior percentual de pessoas que não consumiam, 10% informaram consumir na academia e 5% durante viagens.

Barras de cereais e de frutas foram as que apresentaram os maiores índices de consumo, pois como dito são mais populares, não somente no sentido de serem mais conhecidas, mas principalmente no aspecto financeiro, os valores oscilam conforme a marca e o peso, contudo ainda se mantêm acessíveis para a maioria. Sabor também foi relatado como fator determinante de escolha, os consumidores mais assíduos afirmaram que as barras de cereais e frutas são melhores que as barras de sementes e proteicas, mas o consumo desta última se daria mais pela sua funcionalidade e não pelo gosto.

É possível delinear uma sutil relação entre as informações demográficas fornecidas pelos participantes com esse gráfico de consumo. Iniciando pela proporção de pessoas que não consome barras proteicas, este é um hábito típico de praticantes de atividade física, como a maioria revelou não realizar qualquer tipo de exercício, logo é compreensível o baixo índice. Outro fator que pode justificar é a faixa salarial, pois esse tipo de barra apresenta custo mais elevado que as de cereais ou de frutas.

A Figura 19 representa as repostas assinaladas pelos membros quando perguntados sobre o hábito de lerem os rótulos dos produtos antes de comprá-los; se olhavam a informação nutricional; se sabiam que a declaração no rótulo do valor calórico, do conteúdo de nutrientes e componentes deve ser feita em forma numérica e declarada em % dos Valores Diários (%VD); e se sabiam se os valores diários de referência eram baseados em uma dieta de 2500 calorias, ou seja, de um adulto normal. Estas informações também apresentam impacto na escolha do produto e a consciência enquanto consumidor tem efeito direto na indústria.

Percebe-se que os participantes demonstram consciência da importância de leitura do rótulo bem como dos valores de ingestão diária baseados na quantidade limite da dieta. Entretanto, a leitura da informação nutricional, que representa um elemento-chave da embalagem do produto, eles nem sempre olham, isto significa que eles podem adquirir um produto por algum apelo veiculado no rótulo, contudo nem sempre essa informação é confirmada na informação nutricional.

Figura 19: Hábitos de consumidor: leitura e conhecimento

A partir das discussões, os participantes falaram sobre as barras de cereais que são bastante utilizadas em função do aspecto de saudabilidade envolvido como o fornecimento de fibras e de energia, substituto de um lanche não saudável como frituras e snacks; das inovações que poderiam ser feitas como a inserção de produtos mais naturais, pois muitos consideram as barras alimentares produtos industrializados. Em ordenação afirmaram que os atributos sensoriais mais importantes para barras em geral são: sabor, textura, aroma e doçura.

Há divergências quanto às preferências em relação aos tipos de barra alimentar entre os dois grupos, contudo em um ponto entraram em consenso, no aspecto de sabor das barras proteicas, que estas apresentam sabor não muito agradável, e que as mesmas poderiam utilizar fontes mais naturais de proteínas.

Quando questionados sobre os produtos apícolas, a maioria conhecia somente o mel como produto alimentício e na indústria farmacêutica e de cosméticos eles conheciam outros compostos (própolis e geleia real). Nenhum conhecia o pólen apícola como alimento ou suplemento alimentar, alguns tinham em mente o pólen, unicamente, como meio de disseminação das plantas.

Ao final do grupo, compilando as informações arroladas pelos membros, o direcionamento conferido foi para um produto que mantivesse suas características naturais ao máximo, fontes naturais de proteína, pois as barras disponíveis no mercado são principalmente *whey protein*, que embora derivada do soro de leite (um produto natural) ela é oferecida isoladamente no produto.

Em ambas as sessões, os participantes apontaram sabor e textura como características fundamentais em uma barra e que este tipo de produto é visto hoje como uma alternativa para

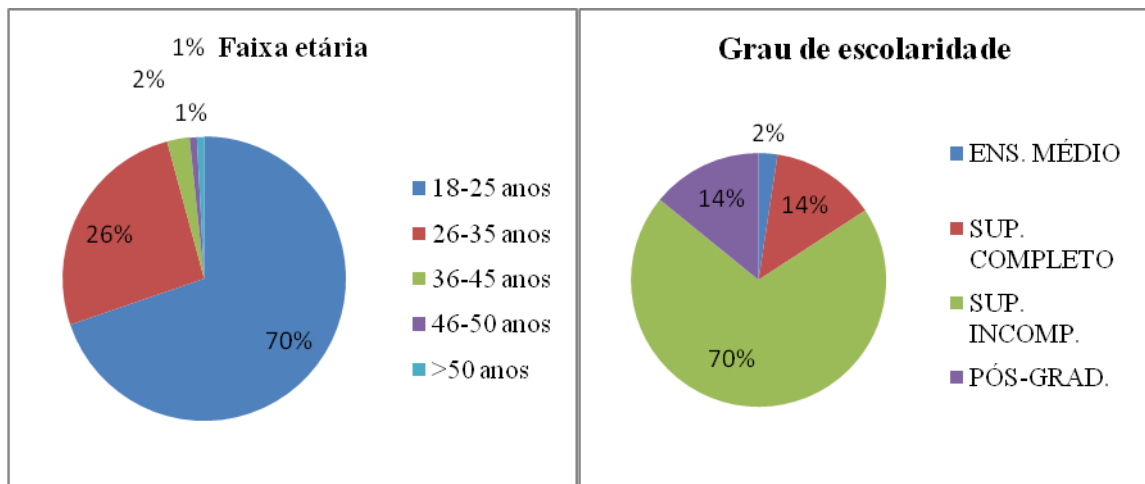
quem deseja seguir uma dieta equilibrada. Desta forma, foi possível consolidar a proposta de elaboração de um produto de alto valor nutricional, utilitário e sem perder o apelo natural.

4.5.2 Pesquisa quantitativa: Teste de Aceitação

4.5.2.1 Caracterização dos provadores

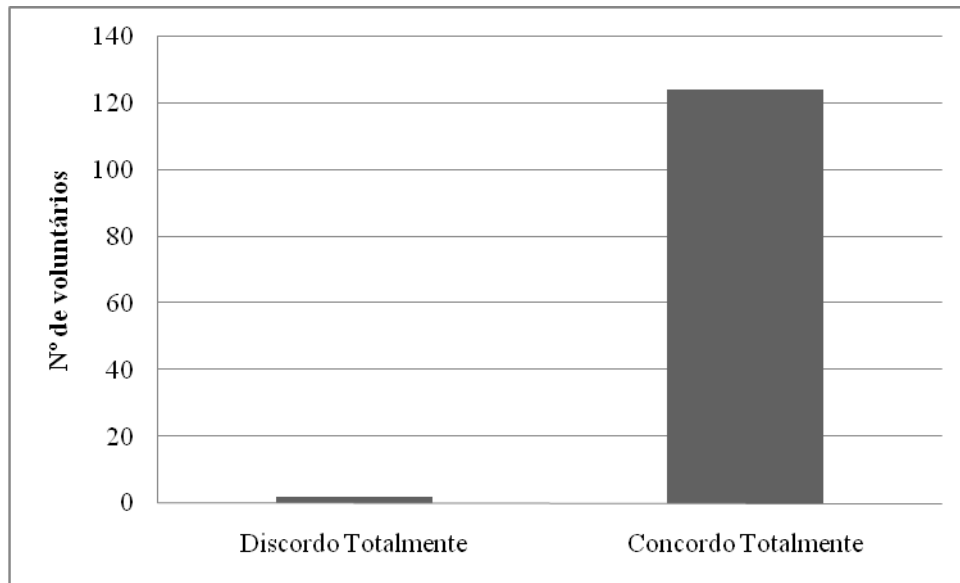
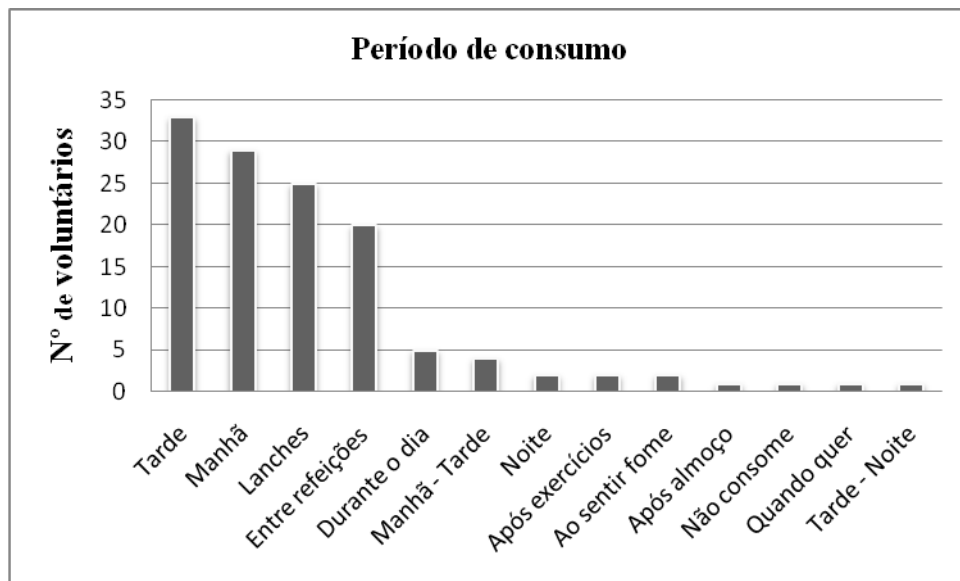
O teste de aceitação contou com a participação de 132 provadores, dos quais 95 eram do sexo feminino e 37 do sexo masculino, que responderam fichas com escala hedônica, escala do ideal e intenção de compra. Os resultados obtidos com as fichas de perfil entregues aos provadores no momento do teste podem ser visualizados nas figuras abaixo.

Figura 20: Faixa etária e Grau de instrução dos provadores

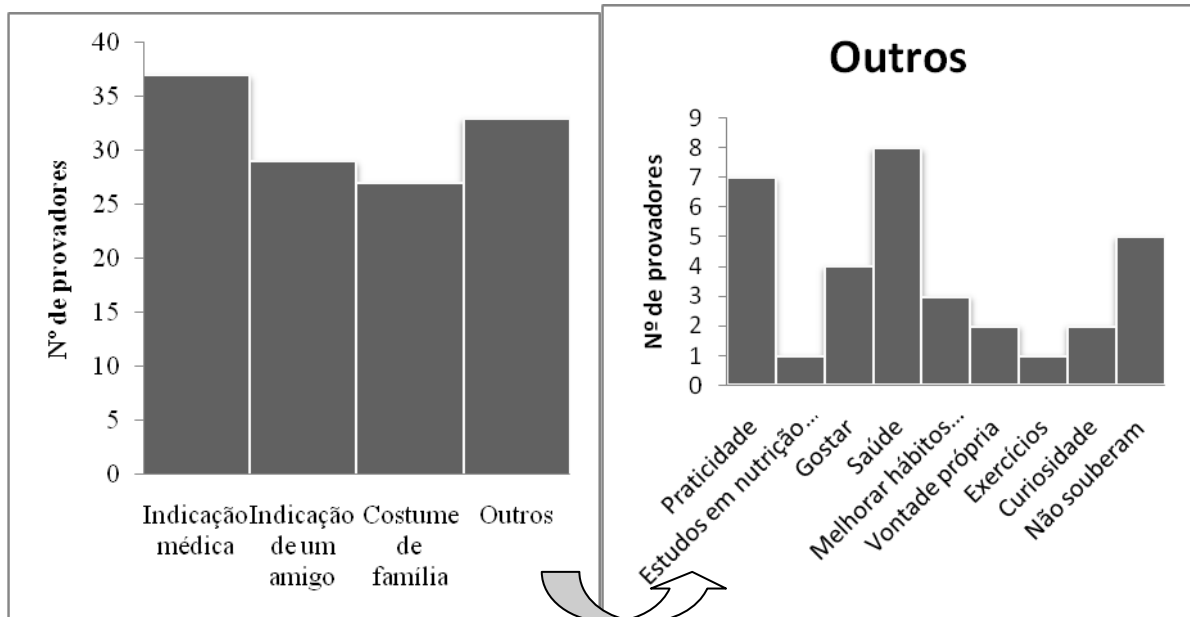


Por ter sido aplicado na universidade era esperado que a faixa etária fosse majoritariamente compreendida entre 18 e 25 anos, seguida pela de 26 a 35 anos, como se pode verificar na Figura 20, ou seja, faixa de adultos jovens. Em termos gerais, naquela faixa etária é comum os indivíduos frequentarem academias ou espaços de treinamento. Quanto à escolaridade, houve maior concentração de alunos de graduação, condizente com os dados da faixa etária.

Outras informações relevantes para a caracterização foram obtidas dos provadores e estão representadas nas figuras 21 e 22, dos 132 participantes dos testes, cinco não responderam a contento aos que foi solicitado. A Figura 21 representa a opinião dos provadores quanto à saudabilidade das barras alimentares, nota-se que é quase unânime que este tipo de produto é saudável, beneficiando quem dele consome.

Figura 21: Opinião sobre a saudabilidade de barras alimentares**Figura 22:** Momentos em que costuma consumir barra alimentar

Acompanhando a Figura 22, observam-se os momentos que os provadores usualmente consomem as barras alimentares. O destaque é para o turno da tarde. Estabelecendo relação dessa informação com as de perfil demográfico, acredita-se que essa prevalência de consumo a tarde seja em função do período que esses indivíduos estão na universidade, pois entre os intervalos de aula muitas vezes não há tempo para um lanche prolongado, logo as barras alimentares seriam uma boa opção por conferirem aporte nutricional satisfatório e de rápida ingestão.

Figura 23: Motivação para consumo de barras alimentares

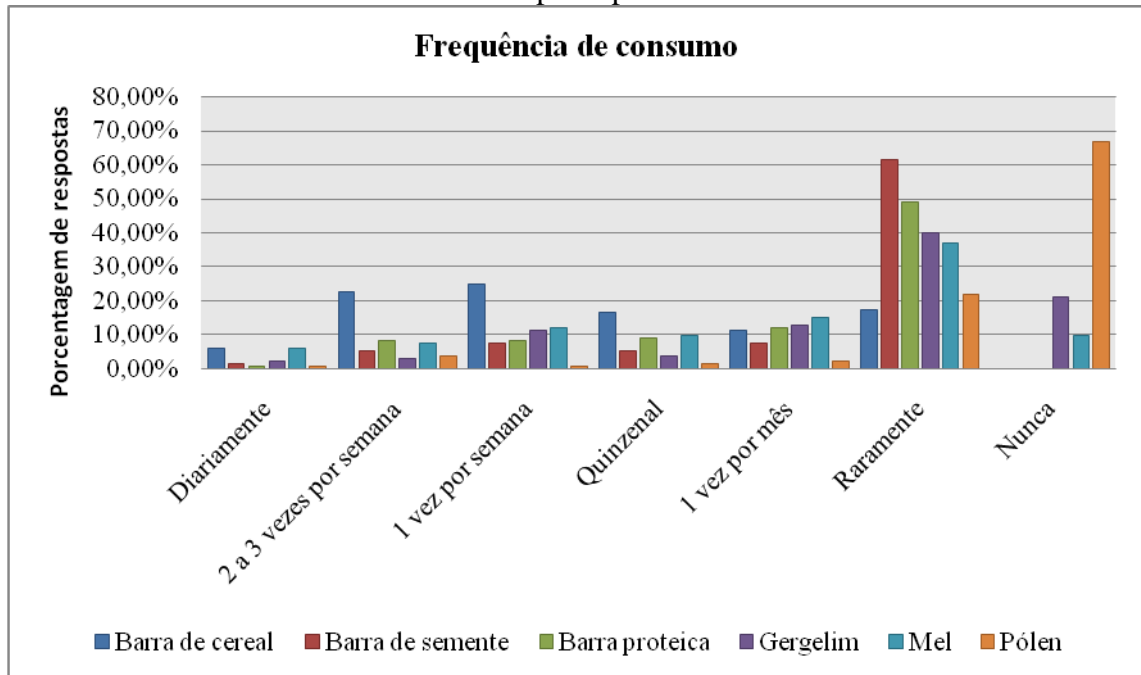
Aos provadores foi solicitado informar o motivo que os fazia consumir barras alimentares. Como se verifica na Figura 23, a principal razão foi indicação médica e se observar dentre os “outros” motivos o fator saúde foi o que se destacou, corroborando com o motivo anterior. Esta manifestação coincide também com a concepção de saudabilidade registrada pela maioria.

As relações interpessoais bem como os costumes da família apresentaram efeito na motivação de consumo de barras. Este efeito é natural do ser humano, pois se no meio que o envolve uma determinada situação é corriqueira, ele tenderá a repeti-la igualmente.

Analisando a Figura 24, nota-se que os maiores índices de consumo relatados pelos consumidores são para barra de cereal, nos períodos diariamente até quinzenalmente. As barras de semente são pouco consumidas, aparecendo com maior porcentagem na frequência “raramente”. Ainda que de modo muito incipiente, as barras proteicas aparecem em consumo quinzenal e 1 vez/mês de modo significativo.

Essa configuração pode ser entendida tanto pelo aspecto funcional quanto pelo financeiro, pois as barras de cereal são as mais antigas, em termos de processamento, dispõem de razoável contribuição nutricional e são de menor custo. As barras de sementes e de proteína são de custo mais elevado, o que pode ser atribuído às matérias primas. A segunda possui uma função bastante específica que é a de fornecer maior aporte proteico, tendo em vista que os atletas ou praticantes de atividade física carecem desse conteúdo mais elevado.

Figura 24: Frequência de consumo de barras alimentares e ingredientes da barra elaborada informada pelos provadores

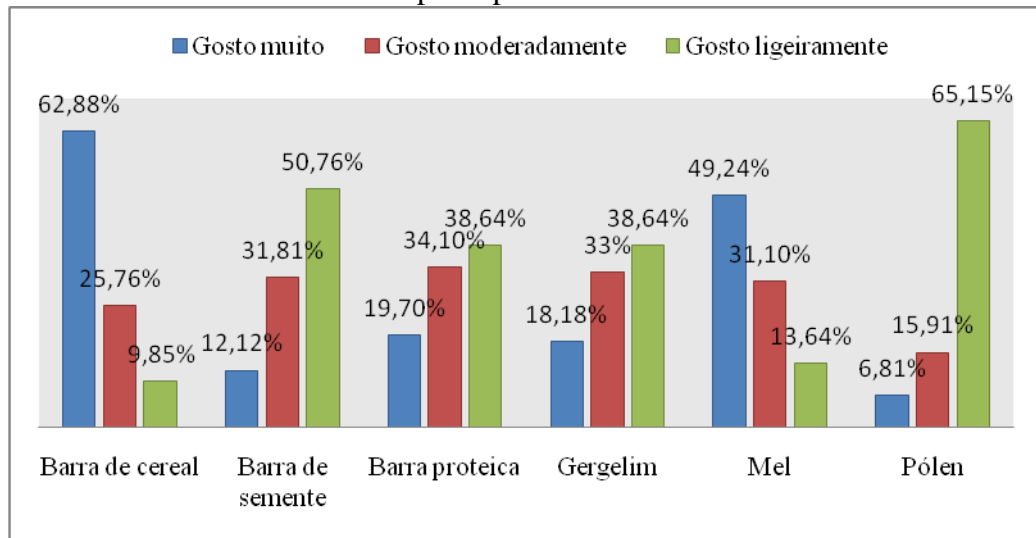


Para os ingredientes de barra, pouco mais de 66% dos provadores nunca consumiram pólen apícola, porque desconheciam a sua utilização como alimento. O mel se destacou pelo maior índice de consumo, pois é um produto que tradicionalmente é utilizado em consumo direto ou em preparações culinárias, além do cunho terapêutico. Já o gergelim contou com uma pequena porcentagem de maior frequência de consumo, isto porque é um produto de consumo associado a farináceos.

O destaque para o grau de gostar, como pode ser verificado na figura 25, foi para barras de cereal, por serem mais populares e possuírem diversos ingredientes que influenciam na aceitação do sabor, como o uso de coberturas (chocolate, estruturas similares a tortas); uso de amêndoas e até frutas secas. As barras de semente apresentaram menor quantidade de pessoas que informaram gostar em relação às de proteína, possivelmente por estas serem revestidos com chocolate, que tendem a melhorar o sabor do produto.

Dentre os ingredientes da barra elaborada, o mel obteve melhor percentual de gostar, seguido pelo gergelim, certamente porque são elementos que fazem parte dos hábitos alimentares do público em geral, enquanto que o pólen alcançou escores elevados para o “gosto ligeiramente”.

Figura 25: Grau de gostar de barras alimentares e ingredientes da barra elaborada informada pelos provadores



4.5.2.2 Teste de aceitação

Pela análise de variância do modelo de 2ª ordem para as variáveis dependentes: aparência, textura, aroma, sabor e impressão global, assim como aconteceu para o modelo de 1ª ordem, a 5% de significância, não foram observados efeitos significativos dos fatores do modelo sobre essas variáveis ($p > 0,05$). Assim, não foi possível afirmar que os percentuais de gergelim e pólen afetaram a aceitação desses atributos dos produtos elaborados. Observou-se também que não houve falta de ajuste.

A suposição de normalidade dos resíduos feita pelo teste de Shapiro apresentou resultado não significativo ($p > 0,05$), indicando normalidade dos mesmos.

Tabela 10: Resumo da significância dos resultados dos testes para os termos dos modelos analisados, Teste da falta de ajuste e teste de Bartlett, para os atributos.

ATRIBUTOS	Teste de Bartlett	Modelo de 2ª ordem			
		Termos do modelo	Falta de Ajuste	Termos do modelo	Falta de Ajuste
Aparência	0,0034(**)	ns	ns	ns	ns
Textura	ns	ns	ns	ns	0,0229(*)
Aroma	ns	ns	0,0406(*)	ns	0,0412(*)
Sabor	ns	ns	ns	ns	ns
Impressão Global	ns	ns	ns	ns	ns

ns – não significativo; (*) significativo a 5%; (**) significativo a 1%.

Para o atributo aparência, o modelo de superfície de resposta não apresentou resultado significativo para os termos de 1º (lineares) e 2º grau (quadrático), p -valor $> 0,05$. O teste de falta de ajuste foi não significativo, garantindo o prosseguimento com a metodologia

de superfície de resposta. A Tabela 11 indica que os percentuais de gergelim e de pólen das formulações não influenciaram as notas desse atributo, o qual apresentou valor médio de 6,6 (Tabela 12), estando entre as categorias “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente” da escala hedônica e indicando que a aparência dos produtos elaborados permaneceu na faixa de aceitação da escala (notas entre 6 e 9).

Tabela 11: Análise de Variância para o ajuste do modelo de Superfície de Resposta do atributo Aparência

Fontes de Variação	Gl	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	p-valor
Termos lineares (Gergelim, Polen)	2	0,09614	0,048072	0,5057	0,6267 (ns)
Interação (Gergelim, Polen)	1	0,07374	0,073739	0,7757	0,4124(ns)
Termos quadráticos (Gergelim, Polen)	2	0,14488	0,072438	0,7620	0,5071(ns)
Resíduos	6	0,57038	0,095063	----	----
Falta de ajuste	3	0,37269	0,124231	1,8853	0,3078(ns)
Erro Puro	3	0,19769	0,065895	----	----
Total	11		----	----	----

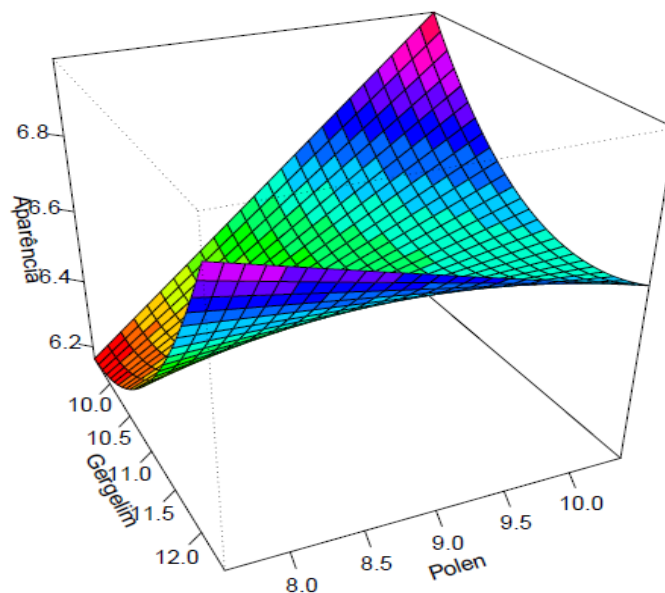
(ns) não significativo.

Tabela 12: Médias do atributo aparência para as formulações contendo gergelim e pólen.

Formulações	Pólen (%)					Média
	7.58	8	9	10	10.41	
Gergelim (%)						
9.58	---	---	6,8	---	---	6,8
10	---	6,1	---	6,6	---	6,4
11	6,4	---	6,3	---	6,5	6,4
12	---	6,9	---	6,9	---	6,9
12.41	---	---	6,3	---	---	6,3
Média	6,4	6,5	6,5	6,7	6,5	6,6

Escala: 1 = desgostei muitíssimo; 5 = nem gostei, nem desgostei; 9 = gostei muitíssimo.

Figura 26: Superfície de resposta para aceitação da aparência dos produtos



Quanto à textura (Tabela 13), analisando o teste de falta de ajuste do modelo não foi significativa, apresentando-se baixo poder preditivo. O mesmo comportamento da aparência foi observado na textura, que gergelim e pólen não apresentaram efeitos sobre estes atributos.

Tabela 13: Análise de Variância para o ajuste do modelo de Superfície de Resposta do atributo Textura.

Fontes de Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	p-valor
Termos lineares (Gergelim, Polen)	2	0,76642	0,38321	1,1716	0,37193(ns)
Interação (Gergelim, Polen)	1	0,00214	0,00214	0,0066	0,93811(ns)
Termos quadráticos (Gergelim, Polen)	2	0,05712	0,02856	0,0873	0,91752(ns)
Resíduos	6	1,96251	0,32709	----	----
Falta de ajuste	3	1,84979	0,61660	16,4094	0,02296(*)
Erro Puro	3	0,11273	0,03758	----	----
Total	11		----	----	----

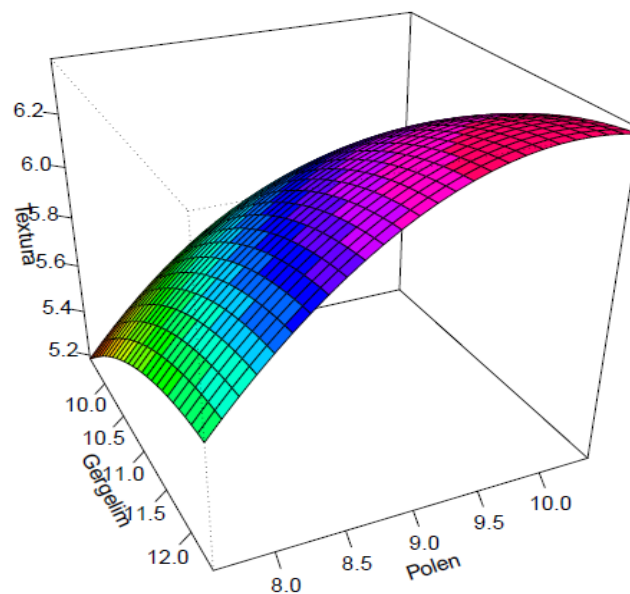
(ns) não significativo; (*) significativo a 5%

Tabela 14: Médias do atributo textura para as formulações contendo gergelim e pólen.

Formulações	Pólen (%)					Média
	7.58	8	9	10	10.41	
Gergelim (%)						
9.58	---	---	6,0	---	---	6,0
10	---	5,0	---	6,1	---	5,5
11	5,8	---	6,1	---	5,7	5,8
12	---	6,1	---	7,1	---	6,6
12.41	---	---	5,6	---	---	5,6
Média	5,8	5,5	5,9	6,6	5,7	5,9

Escala: 1 = desgostei muitíssimo; 5 = nem gostei, nem desgostei; 9 = gostei muitíssimo.

Figura 27: Superfície de resposta para aceitação da textura dos produtos



Embora a proporção dos ingredientes não tenha apresentado efeito significativo, a curvatura da superfície aponta para uma tendência à otimização, indicando que o aumento das quantidades de pólen e de gergelim possivelmente levaria a um aumento na resposta de aceitação da textura. Nesta situação, porém, isto implicaria em alterações nas características próprias do produto e ultrapassaria os limites de restrição, que foram estabelecidos baseados na possibilidade de causar problemas gastrointestinais (gergelim) e de não resultar em ganhos de proteína para o consumidor (pólen).

O atributo aroma, pela superfície (Figura 28), possui duas tendências contrárias, contudo a que prevalece, ou seja, a que mostra um pico com maior pontuação, é quando se tem menores concentrações de pólen e maior de gergelim. Todavia, pela ANOVA (Tabela 15) é possível notar que essas proporções não foram significativas estatisticamente. O valor médio obtido foi de 6,2, enquadrado na faixa de aceitação hedônica.

Tabela 15: Análise de Variância para o ajuste do modelo de Superfície de Resposta do atributo Aroma.

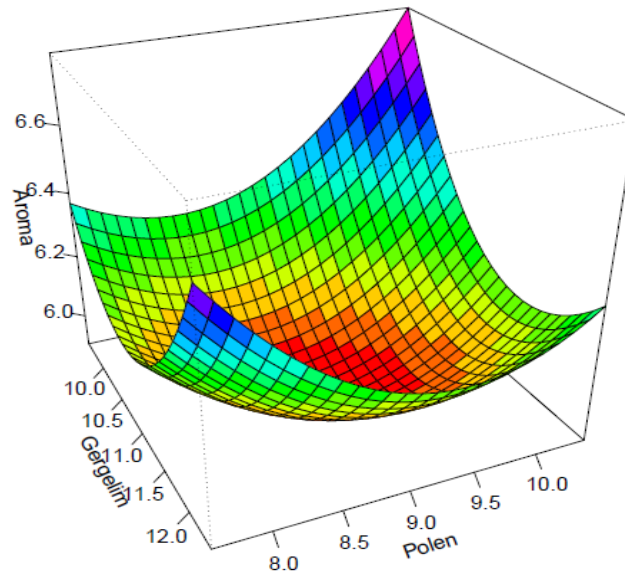
Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	p-valor
Termos lineares (Gergelim, Polen)	2	0,06409	0,032045	0,5726	0,59214(ns)
Interação (Gergelim, Polen)	1	0,02106	0,021059	0,3763	0,56212(ns)
Termos quadráticos (Gergelim, Polen)	2	0,26848	0,134242	2,3986	0,17161(ns)
Resíduos	6	0,33581	0,055968	----	----
Falta de ajuste	3	0,30713	0,102377	10,7097	0,04126(*)
Erro Puro	3	0,02868	0,009559	----	----
Total	11		----	----	----

(ns) não significativo.

Tabela 16: Médias do atributo aroma para as formulações contendo gergelim e pólen.

Formulações		Pólen (%)					Média
		7.58	8	9	10	10.41	
Gergelim (%)	9.58	---	---	6,4	---	---	6,4
	10	---	5,9	---	6,5	---	6,2
	11	6,4	---	5,9	---	6,0	6,1
	12	---	6,0	---	6,3	---	6,1
	12.41	---	---	6,1	---	---	6,1
	Média	6,4	5,9	6,1	6,4	6,0	6,2

Escala: 1 = desgostei muitíssimo; 5 = nem gostei, nem desgostei; 9 = gostei muitíssimo.

Figura 28: Superfície de resposta para aceitação do aroma dos produtos

Para o atributo sabor, pela análise de variância (Tabela 17) as interferências individuais, bem como o produto da interação entre os dois ingredientes não demonstrou ter diferença significativa (Figura 29). O valor médio recaiu na faixa do “nem gostei, nem desgostei”, algo visto como positivo, de certa forma, pois o pólen é uma matéria-prima não cotidiana para muitas pessoas e, mesmo assim, não representou um elemento de rejeição do produto.

Tabela 17: Análise de Variância para o ajuste do modelo de Superfície de Resposta do atributo Sabor.

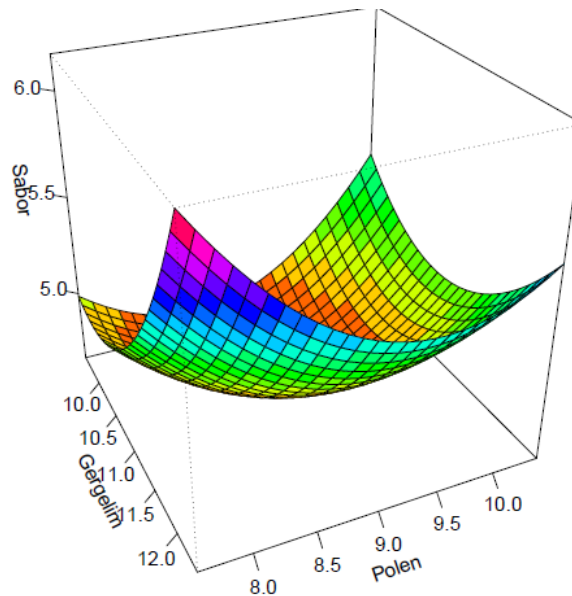
Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	p-valor
Termos lineares (Gergelim, Polen)	2	0,39197	0,19598	0,7732	0,5026(ns)
Interação (Gergelim, Polen)	1	0,07237	0,07237	0,2855	0,6123(ns)
Termos quadráticos (Gergelim, Polen)	2	0,45213	0,22607	0,8918	0,4580(ns)
Resíduos	6	1,52090	0,25348	----	----
Falta de ajuste	3	1,09751	0,36584	2,5922	0,2274(ns)
Erro Puro	3	0,42339	0,14113	----	----
Total	11			----	----

(ns) não significativo.

Tabela 18: Médias do atributo sabor para as formulações contendo gergelim e pólen.

Formulações		Pólen (%)					Média
		7.58	8	9	10	10.41	
Gergelim (%)	9.58	---	---	4,9	---	---	4,8
	10	---	4,5	---	5,3	---	4,9
	11	5,4	---	4,7	---	4,6	4,9
	12	---	5,6	---	5,8	---	5,7
	12.41	---	---	5,0	---	---	5,0
Média		5,4	5,1	4,8	5,6	4,6	5,1

Escala: 1 = desgostei muitíssimo; 5 = nem gostei, nem desgostei; 9 = gostei muitíssimo.

Figura 29: Superfície de resposta para aceitação do sabor dos produtos

A impressão global representa o julgamento que o provador faz do produto como um todo, sendo um dos pontos determinantes na escolha de uma formulação. Pela Figura 30 observa-se que aumentando a quantidade de gergelim e diminuindo-se a de pólen maior nota neste aspecto, contudo pela ANOVA (Tabela 19) notou-se que não houve influência significativa desses ingredientes. Por isso, não se tomou esta característica como ponto de escolha da formulação para a otimização.

Tabela 19: Análise de Variância para o ajuste do modelo de Superfície de Resposta do atributo Impressão Global.

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	p-valor
Termos lineares (Gergelim, Polen)	2	0,06328	0,03164	0,0915	0,9138 (ns)
Interação (Gergelim, Polen)	1	0,04931	0,04931	0,1427	0,7186 (ns)
Termos quadráticos (Gergelim, Polen)	2	0,28139	0,14069	0,4071	0,6827 (ns)
Resíduos	6	2,07377	0,34563	----	----
Falta de ajuste	3	1,65766	0,55255	3,9836	0,1430 (ns)
Erro Puro	3	0,41612	0,13871	----	----
Total			----	----	----

(ns) não significativo.

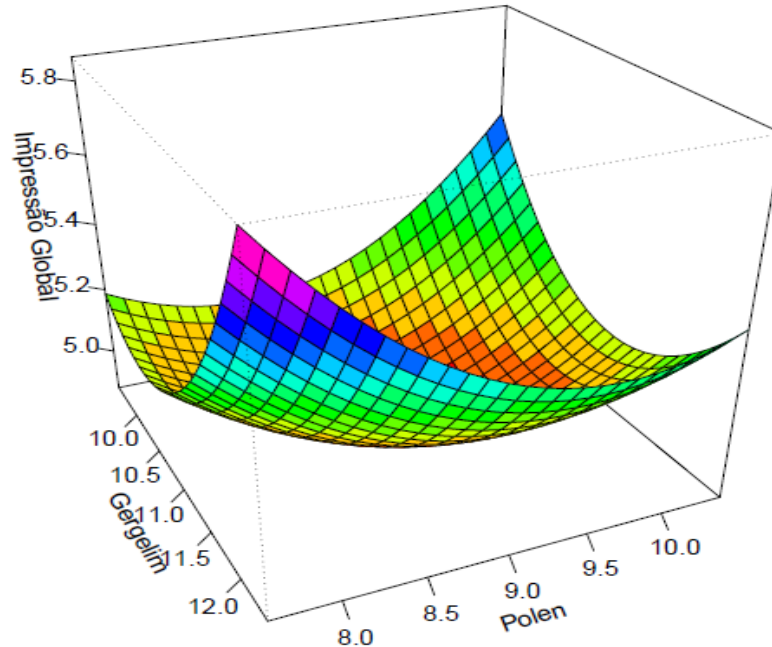
Tabela 20: Médias do atributo impressão global para as formulações contendo gergelim e pólen.

Formulações	Pólen (%)					Média
	7.58	8	9	10	10.41	
Gergelim (%)						
9.58	---	---	5,0	---	---	5,0
10	---	4,8	---	5,6	---	5,2
11	5,2	---	4,8	---	4,3	5,2
12	---	5,4	---	5,8	---	5,6
12.41	---	---	4,8	---	---	4,8

Média	5,2	5,1	4,9	5,7	4,3	5,0
-------	-----	-----	-----	-----	-----	-----

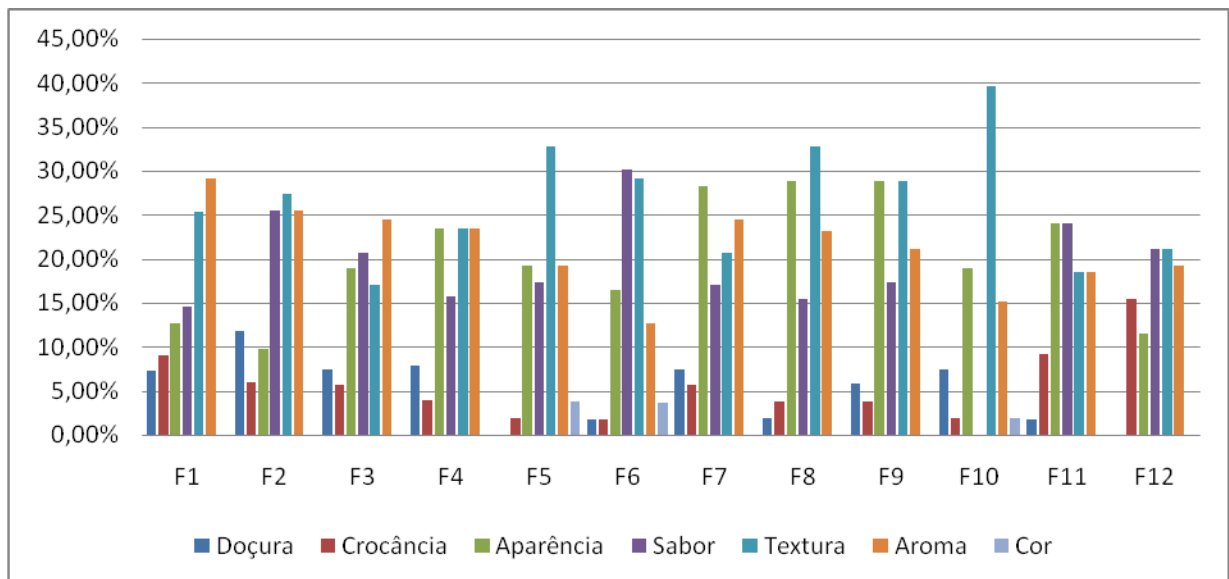
Escala: 1 = desgostei muitíssimo; 5 = nem gostei, nem desgostei; 9 = gostei muitíssimo.

Figura 30: Superfície de resposta para impressão global dos produtos



Solicitou-se aos provadores que informassem os atributos sensoriais mais e menos apreciados em cada formulação recebida. A frequência das respostas pode ser acompanhada nas Figuras 31 e 32, e no Apêndice 05, onde as doze formulações apresentam-se identificadas como F1 a F12.

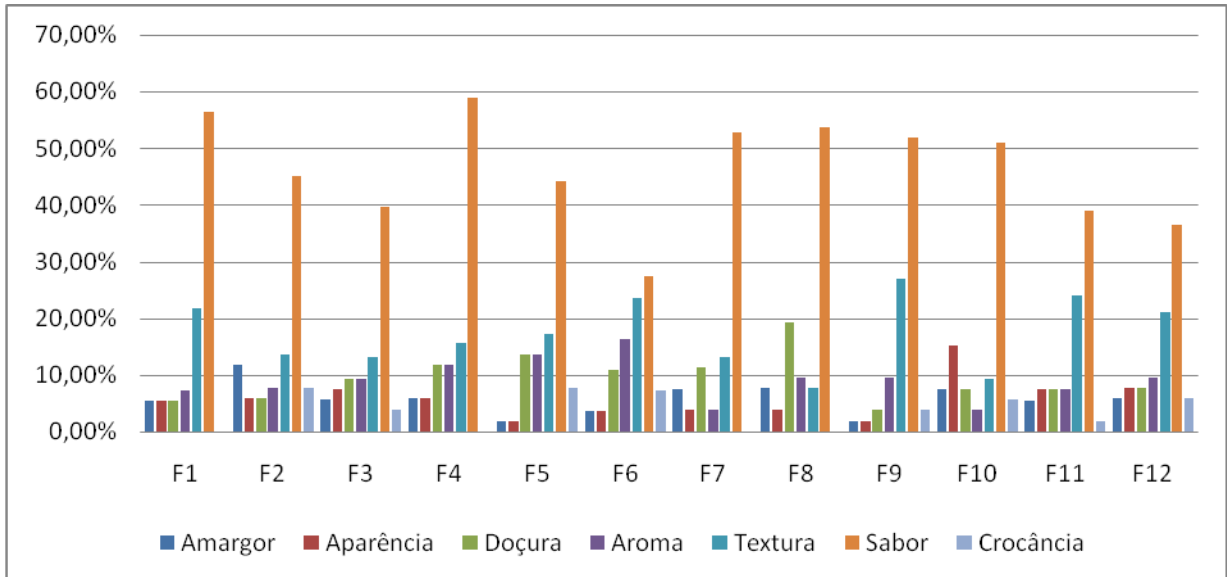
Figura 31: Comparativo entre os atributos mais preferidos



Note-se que as características que apareceram com maior frequência entre as respostas dos julgadores foram: textura, concordando com os dados obtidos na avaliação hedônica das amostras, seguido por aparência e aroma. O sabor foi o atributo que obteve a maior frequência

de citação no aspecto de “menos agradou” à equipe sensorial, exceto para as formulações dois, seis e onze, cuja frequência esteve entre as maiores. Dentre todas as formulações, a que apresentou avaliação mais homogênea entre os atributos foi a doze e a formulação dez obteve maior avaliação no quesito textura.

Figura 32: Comparativo entre os atributos menos preferidos



Quando inquiridos sobre os atributos que menos gostaram (Figura 32), o sabor foi o que menos agradou aos provadores. Acredita-se que a falta do hábito de consumo de gergelim puro pode ter contribuído marcadamente para esta situação; o pólen apícola também não é um produto cuja utilização como alimento seja comum já que a maioria dos provadores afirmou nunca ter consumido. A textura apareceu como segundo atributo que desagradou aos provadores. Outra característica apontada pelos provadores como “menos gostou” foi o amargor, que mesmo em menor frequência, acredita-se que tenha conduzido para a baixa aceitação do sabor.

É compreensível o comportamento manifestado pelos provadores, entretanto ressalta-se a funcionalidade destas barras, seu objetivo é fornecer proteína para seus possíveis consumidores. Além de proteínas, essas barras de pólen com gergelim apresentam excelente aporte em cálcio, o que as torna de consumo potencial, principalmente, para idosos em virtude da ausência do ácido fítico que impedem a absorção desse mineral e que estão presentes nas barras de cereais.

4.5.2.3 Teste do ideal

Os produtos formulados foram submetidos à avaliação de idealidade de crocância e de doçura, isto é, a partir de um padrão que o provador possui para um dado parâmetro ele

julga se a amostra está acima, abaixo ou ideal em uma escala de nove pontos. Os resultados para cada formulação estão expressos nas Tabelas 21 a 24 como frequência de nota.

Nota-se, pela Tabela 19, que nenhuma formulação obteve percentual majoritário para a faixa do ideal, no aspecto crocância, exceto as formulações 6, 7, 9, 11 e 12, todas as outras foram mais frequentemente julgadas como abaixo do ideal. A análise de variância (Tabela 21) indicou que não houve diferença significativa em relação aos ingredientes na determinação da idealidade para a crocância.

Tabela 21: Intensidade da crocância da barra expressa em porcentagem de respostas na escala do ideal

Crocância	Formulações											
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12
% acima do ideal*	38,3	17,4	23,1	34,0	28,9	40,8	39,6	25,0	47,5	19,2	46,5	40,4
% de ideal*	19,2	19,6	30,8	32,0	34,3	24,5	29,2	35,4	35,0	26,9	32,1	29,8
% abaixo do ideal*	42,5	63,0	46,1	34,0	36,8	34,7	31,2	39,6	37,5	53,9	21,4	29,8

(*) % acima do ideal (% de notas entre 1 e 4); % de ideal (% de notas 0); % abaixo do ideal (% de notas entre -1 e -4).

Tabela 22: Análise de Variância para o ajuste do modelo de Superfície de Resposta do atributo Crocância.

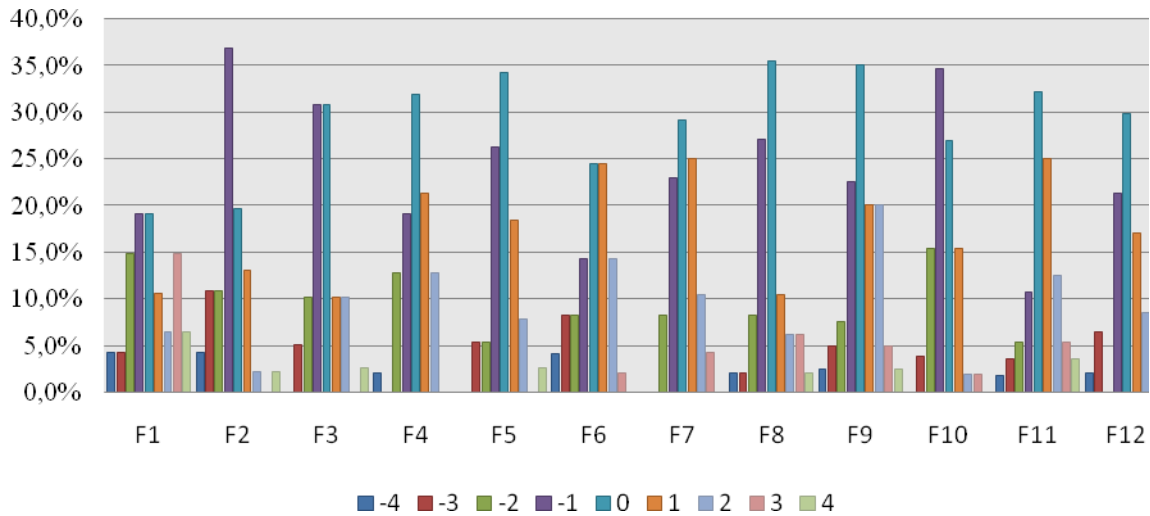
Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	p-valor
Termos lineares (Gergelim, Polen)	2	0,34821	0,174104	0,7784	0,5005 (ns)
Interação (Gergelim, Polen)	1	0,02368	0,023677	0,1059	0,7560 (ns)
Termos quadráticos (Gergelim, Polen)	2	0,07812	0,039060	0,1746	0,8439 (ns)
Resíduos	6	1,34201	0,223668	----	----
Falta de ajuste	3	0,73614	0,245380	1,2150	0,4383 (ns)
Erro Puro	3	0,60587	0,201956	----	----
Total			----	----	----

(ns) não significativo.

Entretanto, quando avaliados individualmente, conforme a Figura 33, verifica-se que as formulações 4, 5, 7, 8, 9, 11 e 12 obtiveram maior porcentagem na faixa do ideal, ou seja, os provadores consideraram que a crocância para estas formulações estiveram dentro dos seus respectivos padrão de idealidade.

A indicação de “ideal” é importante porque é o atesto do consumidor de que o produto desenvolvido está dentro de um padrão mental para determinada característica. Logo, as formulações supracitadas podem ser consideradas dentro do padrão de crocância desses consumidores. Pela Figura 33 tem-se uma visão da idealidade para cada formulação.

Figura 33: Distribuição das notas da escala do ideal para as doze formulações em relação à crocância



Os valores em negrito da Tabela 23 correspondem aos acumulados majoritários para cada formulação, logo se percebe que exceto a formulação 2, que atingiu o ponto ideal, todas as outras estiveram abaixo do ideal. A doçura é um atributo que influencia, notadamente, a aceitação de um produto, por isso é uma característica que precisa ser verificada.

Tabela 23: Intensidade de doçura da barra expressa em porcentagem de respostas na escala do ideal

Doçura	Formulações											
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12
% acima do ideal*	21,6	28,6	22,0	28,8	23,4	16,7	19,6	25,5	14,9	29,2	22,6	18,7
% de ideal*	19,6	36,7	32,0	25,0	25,5	14,6	23,5	19,2	25,5	29,2	18,9	22,9
% abaixo do ideal*	58,8	34,7	46,0	46,2	51,1	68,7	56,9	55,3	59,6	41,6	58,5	58,3

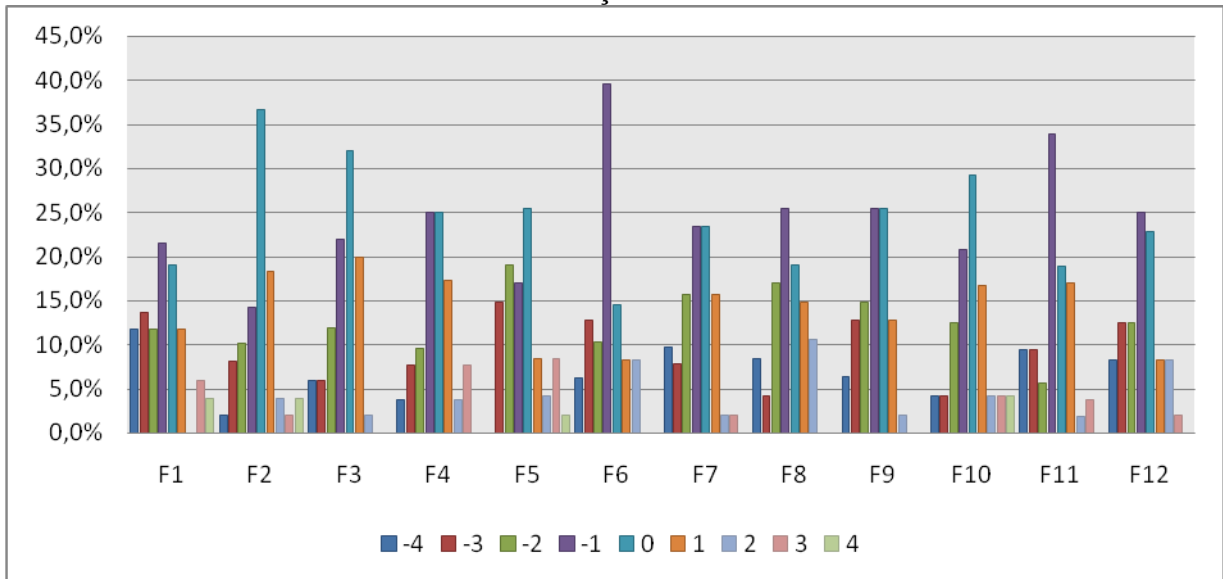
(*) % acima do ideal (% de notas entre 1 e 4); % de ideal (% de notas 0); % abaixo do ideal (% de notas entre -1 e -4).

Tabela 24: Análise de Variância para o ajuste do modelo de Superfície de Resposta do atributo Doçura.

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	p-valor
Termos lineares (Gergelim, Polen)	2	0,166280	0,083140	1,6307	0,2719 (ns)
Interação (Gergelim, Polen)	1	0,043719	0,043719	0,8575	0,3902 (ns)
Termos quadráticos (Gergelim, Polen)	2	0,168570	0,084285	1,6531	0,2680 (ns)
Resíduos	6	0,305911	0,050985	----	----
Falta de ajuste	3	0,237812	0,079271	3,4921	0,1659 (ns)
Erro Puro	3	0,0068099	0,022700	----	----
Total			----	----	

(ns) não significativo.

Figura 34: Distribuição das notas da escala do ideal para as doze formulações em relação à doçura



Já na análise individual, as formulações 2, 3, 5 e 10 destacaram-se no ponto ideal, ou seja, os provadores consideraram que elas atingiram o padrão de doçura. Já as formulações 1, 6, 8, 11 e 12 foram avaliadas como ligeiramente menos forte que o ideal. Acredita-se que este resultado tenha sido reflexo da utilização de mel como agente ligante, que suavizou o sabor do gergelim torrado.

4.5.2.4 Atitude de compra

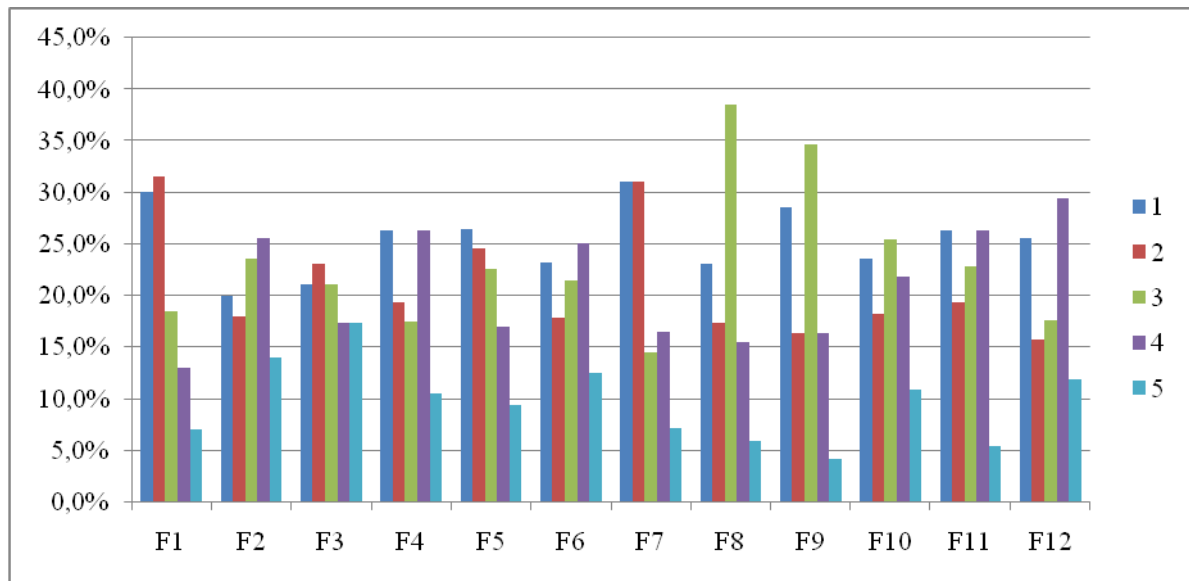
A atitude de compra é uma ferramenta aplicável no desenvolvimento de produtos, pois o provador concede o seu parecer sobre a possibilidade de compra daquele produto que ele está avaliando, e está diretamente vinculada à aceitação da amostra. O teste apresenta-se como uma escala de 5 pontos, onde 1 corresponde a certamente não compraria; 2 possivelmente não compraria; 3 talvez comprasse talvez não; 4 possivelmente compraria; 5 certamente compraria.

A Figura 35 mostra as manifestações dos provadores para cada formulação. Dentre todas, as formulações 4, 6, 11 e 12 foram as que apresentaram melhor avaliação na intenção positiva de compra, onde os provadores informaram que possivelmente comprariam caso estivessem disponíveis no mercado. Já as formulações 8, 9 e 10 poderiam ser trabalhadas de forma a favorecer a sua compra, pois a maioria dos provadores assinalou a opção que indicava “talvez comprasse ou talvez não”.

Piovesana (2011), para o teste de intenção de compra obteve resultados mais propensos a não aquisição de seu produto, enquanto Lima *et al.* (2012), obteve resultados

satisfatórios para seu teste, bem como Oliveira *et al.* (2013), que obtiveram 100% de atitude positiva para compra de seu produto. Acredita-se que essas respostas sejam reflexo da referida falta de familiaridade dos provadores com este tipo de produto, assim como da distinção entre o perfil do público consumidor real e o dos participantes desta pesquisa, pois os principais consumidores de barras de sementes são pessoas com maior faixa etária, que estão mais preocupadas com a saúde, não considerando apenas no sabor do alimento como motivador de ingestão de um dado produto, mas nos benefícios que seu consumo pode proporcionar.

Figura 35: Distribuição geral das notas de atitude de compra entre as amostras



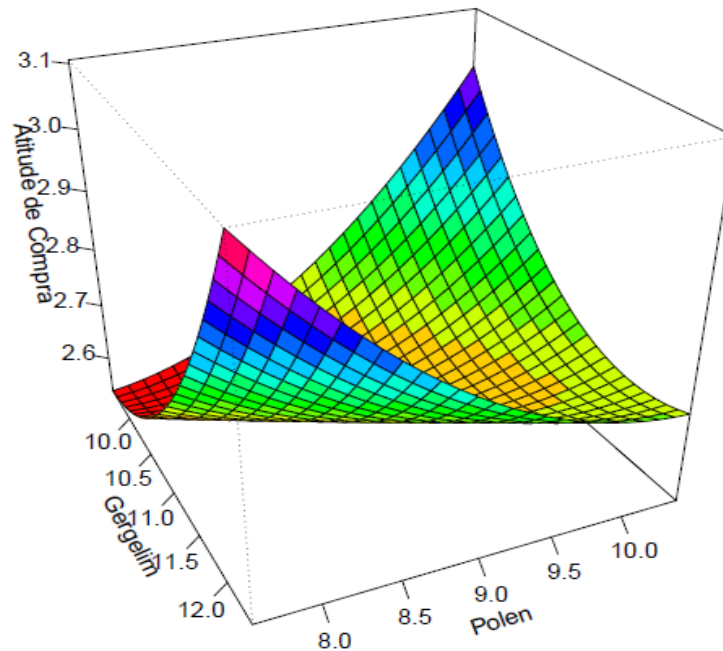
A superfície (Figura 36) confirma o comportamento verificado na impressão global do produto, ou seja, que aumentando a concentração de gergelim e diminuindo a de pólen tende-se para a otimização do sabor do produto. Como os valores sensoriais obtidos não divergiram de modo significativo, optou-se pela intenção de compra para seleção da formulação a ser otimizada, correspondendo à formulação seis.

Tabela 25: Análise de Variância para o ajuste do modelo de Superfície de Resposta do atributo Atitude de Compra.

Fontes de Variação	gl	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	p-valor
Termos lineares (Gergelim, Polen)	2	0,01144	0,005718	0,0946	0,91110 (ns)
Interação (Gergelim, Polen)	1	0,06411	0,064110	1,0601	0,34290 (ns)
Termos quadráticos (Gergelim, Polen)	2	0,05084	0,025420	0,4203	0,67477 (ns)
Resíduos	6	0,36285	0,060475	----	----
Falta de ajuste	3	0,30665	0,102217	5,4566	0,09853 (ns)
Erro Puro	3	0,05620	0,018733	----	----
Total			----	----	----

(ns) não significativo.

Figura 36: Superfície de resposta para atitude de compra

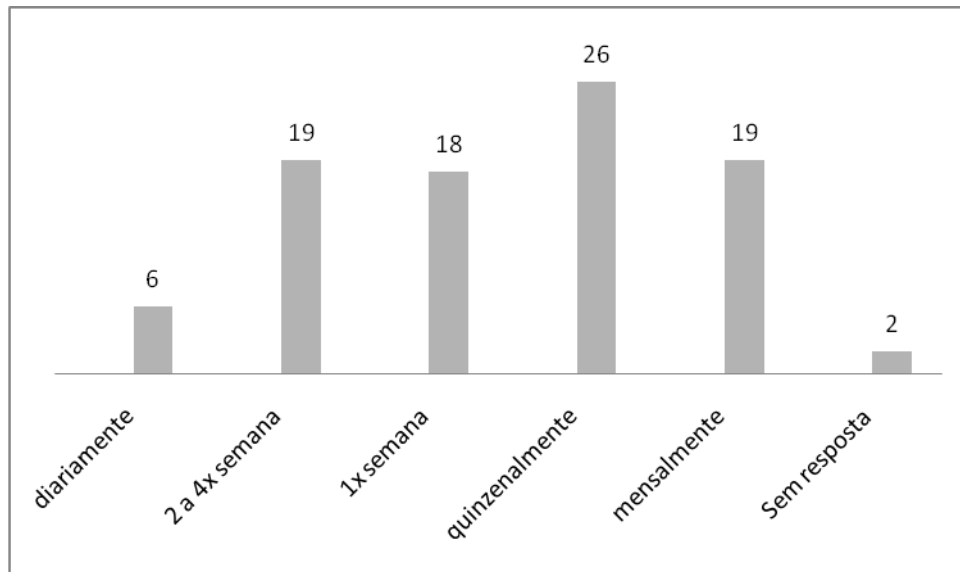


4.5.2.5 Teste de aceitação da formulação selecionada

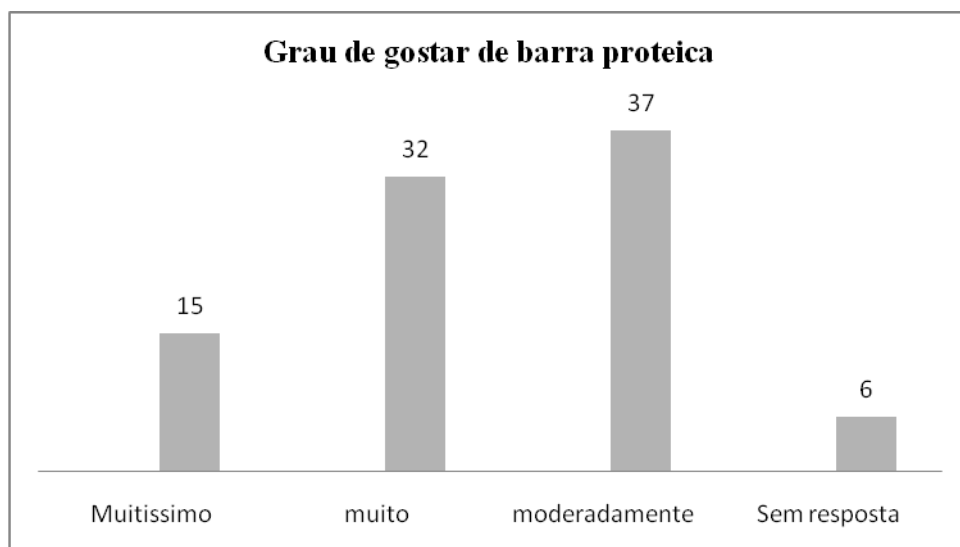
De acordo com a avaliação estatística dos resultados sensoriais obtidos, verificou-se que não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre as formulações desenvolvidas, desta forma o critério de seleção baseou-se na relação custo e benefício, pois o pólen é uma matéria-prima de maior custo que o gergelim. Com o intuito de comparar com a versão comercial foram processados dois tipos da mesma barra, uma com cobertura de chocolate e outra sem cobertura.

Os participantes nesta fase, em sua maioria, eram membros da comunidade acadêmica da Universidade Federal do Ceará *campus* Pici. Ao todo, dos 90 participantes do teste 36% eram do sexo masculino e 64% do sexo feminino; 70% estavam fazendo curso superior; e 70% estavam na faixa etária de 19 a 25 anos e a segunda maior parcela era da faixa de 26 a 35 anos, 20%.

Nota-se que a maior faixa etária foi de jovens adultos. Nesta faixa acredita-se que a prática de atividade física seja algo rotineiro e que estas pessoas recorram ao consumo de alimentos com elevado teor de proteínas. Para complementaridade dos dados foi inquirido com que frequências consumiam barras proteicas e o maior saldo de respostas foi para “quinzenalmente”, ou seja, pelo menos uma vez a cada quinze dias essas pessoas recorriam a este tipo de produto, como se pode verificar na Figura 37.

Figura 37: Respostas para frequência de consumo de barras proteicas

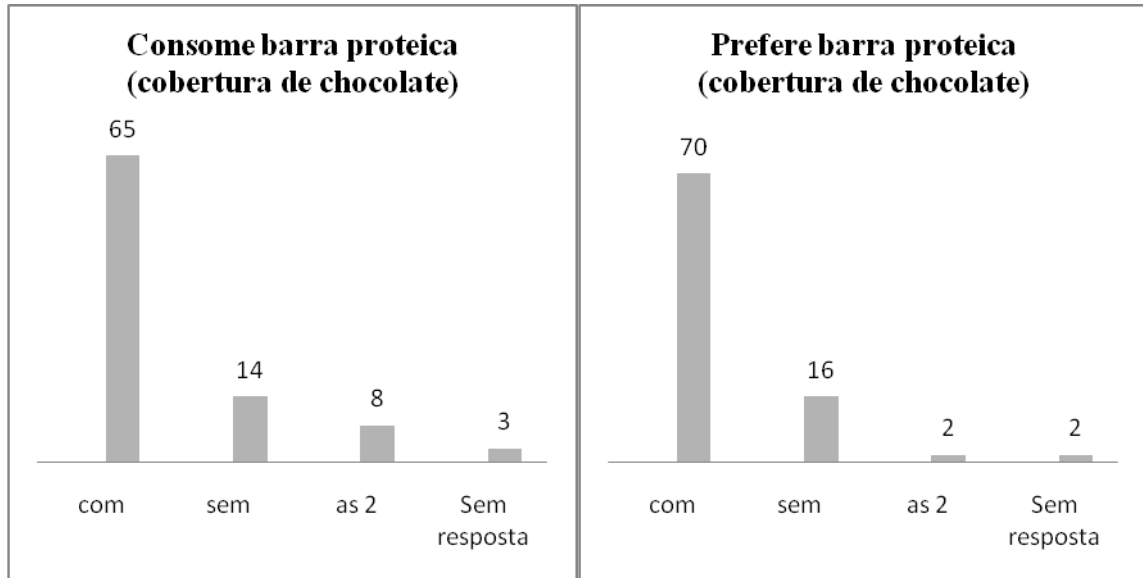
O sabor é um dos atributos sensoriais de maior impacto na aceitação de um produto, em função disso foi questionado aos provadores com que intensidade eles gostavam de barras proteicas e se consumiam e preferiam com cobertura de chocolate ou sem cobertura. Pela Figura 38 verifica-se que as barras proteicas não são largamente apreciadas pelos seus consumidores. A partir disso é possível inferir que seu consumo pode estar relacionado especificamente à finalidade a que se propõe, ou seja, complementar o aporte proteico de seus usuários.

Figura 38: Respostas para o grau de gostar de barras proteicas

A Figura 39 apresenta as repostas dos provadores, os quais afirmaram consumirem e preferirem barras proteicas com cobertura de chocolate. Atribui-se esse comportamento ao fato de este tipo de barra apresentar um sabor não tão agradável como as tradicionais barras de cereais e de frutas, até mesmo porque as barras proteicas se propõem a

um objetivo específico de conferir uma suplementação proteica ao seu consumidor ao invés de constituir-se em lanche convencional.

Figura 39: Respostas para o tipo de barra proteica consumida



Os resultados da sensorial estão apresentados na Tabela 24, onde a Formulação 01 corresponde à barra de pólen com gergelim sem cobertura de chocolate, a Formulação 02 é a barra de pólen com gergelim com cobertura de chocolate e a Formulação 03 corresponde a uma barra proteica comercial.

Tabela 26: Médias de aceitação sensorial das barras proteicas

Tratamentos	Impressão global	Sabor	Textura	Atitude de compra
Formulação sem cobertura	5,1±2,1 ^c	4,8±2,3 ^c	5,8±2,2 ^b	2,7±1,2 ^c
Formulação com cobertura	6,3±2,2 ^b	6,0±2,3 ^b	6,8±2 ^a	3,4±1,3 ^b
Formulação comercial	7,5±1,3 ^a	7,6±1,5 ^a	7,1±1,9 ^a	4,1±0,9 ^a

¹média±desvio padrão; e ²Letras distintas na mesma coluna indicam diferença significativa a 5%.

Nota-se que entre as barras de pólen com gergelim a que recebeu cobertura de chocolate obteve melhores índices de aceitação, demonstrando que o chocolate apresentou um efeito positivo nesta resposta. Levando-se em consideração que mais de 70% dos provadores havia respondido que consumia e preferia barras proteicas com cobertura de chocolate, este comportamento era esperado.

Ao se utilizar uma amostra comercial no teste, pretendeu-se verificar junto ao provador o quão próximo do padrão usual encontravam-se as barras de pólen com gergelim. A Formulação 01 diferiu estatisticamente ($p < 0,05$) em todos os aspectos das outras formulações, fato que na Formulação 02 não se repetiu, pois no quesito textura ela não apresentou diferença significativa da amostra comercial.

Para as demais condições avaliadas, percebe-se que a Formulação 02, com cobertura de chocolate, apresenta alto potencial de consumo, pois suas médias aproximam-se daquelas verificadas para a barra comercial.

Sampaio, Ferreira e Canniatti-Brazaca (2009) desenvolveram barras de cereais fortificadas com ferro, e Torres (2009) desenvolveu barras de cereais com jenipapo e semente de jaca cozida, ambos fizeram testes comparativos de seus produtos com a versão comercial obtendo resultados sensoriais satisfatórios, pois nestes trabalhos os pesquisadores apenas acrescentaram um ingrediente, fato que diverge desta pesquisa por ter feito a proposição de um produto inovador.

Cabe ressaltar que em torno de 40% dos provadores afirmou gostar moderadamente de barras proteicas, fato que pode ter certo efeito na aceitação das barras desta pesquisa também, pois como sua finalidade é ser um produto natural que confira um aporte proteico, sendo que a finalidade de uso possui maior impacto na aceitação do produto.

A Formulação 02 registrou valores sensoriais aproximados aos do produto comercial, indicando que a utilização do chocolate apresentou o efeito positivo na aceitação do produto.

Os resultados de composição proteica podem ser acompanhados na Tabela 25. Nota-se que a fórmula sem cobertura de chocolate, dentre as duas versões da formulação proposta, obteve menor aceitação sensorial em relação a que detinha cobertura de chocolate, contudo em termos quantitativos de proteína apresentou melhores resultados. Embora não se saiba por qual motivo a formulação com cobertura de chocolate tenha apresentado teor proteico menor do que a sem cobertura de chocolate, supõe-se que a presença deste ingrediente tenha promovido interferência na execução do método, pois a composição em gergelim e em pólen para ambas as formulação foram equivalentes.

Tabela 27: Composição de proteínas em 100g de barra proteica

Formulação sem cobertura	16,88±0,11
Formulação com cobertura	10,85±0,09
Formulação comercial	25,52±0,56

Há que se considerar que o público consumidor de barras proteicas, em geral, deste tipo de alimento prioriza os benefícios promovidos pelo seu consumo. Destaca-se que as barras proteicas comerciais utilizam um combinado de fontes proteicas (*whey protein*, proteína texturizada de soja, dentre outros) para garantir o efeito deste nutriente no produto, enquanto que a barra proteica de pólen e gergelim, consta somente de fontes naturais e

combinada com outros nutrientes que são importantes para o desempenho de funções vitais do organismo humano, fornecendo além do aporte de aminoácidos essenciais contidos nos grupos proteicos do pólen apícola e do gergelim, energia e ácidos graxos poliinsaturados, constituindo-se em um produto com funções tanto proteicas quanto energéticas.

5. CONCLUSÃO

Pela análise polínica realizada, foi possível verificar que nenhum dos constituintes florais identificados nas amostras empregadas para o desenvolvimento das barras proteicas possuía potencial alergênico ou tóxico para seres humanos.

Os parâmetros físico-químicos encontravam-se dentro dos padrões exigidos pela legislação brasileira, exceto a umidade, que se apresentou moderadamente superior ao limite estabelecido, possivelmente influenciado pelo método de secagem empregado pelo apiário e/ou pelo próprio método analítico, contudo a atividade de água verificada pode garantir a estabilidade física e microbiológica do produto.

Os valores de compostos fenólicos, aspecto que mais sofre influência da flora visitada pelas abelhas, foram quantitativamente satisfatórios, especialmente no quesito atividade de proteção quando utilizado método de DPPH• cuja sensibilidade demonstrou maior potencial antioxidante.

A análise microbiológica não revelou presença massiva de microrganismos patogênicos, garantindo a segurança de uso dos produtos para a elaboração das barras.

O grupo de foco revelou um comportamento do consumidor de barras alimentares que foi comprovado na pesquisa quantitativa de aceitação do sabor e confirmou que a matéria-prima de pólen apícola é uma fonte desconhecida como alimento.

De modo geral, os resultados sensoriais revelaram aceitação relativamente satisfatória quando feita a avaliação das formulações previstas no planejamento, encontrando-se as médias no limite inferior da faixa de aceitação da escala, pela não familiaridade dos provadores com as matérias-primas das formulações testadas.

A formulação seis foi escolhida em função da relação custo/benefício, sendo que a formulação com cobertura de chocolate obteve melhor aceitação, ratificando o comportamento do consumidor de preferir barras proteicas com cobertura de chocolate.

Este produto inovador apresenta potencial de consumo, confirmado pelos resultados do segundo teste de aceitação, e apresenta benefícios à saúde conferidos tanto por gergelim quanto pelo pólen e mel, ou seja, um produto essencialmente natural.

REFERÊNCIAS

- ALMAS, K.; MAHMOUD, A.; DAHLAN, A. A comparative study of propolis and saline application on human dentin: a SEM study. **Indian Journal Dentist Resourch**, New Delhi, v. 12, p. 21-70, 2001.
- ALMEIDA, A. M. M.; SOUZA, L. S.; VALETIM, I. B.; COSTA, J. G.; GOULART, M. O. F. Características físico-químicas e microbiológicas do pólen da microrregião de Ribeira do Pombal, Bahia, Brasil. **Anais do Simpósio Internacional de Plantas Mediciniais e Nutracêuticos**. SBCTA, Aracaju, 2012.
- ALMEIDA-MURADIAN, L. B.; ARRUDA, V. A. S.; BARRETO, L. M. R. **Manual de controle de qualidade do pólen apícola**. São Paulo: APACAME, 2012.
- ALMEIDA-MURADIAN, L. B.; PAMPLONA, L. C.; COIMBRA, S.; MONIKA BARTH, O. Chemical composition and botanical evaluation of dried bee pollen pellets. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 18, nº 1, 105–111, 2005.
- ALVES, R. F. **Análise palinológica do pólen apícola produzido no estado de Sergipe, Brasil**. Dissertação (mestrado em Ciências - Botânica). Universidade Estadual de Feira de Santana. Departamento de Ciências Biológicas, Feira de Santana (BA), 2013.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION – APHA. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 18 th edition. Washington DC, 1992.
- AREVALO-PINEDO, A.; AREVALO, Z. D. S.; BESERRA, N. S.; ZUNIGA, A. D. G.; COELHO, A. F. S.; PINEDO, R. A. 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, Campina Grande, 2013.
- ARRIEL, N. H. C.; DANTAS, E. S. B. Avaliação de Cultivares de Gergelim no Seridó Paraibano. **Comunicado Técnico 127**. Campina Grande, PB: Embrapa, 2000. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPA-2009-09/22592/1/COMTEC127.pdf>>. Acesso em 26/10/2013.
- ARRUDA, V. A. S. **Estabilidade de vitaminas do complexo B em pólen apícola**. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos). Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo. Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental, São Paulo, 2009.
- ARRUDA, V. A. S.; PEREIRA, A. A. S.; FREITAS, A. S.; BARTH, O. M.; ALMEIDA-MURADIAN, L. B. Dried bee pollen: B complex vitamins, physicochemical and botanical composition. **Journal of Food Composition and Analysis**. Vol. 29, p. 100-105, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 12995**: teste triangular de análise sensorial de alimentos e bebidas. Rio de Janeiro, 1993.
- BARRETO, L. M. R. C.; FUNARI, S. R. C.; ORSI, R. O.; DIB, A. P. S. **Produção de pólen no Brasil**. Taubaté: Cabral, 2006.

BARROS, M. A. L.; SANTOS, R. F. Situação do Gergelim nos Mercados Mundial e Nacional, 1995 a 2002. **Circular Técnica 67**. Embrapa, Campina Grande (PB), 2002.

BARROS NETO, B.; SCARMINIO, I. S.; BRUNS, R. E. **Como fazer experimentos: pesquisa e desenvolvimento na ciência e na indústria**. 4 ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

BELTRÃO, N. E. M.; FERREIRA, L. L.; QUEIROZ, N. L.; TAVARES, M. S.; ROCHA, M. S.; ALENCAR, R. D.; PORTO, V. C. N. **O gergelim e seu cultivo no semiárido brasileiro**. Natal: Editora IFRN, 2013.

BHARATHI, D.; RAO, V. T.; MOHAN, Y. CHANDRA; BHADRU, D.; VENKANNA, V. Genetic Variability Studies In Sesame (*Sesamum indicum* L.). **International Journal of Applied Biology and Pharmaceutical Technology**. Vol. 5, n. 4, out/dez, 2014.

BOLANLE, AJAYI O.; ISRAEL, MALACHI O. Effect of *Sesamum indicum* L seed oil supplementation on hepatic and renal mineral concentrations of hypercholesterolemic rats. **American Journal of Life Sciences**. 2(5): 308-311, 2014.

BOWER, J.A.; WHITTEN, R. Sensory characteristics and consumer linking for cereal bar snack foods. **Journal of Sensory Studies**, v. 15, n. 3, p. 327-345, 2000.

BRASIL. Instrução Normativa n. 3, de 19 de janeiro de 2001. Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Apitoxina, Cera de Abelha, Geleia Real, Geleia Real Liofilizada, Pólen Apícola, Própolis e Extrato de Própolis. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 23 de janeiro 2001a. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegisconsulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=1798>>. Acesso em: 17/10/2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001b. Regulamento técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, n. 7-E, 10 jan. 2001b. p. 45–53.

CABRERA, C.; MONTENEGRO, G. Pathogen control using a natural Chilean bee pollen extract of known botanical origin. **Ciencia e Investigación Agraria**. Vol. 40, n. 1, p. 223-230, 2013.

CALVETTE, Y. M.; MAIA, G. A.; TELLES, F. J. S.; MONTEIRO, J. C. S.; SALES, M. G. Processamento do gergelim (*Sesamum indicum*, L.). **Ciê. Agron.** Vol. 24, p. 57-62, Fortaleza (CE), 1993.

CAMPOS, M. G. R.; BOGDANOV, S.; ALMEIDA-MURADIAN, L. B.; SZCZESNA, T.; MANCEBO, Y.; FRIGERIO, C.; FERREIRA, F. Pollen composition and standardisation of analytical methods. **Journal of Apicultural Research and Bee World**. Vol. 47, n. 2, p. 156–163, 2008.

CAMPOS, M. G. R.; MITCHEL, K.; CUNHA, A.; MARKHAM, K. R. A systematic approach to the characterisation of Bee Pollens via their Flavonoid/Phenolic Profiles. **Phytochem. Anal.** Vol. 8, p. 181-185, 2007.

CAMPOS, M. G. R.; WEBBY, R. F; MARKHAM, K. R; MITCHELL, K. A; CUNHA, A. P. Age-induced diminution of free radical scavenging capacity in bee-pollens and the contribution of constituent flavonoids. **J Agric Food Chem.**, vol. 51: 742-745, 2003.

CARPES, S. T. **Estudo das características físico-químicas e biológicas do pólen apícola de *Apis mellifera* L. da região Sul do Brasil.** Tese (doutorado em Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2008.

CARPES, S. T.; BEGNINI, R.; ALENCAR, S. M.; MASSON, M. L. Study of preparations of bee pollen extracts, antioxidant and antibacterial activity. **Ciênc. agrotec.** Lavras, v. 31, n. 6, p. 1818-1825, nov./dez., 2007.

CARPES, S. T.; PRADO, A.; MORENO, I. A. M.; MOURAO, G. B.; ALENCAR, S. M.; MASSON, M. L. Avaliação do potencial antioxidante do pólen apícola produzido na região sul do Brasil. **Quim. Nova**, vol. 31, n 7, 1660-1664, 2008.

CHAVES, J. P. B.; SPROSSER, R. L. **Práticas de laboratório de análise sensorial de alimentos e bebidas.** Viçosa: UFV, 2001. 81p.

CHOI, J. H.; JANG, Y. S.; OH, J. W.; KIM, C. H.; HYUN, I. G. Bee pollen-induced anapylaxis: a case report and literature review. **Allergy Asthma Immunol Research (AAIR)**, versão online. Coreia do Sul, 2014.

COSTA, M. L. M; GONDIM, T. M. S.; ARAÚJO, I. M. S.; MILANI, M.; SOUSA, J. S.; FEITOSA, R. M. Características Físico-químicas de Sementes de Genótipos de Gergelim. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 1, p. 867-869, jul. 2007.

DOREA, M. C. **Morfologia polínica, fenologia reprodutiva e biologia floral de espécies florestais de Poaceae.** Tese (doutorado em Ciências - Botânica). Universidade Estadual de Feira de Santana (BA). Feira de Santana, 2011.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos.** 3 ed. rev. e ampl. Curitiba: Champagnat, 2011.

ERDTMAN, G. **Pollen Morphology and Plant Taxonomy: angiosperms.** Stockholm: Almqvist and Wiksell, 1952.

ESTEVINHO, L. M.; RODRIGUES, S.; PEREIRA, A. P.; FEÁS, X. Portuguese bee pollen: Palynological study, nutritional and microbiological evaluation. **Int. J. Food Sci. Technol.** Vol. 47, p. 429-435, 2012.

FARIA, E. V.; YOTSUYANAGI, K. **Técnicas de análise sensorial.** 2 ed. Campinas: ITAL, 2008. 120p.

FEAS, X.; VAZQUÉZ-TATO, M. P.; ESTEVINHO, L. SEIJAS, J. A.; IGLESIAS, A. Organic Bee Pollen: Botanical Origin, Nutritional Value, Bioactive Compounds, Antioxidant Activity and Microbiological Quality. **Molecules.** Vol. 17, p. 8359-8377, 2012.

FERREIRA, L. G. et al. Avaliação sensorial de barras de cereais com propriedades funcionais, direcionadas a mulheres no período climatérico. **Hig. Aliment.**, São Paulo, v. 21, n. 15, p. 33-37, 2007.

FERREIRA, R. C. **Avaliação das características físico-químicas e microbiológicas do pólen da *Melipona scutellaris* L. submetido a diferentes processos de desidratação.** Dissertação (Mestrado Pós-graduação em Ciência de Alimentos) – UFBA. Salvador, 2012.

FIGUEIRÊDO, A. S. **Efeito da farinha desengordurada do *Sesamum Indicum* L. nos níveis glicêmicos e lipídicos de diabéticas Tipo 2.** Tese (doutorado) – Univeridade Federal da Paraíba: Pós-graduação em produtos naturais e sintéticos bioativos: João Pessoa, 2008.

FREITAS, D.; MORETTI, R. H. Caracterização e avaliação sensorial de barra de cereais funcional de alto teor protéico e vitamínico. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 26(2): 318-324, abr.-jun. 2006.

FRIGERIO, C. **Optimização e influência na bioatividade do processo de secagem por radiação infravermelha de amostras de pólen apícola.** Dissertação (Mestrado em Controle de Qualidade Água e Alimentos) – Universidade do Porto: Faculdade de Farmácia. Lisboa (Portugal), 2009.

FUNARI, S.R.C.; ROCHA, H. C.; SFORCIN, J. M.; FILHO, H. G.; CURI, P. R.; GOMES DIERCKX, S. M. A.; FUNARI, A. R. M.; OLIVEIRA ORSI, R. Composições bromatológica e mineral do pólen coletado por abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) em Botucatu, Estado de São Paulo, Brasil. **Arquivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v.11, n.2, p.88-93, 2003.

GARCÍA, M.; PÉREZ-ARQUILLUE, C.; JUAN, T.; JUAN, M. I.; HERRERA, A. Note: pollen analysis and antibacterial activity of Spanish honeys. **Food Science Technology International**, Cambridge, v. 7, n. 2, p. 155-158, 2001.

GEBARA, E. C. E.; LIMA, L. A.; MAYER, M. P. A. Propolis antimicrobial activity against periodonto pathic bacteria. **Brazilian Journal Microbiology**, São Paulo, v. 33, n. 4, p. 365-369, 2002.

GONZÁLEZ, G., HINOJO, M.J., MATEO, R., MEDINA, A. JIMÉNEZ, M. Occurrence of mycotoxin producing fungi in bee pollen. **International Journal of Food Microbiology**. Vol. 105, p. 1-9, 2005.

GONZÁLEZ, A. M., GÓMEZ, J. A., CORDÓN, C., GARCÍA-VILLANOVA, R. J., & SÁNCHEZ, J. HPLC-fluorimetric method for analysis of amino acids in products of the hive (honey and bee-pollen. **Food Chemistry**, nº 95, 148–156, 2006.

GONZÁLEZ-MARTIN, I.; HERNÁNDEZ-HIERRO, J. M.; BARROS-FERREIRO, N.; CORDON-MARCOS, C.; GARCÍA-VILLANOVA, R. J. Use of NIRS technology with a remote reflectance fibre-optic probe for predicting major components in bee pollen. **Talanta**. Vol. 72, p. 998–1003, 2007.

HERVATIN, H. L. **Avaliação microbiológica e físico-química do pólen apícola in natura e desidratado sob diferentes temperaturas.** Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia

de Alimentos) – UNICAMP: Faculdade de Engenharia de Alimentos. Campinas, SP: [s.n.], 2009.

HU, Q.; XU, J.; CHEN, S.; YANG, F. Antioxidant activity of extracts of black sesame seed (*Sesamum indicum* L.) by supercritical carbon dioxide extraction. **J Agric Food Chem.** Vol. 25, n 4, p. 943-947, 2004.

ISIDOROV, V. A.; ISIDOROVA, A. G.; SCZCZEPANIAK, L.; CZYZEWSKA, U. Gas chromatographic–mass spectrometric investigation of the chemical composition of beebread. **Food Chem.** 115:1056–1063, 2009.

INSTITUTO ADOLF LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos químicos e físicos para análise de Alimentos.** 4ª ed. São Paulo, Instituto Adolfo Lutz, 2004.

INSTITUTO ADOLF LUTZ (IAL). **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz.** São Paulo, 1985. 513 p.

JAGDIS, A.; SUSSMAN, G. Anaphylaxis from bee pollen supplement. **Canadian Medical Association or its licensors.** July. Canada, 2012.

JAY, J. M. **Modern food microbiology.** 6th ed. EUA: Aspen food science text series, 2000.

KOBAYASHI, M. L.; BENASSI, M. T. Caracterização sensorial de cafés solúveis comerciais por perfil flash. **Semina: Ciências Agrárias,** Londrina, v. 33, suplemento 2, p. 3081-3092, 2012.

KROYER, G.; HEGEDUS, N. Evaluation of bioactive properties of pollen extracts as functional dietary food supplement. **Innovative Food Science & Emerging Technologies,** v.2, p.171-174, 2001.

LEBLANC, B.W., DAVIS, O.K., BOUE, S., DELUCCA, A., DEEBY, T. Antioxidant activity of Sonoran Desert bee pollen. **Food Chemistry.** Vol.115, p. 1299-1305, 2009.

LIM JS, ADACHI Y, TAKAHASHI Y, IDE T. Comparative analysis of sesame lignans (sesamin and sesamol) in affecting hepatic fatty acid metabolism in rats. **Br J Nutr.** Vol. 97, p. 85-95, 2007.

LIMA, M.M.; NUNES, M. L.; AQUINO, L. C. L.; MUJICA, P. I. C.; CASTRO, A. A. Desenvolvimento e caracterização físico-química, microbiológica e sensorial de barras de cereais adicionadas de quitosana e omega-3. **Scientia Plena.** Vol. 8, n. 3, 2012.

LOUVEAUX, J.; MAURIZIO, A.; VORWOHL, G. Methods of melissopalynology. **Bee World.** Vol. 59, p. 139–157, 1978.

LUZ, C. F. P.; FERNANDES-SALOMAO, T. M.; LAGE, L. G. A.; RESENDE, H. C.; TAVARES, M. G.; CAMPOS, L. A. O. Pollen Sources for *Melipona capixaba* Moure & Camargo: An Endangered Brazilian Stingless Bee. **Psyche.** doi:10.1155/2011/107303, 2011.

MADRUGA, S. W.; ARAÚJO, C. L.; BERTOLDI, A. D. Frequency of fiber-rich food intake and associated factors in a Southern Brazilian population. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 25, n.10, p. 2249-2259, 2009.

MAIA-SILVA, C.; SILVA, C. I.; HRNCIR, M.; QUEIROZ, R. T.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. **Guia de plantas**: visitadas por abelhas na Caatinga. Fortaleza (CE): Editora Fundação Brasil Cidadão, 2012.

MARCHINI, L. C.; REIS, V. D. A.; MORETI, A. C. C. C. Composição físico-química de amostras de pólen coletado por abelhas africanizadas *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) em Piracicaba, Estado de São Paulo. **Ciênc. Rural**. Vol. 36, p. 949-953, 2006.

MARTINS, Márcia C. T.. **Pólen apícola brasileiro: valor nutritivo e funcional, qualidade e contaminantes inorgânicos**. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. Campinas, SP, 2010.

MARTÍN-MUÑOZ, M. F.; BARTOLOME, B.; CAMINO, M. BOBOLEA, I. GARCIA ARA, M. C.; QUIRCE, S. Bee pollen: a dangerous food for allergic children. Identification of responsible allergens. **Allergol Immunopathol**. Espanha, 2010.

MATEUS, N. B.; BARBIN, D.; CONAGIN, A. Viabilidade do uso do delineamento composto central. **Acta Scientiarum**. v. 23, n. 6, p. 1537-1546. Maringá, 2001.

MELO, I. L. P.; FREITAS, A. S.; BARTH, O. M.; ALMEIDA-MURADIAN, L. B. Relação entre a composição nutricional e a origem floral de pólen apícola desidratado. **Rev Inst Adolfo Lutz**. vol. 68, n 3, p. 346-53, São Paulo, 2009.

MENEZES, C. C.; CANDIDO, B. D. V.; ANGELICO, C. L.; RODRIGUES, E. C.; CARNEIRO, J. D. S. Opinions and attitudes of wine consumers utilizing focus group. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 21, n 4, 503-508, out/dez, 2010.

MENEZES, J. D. S. **Compostos bioativos do Pólen apícola**. Dissertação (mestrado – pós-graduação em Ciência de Alimentos) – Universidade Federal da Bahia: Faculdade de Farmácia. Salvador, 2009.

MENSAH, J. K., OBADONI, B. O., ERUOTOR, P. G. AND ONOME-IRIEGUNA, F. Simulated flooding and drought effects on germination, growth, and yield parameters of sesame (*Sesamum indicum* L.). **African Journal of Biotechnology**. 5: 1249-1253, 2009.

MIRANDA, L. F.; CRUZ, C. C. V.; RUFFI, C. G.; NABESHIMA, E. H.; RECCO, P. C.; CIPOLLI, K. M. V. A. B.; MIGUEL, A. M. R. O. Efeito da adição de colágeno sobre as propriedades de barras de soja. São Paulo, 2009. Disponível em: <www.iac.sp.gov.br/areadoinstituto/pibic/anais/2009/.../RE0901033.pdf>. Acesso em 03/10/2013.

MODRO, A. F. H.; MESSAGE, D.; LUZ, C. F. P.; MEIRA NETO, J. A. A. Composição e qualidade de pólen apícola coletado em Minas Gerais. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.42, n.8, p.1057-1065, ago. 2007.

MONTGOMERY, D. C. **Diseño y análisis de experimentos**. Trad. por Jaime Delgado Saldivar. México Iberoamérica, 1991.

MOURAO, L. H. E. **Obtenção de barras de cereais de caju ameixa com alto teor de fibras processadas com ingredientes funcionais**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal do Ceará: Departamento de Tecnologia de Alimentos. Fortaleza, 2008.

MUHAMMAN, M. A.; GUNGULA, D. T. Growth parameters of sesame (*Sesamum indicum* L.) as affected by nitrogen and phosphorous levels in Mubi. Nigeria. **J. of Sustainable Development in Agriculture & Environment**. Vol. 3, n. 2, p. 80-86, 2008.

MYERS, R. H.; MONTGOMERY, D. C. **Response surface methodology: process and product optimization using designed experiments**. Canada: John Wiley & Sons, Inc., 1995.

NEUTZLING, M. B. N.; ARAÚJO, C. L.; VIEIRA, M. F. A.; HALLAL, P. C.; MENEZES, A. M. B.; VICTORA, C. G. Intake of fat and fiber-rich foods according to socioeconomic status: the 11-year follow-up of the 1993 Pelotas (Brazil) birth cohort study. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 26, n.10, p. 1904-1911, 2010.

NEVES, L. C.; ALENCAR, S. M.; CARPES, S. T. Determinação da atividade antioxidante e do teor de compostos fenólicos e flavonoides totais em amostras de pólen apícola de *Apis mellifera*. **Brazilian Journal of Food Technology**, VII BMCFB, junho 2009.

NIELSEN, S. S. (edit.) **Food analysis**. 4 ed. USA: Springer, 2010.

NOGUEIRA, C.; IGLESIAS, A.; FÉAS, X.; ESTEVINHO, L. M. Commercial Bee Pollen with Different Geographical Origins: A Comprehensive Approach. **International Journal of Molecular Sciences**. Vol. 13, p. 11173-11187, 2012.

OGUNGBENDE, H. N.; ONOGE, F. Nutrient composition and functional properties of raw, defatted and protein concentrate of sesame (*Sesamum indicum*) flour. **European Journal of Biotechnology and Bioscience**. Vol. 2, n. 4, p. 37-43, 2014.

OLIVEIRA, C. F. P.; MALTA, H. L.; LIMA DE JESUS, M. A. C.; CRUZ, R. S.; CARDOSO, F. S. N. Desenvolvimento, avaliação sensorial e físico-química de barra de cereal de caju. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**. Ponta Grossa, PR, v. 07, n. 01: p. 934-942, 2013.

OLIVEIRA C., M.; FERREYRA D., V.; GIACOMINO M., S.; CURIA C., A.; PELLEGRINO G., N.; FOURNIER U., M.; APRO C., N. Desarrollo de barras de cereales nutritivas y efecto del procesado en la calidad proteica. **Rev Chil Nutr** Vol. 39, N°3, Septiembre 2012.

OLIVEIRA, P. P. **Análise palinológica de amostras de mel de *Apis mellifera* L. produzidas no estado da Bahia**. Tese (doutorado em Botânica). Universidade Estadual de Feira de Santana. Departamento de Ciências Biológicas. Feira de Santana (BA), 2009.

OPLINGER, E. S.; PUTNAM, D. H.; KAMINSKI, A. R.; HANSON, C. V.; OELKE, E. A.; SCHULTE, E. E.; DOLL, J. D. Where science meets the Field. **Corn Agronomy**. Wisconsin (EUA), 2014.

PANOSSO, A. R.; MALHEIROS, E. B. Delineamentos experimentais. Departamento de Ciências Exatas – FCAV / UNESP, *campus* de Jaboticabal. Disponível em: <http://www2.ufersa.edu.br/portal/view/uploads/setores/215/ApostilaEEAR_Cap3.pdf>. Acesso em 15/10/2014.

PEHANICH, M. No holds barred. **Prepared foods**, v. 172, n. 3, p. 79-80, 2003.

PERNAL, S. F.; CURRIE R. W. Pollen quality in fresh and 1-year-old single pollen diets for worker honey bees (*Apis mellifera* L.). **Apidologie**. Vol. 31, p. 387–409, 2000.

PINHEIRO, F. M.; COSTA, C. V. P. N.; BAPTISTA, R. C.; VENTURIERI, G. C.; PONTES, M. A. N. Pólen de abelhas indígenas sem ferrão *Melipona fasciculata* e *Melipona flavolineata*: caracterização físico-química, microbiológica e sensorial. **Embrapa**. Belém (PA), 2012. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/60389/1/polen-de-abelhas-indigenas-sem-ferrao-melipona.pdf>>. Acesso em: 20/11/2014.

PINTOS, F. A.; CAMPOS, C. N.; BARRETO, L. M. R. C. Perfil físico-químico do pólen apícola produzido em Taubaté, Vale do Paraíba, sudeste do Brasil. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**. Vol. 20, Núm. 1-2:1-6, 2012.

PIOVESANA, A. **Elaboração e aceitabilidade de barras de cereais com bagaço de uva**. Monografia (Curso de Tecnologia em Alimentos). Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul. Bento Gonçalves (RS), 2011.

QUEIROGA, V. P.; FREIRE, R. M. M.; FIRMINO, P. T.; MARINHO, D. R. F.; SILVA, A. C.; BARBOSA, W. T.; QUEIROGA, D. A. N. Avaliação da qualidade das sementes de gergelim submetidas aos processos de despêliculação manual, físico e mecânico. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 14, n. 4, p. 307-315, 2012.

QUEIROGA, V. P.; FIRMINO, P. T.; GONDIM, T. M. S.; SILVA, A. C.; VSLLE, D. G.; QUEIROGA, D. A. N.; GEREON, H. G. M. Nota Técnica Soluções tecnológicas em prol da coletividade para sustentabilidade da cadeia produtiva do gergelim orgânico da agricultura familiar piauiense. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 13, n. 1, p. 97-111, 2011.

QUEIROGA, V. P.; ARRIEL, N. H.; SILVA, O. R. R. F. **Tecnologias para o agronegócio do gergelim**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2010. 264p.

QUEIROGA, V. P.; FIRMINO, P. T.; FREIRE, R. M. M.; SILVA, A. C.; BORBA, F. G.; ALMEIDA, K. V.; SOUSA, W. J. B.; JERÔNIMO, J. F. Composição mineral de sementes de gergelim de diferentes cores. In: *IV Congresso Brasileiro de Mamona e I Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas*, João Pessoa, 2010a.

QUEIROGA, V. P.; BORBA, F. G.; ALMEIDA, K. V.; SOUSA, W. J. B.; JERONIMO, J. F.; QUEIROGA, D. A. N. Qualidade fisiológica e composição química das sementes de gergelim

com distintas cores. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 4, n. 1, p. 27-33 jan-jun, Boa Vista (RR), 2010b.

QUEIROGA, V.P.; GONDIM, T.M. DE S.; VALE, D. G. D.; GEREON, H. G. M.; MOURA, J.A.; SILVA, P. J.; SOUZA FILHO, J.F. **Produção de gergelim orgânico nas comunidades de produtores familiares de São Francisco de Assis do Piauí**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2008. 127p. (Embrapa Algodão. Documentos, 190).

QUEIROGA, V. P.; ARRIEL, N. H. C.; BELTRÃO, N. E.M, SILVA, O. R. R. F.; GONDIM, T. M. S.; FIRMINO, P. T.; CARTAXO, W. V.; SILVA, A. C.; VALE, D. G.; NÓBREGA, D. A. Cultivo Ecológico do Gergelim: Alternativa de Produção para Comunidades de Produtores Familiares da Região Semi-árida do Nordeste. Embrapa Algodão. **Documentos**, **171** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2007. 53 p.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2014. URL <http://www.R-project.org/>.

RE, R.; PELLEGRINI, N.; PROTEGGENTE, A.; PANNALA, A.; YANG, M.; RICEEVANS, C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology and Medicine**. Vol. 26, p. 1231-1237, 1999.

RIBEIRO, J. G.; SILVA, R. A. Estudo comparativo da qualidade de pólen apícola fresco, recém processado, não processado e armazenado em freezer e pólen de marca comercial através de análises físico-químicas. **Tecnologia & Desenvolvimento Sustentável**, Ano 1, março 2007.

ROCHA, J. F. M. **Avaliação do efeito de armazenamento na qualidade do pólen apícola**. Dissertação (Mestrado em Qualidade e Segurança Alimentar) - Instituto Politécnico Escola Superior Agrária de Bragança, Portugal, 2013.

RODRIGUES, M. A. A.; KELLER, K. M.; KELLER, L. A. M.; OLIVEIRA, A. A.; ALMEIDA, T. X.; MARASSI, A. C.; KRÜGER, C. D.; BARBOSA, T. S.; LORENZON, M. C. A.; ROSA, C. A. R. Avaliação micológica e micotoxicológica do pólen da abelha jataí (*Tetragonisca angustula*) proveniente de ilha Grande. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**. Vol. 30, p. 249-253, Angra dos Reis, RJ, 2008.

RODRIGUES, R. S.; FLORAS, A. S.; MIOTTO, S. T. S.; BAPTISTA, L. R. M. O gênero *Senna* (Leguminosae, Caesalpinioideae) no Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta bot. bras.** Vol. 19. N. 1, p. 1-16. 2005.

RODRIGUES, M. I.; IEMMA, A. F. **Planejamento de experimentos e otimização de processos**. 2 ed. Campinas (SP): Casa do Espírito Amigo Fraternidade Fé e Amor, 2009.

ROLDÁN, A.; MUISWINKEL, G.C.J. V.; LASANTA, C.; PALACIOS, V.; CARO, I. Influence of pollen addition on mead elaboration: Physicochemical and sensory characteristics. **Food Chemistry**. Vol. 126, p. 574–582, 2011.

SAMPAIO, C. R. P.; FERREIRA, S. M. R.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Perfil sensorial e aceitabilidade de barras de cereais fortificadas com ferro. **Alimentos e Nutrição**, v.20, n.1, p.95-106, Marília (SP), 2009.

SANKAR, D. A pilot study of open label sesame oil in hypertensive diabetics. **Journal of Medicinal Food**, v. 9, n. 3, p. 408 - 412, 2006

SANTOS, F. A. R. Identificação botânica do pólen apícola. **Seminário Brasileiro de Própolis e Pólen**. Ilhéus (BA), 2011.

SANTOS, J. F. **Avaliação das propriedades nutricionais de barras de cereais elaboradas com farinha de banana verde**. Dissertação (mestrado em Nutrição Experimental). Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2010.

SATTLER, J. A. G. **Quantificação das vitaminas antioxidantes E (α -, β -, γ -, σ -tocoferol), C (ácido ascórbico), pró-vitamina A (α -, β -caroteno) e composição química do pólen apícola desidratado produzido em apiários georreferenciados da região Sul do Brasil**. Dissertação (mestrado em Ciência dos Alimentos). Universidade de São Paulo. Departamento de Alimentos. São Paulo, 2013.

SERRA BONVEH, J; TORRENTÓ, M. S.; LORENTE, E. C. Evaluation of polyphenolic and flavonoid compounds in honey bee collected pollen produced in Spain. **Journal Agricultural and Food Chemistry**, v.9, n.4, p.1848-1853, 2001.

SILVA, E. R.; MARTINO, H. S. D.; MOREIRA, A. V. B.; ARRIEL, N. H. C.; SILVA, A. C.; RIBEIRO, S. M. R. Capacidade antioxidante e composição química de grãos integrais de gergelim creme e preto. **Pesq. Agropec. Bras.** V. 46, n. 7, p. 736-742, jul. Brasília, 2011.

SILVA, E. F. **Utilização da farinha da alfarroba (*Ceratonia siliqua* L.) na elaboração de bolo e avaliação de aceitação por testes sensoriais afetivos**. Monografia. UNIAMERICA: Curso de Nutrição. Foz do Iguaçu, PR, 2006.

SILVA, R. F. Aceitabilidade de biscoitos e bolos à base de arroz com café extrusados. **Ciência e Tecnologia Alimentos**. Vol. 29, n 4, p. 815-819, out.-dez. Campinas, 2009.

SILVA, P. G. F.; SERRÃO, J. E.; Nutritive value and apparent digestibility of bee-collected and bee-stored pollen in the stingless bee *Scaptotrigona postica* Latr. (Hymenoptera, Apidae, Meliponini). **Apidologie**, v. 31, n. 1, p. 39-45, 2000.

SODRÉ, G. S.; MARCHINI, L. C.; MORETI, A. C. C. C.; CARVALHO, C. A. L. Tipos polínicos encontrados em amostras de méis de *Apis mellifera* em Picos, Estado do Piauí. **Ciência Rural**. Vol. 38, n. 3, p. 839-842, Santa Maria (RS), 2008.

SOUSA, M. S. B.; VIEIRA, L. M.; LIMA, A. Fenólicos totais e capacidade antioxidante in vitro de resíduos de polpas de frutas tropicais. **Brazilian Journal of Food Technology**. Vol. 14, n. 3, p. 1-9, 2011.

SOUZA, R. C. S.; YUYAMA, L. K. O.; AGUIAR, J. P. L.; OLIVEIRA, F. P. M. Valor nutricional do mel e pólen de abelhas sem ferrão da região amazônica. **Acta Amazonica**. Vol. 34, p. 333-336, 2004.

STONE, H. S.; SIDEL, J. L. **Sensory evaluation practices**. Academic Press, San Diego, CA, 1993. 308p.

TACO. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**. 4. ed. rev. e ampl. NEPA – UNICAMP. Campinas, SP, 2011.

TOHAMY, A. A.; ABDELLA, E. M.; AHMED, R. R.; AHMED, Y. K. Assessment of anti-mutagenic, anti-histopathologic and antioxidant capacities of Egyptian bee pollen and propolis extracts. **Cytotechnology**. Vol. 66, p. 283–297, 2014.

TORRES, E. R. **Desenvolvimento de barra de cereais formuladas com ingredientes regionais**. Dissertação (mestrado em Engenharia de Processos) Universidade Tiradentes – UNIT. Aracaju, SE, 2009.

VIEIRA, L. M.; SOUSA, M. S. B.; MANCINI-FILHO, J.; LIMA, A. Fenólicos totais e capacidade antioxidante *in vitro* de polpas de frutos tropicais. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Vol. 33, n. 3, 2011.

VINCENZI, V. M. **O pólen apícola como elemento potencializador dos efeitos advindos da atividade física orientada em idosas**. Dissertação (mestrado em Agroecossistemas). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC, 2004.

YANG, K.; WU, D.; YE, X.; LIU, D.; CHEN, J.; SUN, P. Characterization of Chemical Composition of Bee Pollen in China. **J. Agric. Food Chem.** Vol. 61, p. 708–718, 2013.

ZIMMERMANN, F. J. P. **Estatística aplicada à pesquisa agropecuária**. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2004. 402p.

APÊNDICE 01 – QUESTIONÁRIO DE RECRUTAMENTO PARA O GRUPO DE FOCO

Questionário Recrutamento para o Grupo de Foco

1. Nome: _____ Sexo: () F () M
2. Faixa etária: () <20 () 20 a 25 () 25 a 30 () 30 a 35 () 35 a 40 () >40
3. Etnia: _____ Fone: _____
4. Escolaridade: _____ Ocupação: _____
5. Renda familiar (em salários mínimos): () 1 a 5 () 5 a 10 () 10 a 15 () >15
6. É portador de: () Diabetes () Hipertensão Arterial () Colesterol Total elevado () Triglicerídios elevado () Outros () Sem resposta
7. Quem faz as compras de alimentos na sua casa?
() Você [] Um parente [] Um amigo [] Um empregado [] Pede por telefone [] Outro
8. Pratica algum tipo de atividade física? Qual? Com que frequência?

-
9. Sobre o consumo de barras alimentícias faça as oposições conforme o seu hábito, sendo:

Tipo de barra	Não consome	Em casa	Universidade	Trabalho/estágio	Viagens	Academia
Cereais						
Frutas						
Sementes						
Proteicas						

10. Especifique com que finalidade os tipos de barras abaixo:

Cereais: _____

Frutas: _____

Sementes: _____

Proteicas: _____

11. Você costuma ler o rótulo dos produtos alimentícios antes de comprar?

[] Sim [] Não [] Às vezes

12. Você costuma olhar a informação nutricional dos produtos antes de comprar?

[] Sim [] Não [] Às vezes

13. Você sabia que a declaração no rótulo do valor calórico, do conteúdo de nutrientes e componentes deve ser feita em forma numérica, e declarada em % dos Valores Diários (%VD)?

Sim Não Sem resposta

14. Você sabia que para o estabelecimento dos Valores Diários foram utilizados os Valores Diários de Referência (VDR) com base numa dieta de 2.500 calorias?

Sim Não Sem resposta

15. Escreva as suas dúvidas mais comuns, com relação às informações dos rótulos.

16. Como você compreende as expressões “fonte de” ou “rico em”, são sinônimos ou apresentam significados distintos?

17. Quais produtos apícolas você considera que podem ser empregados como ingredientes em produtos alimentícios?

APÊNDICE 02 – PLANEJAMENTO DO GRUPO DE FOCO

Planejamento grupo focal

Temática: barra alimentícia

Objetivos:

Conhecer a visão dos consumidores sobre o que são barras alimentícias;

Levantar as principais características para descrever barra alimentícia;

Verificar se os consumidores conseguem distinguir entre barra alimentícia e barra proteica;

Roteiro Grupo de Foco

Questões:

1. Fale-nos de como você se vê como um consumidor (a), quais seriam as suas qualidades e as características que teriam que ser melhoradas ou evitadas como consumidor?
2. Como você se caracteriza como consumidor de barras alimentícias, sejam elas a base de frutas, cereais ou sementes? Por qual tipo você tem maior predileção?
3. O que se entende por barra alimentícia? Fazendo uma avaliação sensorial (sabor, odor, textura, aparência) de barras alimentícias, o que você mais aprecia nas barras alimentícias?
4. Se você trabalhasse em uma indústria de barras alimentícias, quais seriam suas sugestões de melhoria na fabricação das mesmas? Justifique.
5. O que poderia ser melhorado nas barras em relação ao sabor, odor, consistência e aparência e conteúdo, para lhe atender melhor em termos de saúde?
6. O consumo de barras alimentícias, na sua concepção, pode ser associado a algum benefício para a saúde? Por quê? De que forma?
7. Considerando o impacto do preço para a aquisição de um produto alimentício, que características uma barra alimentícia deveria apresentar para ser facilmente adquirida mesmo possuindo um valor relativamente elevado. Questão de custo/benefício.
8. Descreva como você consegue distinguir entre barra de cereal, proteica e de sementes. E quais as circunstâncias de consumo cada uma pode estar associada?
9. De todas as matérias primas não-convencionais que tem sido utilizadas para elaboração de barras alimentícias que você tem conhecimento, qual delas confere melhor harmonia ao produto e qual a que não apresenta harmonia? Faça suas considerações.

10. A associação de ingredientes regionais para elaboração de barras alimentícias, no seu ponto de vista, valoriza ou descaracteriza o produto? Já teve a oportunidade de provar de algum desses produtos? Qual sua avaliação?
11. Sugira produtos regionais que poderiam ser empregados para a elaboração de barras que ainda não foram utilizadas, considerando as modificações que poderiam causar no produto.

APÊNDICE 03 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (T.C.L.E)

Você está sendo convidado a participar como voluntário da pesquisa intitulada BARRA ALIMENTAR COM COMPONENTE APÍCOLA: OTIMIZAÇÃO SENSORIAL E AVALIAÇÃO DA QUALIDADE. Você não deve participar contra a sua vontade. Leia atentamente as informações abaixo e faça qualquer pergunta que desejar, para que todos os procedimentos desta pesquisa sejam esclarecidos.

Esta pesquisa tem como objetivo verificar a aceitabilidade de barra alimentar com elevado teor de proteínas cujos ingredientes principais são pólen apícola e gergelim. Por ser um produto novo, é fundamental saber seu grau de aceitação pelos consumidores potenciais.

Caso o provador **NÃO GOSTE OU TENHA ALERGIA OU INTOLERÂNCIA A ALGUM DESSES INGREDIENTES, NÃO É INDICADO PARTICIPAR DA PESQUISA**, pois poderá causar algum desconforto abdominal ou algum sinal alérgico.

Os provadores analisarão os produtos quanto aos atributos: aparência global, aroma, sabor e textura e intenção de compra. O pesquisador garante fornecer respostas a quaisquer perguntas ou esclarecimentos que julgue necessário sobre os procedimentos, riscos, benefícios e outros relacionados com a pesquisa realizada e está consciente que a participação do sujeito da pesquisa é voluntária, podendo se retirar a qualquer momento da análise sem qualquer consequência para o mesmo. Não haverá nenhum tipo de ressarcimento financeiro ou ajuda de custo aos provadores durante a participação na pesquisa.

Em caso de algum problema relacionado com a pesquisa, o participante terá assistência gratuita que será prestada através do contato com o Serviço de Urgência, onde será encaminhado para o hospital mais próximo.

Serão garantidos o sigilo e privacidade aos participantes, assegurando-lhes o direito de omissão de sua identificação, ou de dados que possam compromê-lo. Os resultados obtidos com a pesquisa poderão ser apresentados em eventos ou publicações científicas.

Para qualquer outra informação, o (a) Sr. (a) poderá entrar em contato:

Nome: Afra Maria do Carmo Bandeira do Nascimento

Instituição: Universidade Federal do Ceará

Endereço: Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará. Telefone para contato: 3366-9741.

Atenção: Para informar qualquer questionamento durante a sua participação no estudo, dirija-se ao: Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Ceará, End.: Rua Coronel Nunes de Melo, 1127, Rodolfo Teófilo. Telefone: 3366-8344

TERMO DE CONSENTIMENTO PÓS-ESCLARECIMENTO

O abaixo-assinado _____, _____ anos, RG nº _____ declara que é de livre e espontânea vontade que está participando como voluntário da pesquisa. Declaro que li cuidadosamente esse Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, tendo sido devidamente esclarecido de seu(s) objetivo(s), método(s) e condições éticas legais, concordando em dele participar. Declaro ainda, estar recebendo cópia assinada do devido termo.

Fortaleza, ____/____/____

Assinatura do participante

Assinatura do pesquisador responsável

APÊNDICE 04: FICHAS PARA AVALIAÇÃO SENSORIAL
Questionário de caracterização dos provadores

Nome: _____ Tel. p/ contato: () _____ - _____ e-mail: _____

Sexo: () M () F Faixa etária: () 18 a 25 () 26 a 35 () 36 a 45 () 46 a 50 () mais de 50.

Grau de escolaridade: () Ensino fundamental

() Ensino médio

() Ensino superior () Completo () Incompleto

() Pós-Graduado

1. Marque com "X" a frequência com que você consome cada tipo de barra:

	Diariamente	2 a 3 vezes/ semana	1 vez/sem.	Quinzenalmente	1 vez/mês	Raramente	
Barra de cereal	()	()	()	()	()	()	Nunca
Barra de semente	()	()	()	()	()	()	
Barra proteica	()	()	()	()	()	()	
Gergelim	()	()	()	()	()	()	()
Mel	()	()	()	()	()	()	()
Pólen	()	()	()	()	()	()	()

2. Indique o quanto você gosta de cada um desses tipos de barras alimentícias marcando com um "X" na escala.

Produto	Gosto muito	Gosto moderadamente	Gosto ligeiramente
<u>Barra de cereal</u>	()	()	()
<u>Barra de semente</u>	()	()	()
<u>Barra proteica</u>	()	()	()
<u>Gergelim</u>	()	()	()
<u>Mel</u>	()	()	()
<u>Pólen apícola</u>	()	()	()

3. Quais os produtos apícolas (de abelhas) que você conhece?

4. Já ouviu falar em pólen apícola? () SIM () Não

5. Qual associação que você faz ao ouvir essa designação?

6. O que o levou a consumir barras alimentar (de cereais ou de outro tipo):

() Indicação médica/nutricionista () Indicação de um amigo () Costume na família

() Outros: _____

7. Em que momento do dia você costuma consumir?

8. A barra alimentar é saudável: () discordo totalmente () concordo totalmente

9. Enumere em ordem as características que você considera mais importantes em uma barra:

() Aroma () Sabor () Textura () Cor

10. Você não deve fazer o teste se tiver algum problema de alergia alimentar ou asma.

FICHA DE AVALIAÇÃO DA BARRA COM PÓLEN APÍCOLA E GERGELIM

Inicialmente OBSERVE CADA AMOSTRA seguindo a ordem apresentada na ficha e marque com um **X** no quadrado que indica o quanto você gostou ou desgostou da **APARENCIA** de cada amostra:

--	--	--	--	--

Gostei muitíssimo	()	()	()	()	()
Gostei muito	()	()	()	()	()
Gostei moderadamente	()	()	()	()	()
Gostei ligeiramente	()	()	()	()	()
Não gostei/ nem desgostei	()	()	()	()	()
Desgostei ligeiramente	()	()	()	()	()
Desgostei moderadamente	()	()	()	()	()
Desgostei muito	()	()	()	()	()
Desgostei muitíssimo	()	()	()	()	()

TEXTURA

--	--	--	--	--

Gostei muitíssimo	()	()	()	()	()
Gostei muito	()	()	()	()	()
Gostei moderadamente	()	()	()	()	()
Gostei ligeiramente	()	()	()	()	()
Não gostei/ nem desgostei	()	()	()	()	()
Desgostei ligeiramente	()	()	()	()	()
Desgostei moderadamente	()	()	()	()	()
Desgostei muito	()	()	()	()	()
Desgostei muitíssimo	()	()	()	()	()

Agora, avalie cada amostra e marque com um **X** no quadrado que indica o quanto você gostou ou desgostou da amostra em relação aos seguintes atributos:

AROMA

--	--	--	--	--

Gostei muitíssimo	()	()	()	()	()
Gostei muito	()	()	()	()	()
Gostei moderadamente	()	()	()	()	()
Gostei ligeiramente	()	()	()	()	()
Não gostei/ nem desgostei	()	()	()	()	()
Desgostei ligeiramente	()	()	()	()	()
Desgostei moderadamente	()	()	()	()	()
Desgostei muito	()	()	()	()	()
Desgostei muitíssimo	()	()	()	()	()

SABOR

--	--	--	--	--

Gostei muitíssimo	()	()	()	()	()
Gostei muito	()	()	()	()	()
Gostei moderadamente	()	()	()	()	()
Gostei ligeiramente	()	()	()	()	()
Não gostei/ nem desgostei	()	()	()	()	()
Desgostei ligeiramente	()	()	()	()	()
Desgostei moderadamente	()	()	()	()	()
Desgostei muito	()	()	()	()	()
Desgostei muitíssimo	()	()	()	()	()

Agora marque com um **X** no ponto da escala que melhor expressa sua opinião com relação à **INTENSIDADE** de percepção da **CROCÂNCIA** do produto.

Código da amostra

--	--	--	--	--

Extremamente mais forte que o ideal	()	()	()	()	()
Muito mais forte que o ideal	()	()	()	()	()
Moderadamente mais forte que o ideal	()	()	()	()	()
Ligeiramente mais forte que o ideal	()	()	()	()	()
Ideal	()	()	()	()	()
Ligeiramente menos forte que o ideal	()	()	()	()	()
Moderadamente menos forte que o ideal	()	()	()	()	()
Muito menos forte que o ideal	()	()	()	()	()
Extremamente menos forte que o ideal	()	()	()	()	()

Ficha de Avaliação Sensorial de Barra com Pólen Apícola e Gergelim

1. Avalie cada amostra codificada utilizando a escala abaixo para dizer o quanto você gostou ou desgostou em relação a **IMPRESSÃO GLOBAL (DE UM MODO GERAL)**

Código da amostra

--	--	--	--	--

Gostei muitíssimo	()	()	()	()	()
Gostei muito	()	()	()	()	()
Gostei moderadamente	()	()	()	()	()
Gostei ligeiramente	()	()	()	()	()
Não gostei/ nem desgostei	()	()	()	()	()
Desgostei ligeiramente	()	()	()	()	()
Desgostei moderadamente	()	()	()	()	()
Desgostei muito	()	()	()	()	()
Desgostei muitíssimo	()	()	()	()	()

2. Baseando-se na avaliação feita, aponte o que você mais gostou e menos gostou em cada amostra.

Código Amostra	Mais gostei	Menos gostei

3. Baseando-se na Impressão Global, indique na escala abaixo a sua intenção de **COMPRA se o** produto estivesse à venda em supermercado.

Código da amostra

--	--	--	--	--

Certamente compraria	()	()	()	()	()
Possivelmente compraria	()	()	()	()	()
Talvez comprasse, talvez não	()	()	()	()	()
Possivelmente não compraria	()	()	()	()	()
Certamente não compraria	()	()	()	()	()

APÊNDICE 05: RESPOSTAS DOS PROVADORES PARA OS QUESITOS QUE MAIS GOSTARAM E MENOS GOSTARAM EM CADA FORMULAÇÃO.

FORMULAÇÃO 1				FORMULAÇÃO 2				FORMULAÇÃO 3			
Mais gostou (%)		Menos gostou (%)		Mais gostou (%)		Menos gostou (%)		Mais gostou (%)		Menos gostou (%)	
7,3	Doç.	5,4	Amrg.	11,8	Doç.	11,8	Amrg.	7,5	Doç.	5,7	Amrg.
9,1	Croc.	5,4	Aparc.	5,9	Croc.	5,9	Aparc.	5,7	Croc.	7,5	Aparc.
12,7	Aprc.	5,4	Doç.	9,8	Aparc.	5,9	Doç.	18,9	Aparc.	9,4	Doç.
14,5	Sabor	7,3	Arm.	25,5	Sabor	7,8	Arm	20,7	Sabor	9,4	Arm
25,4	Text.	21,8	Text.	27,4	Text.	13,7	Text.	17	Text.	13,2	Text.
29,1	Aroma	56,4	Sabor	25,5	Arm	45,1	Sabor	24,5	Aroma	39,6	Sabor
						7,8	Croc.			3,8	Croc.
FORMULAÇÃO 4				FORMULAÇÃO 5				FORMULAÇÃO 6			
Mais gostou (%)		Menos gostou (%)		Mais gostou (%)		Menos gostou (%)		Mais gostou (%)		Menos gostou (%)	
7,8	Doç.	5,9	Amrg.	1,9	Croc.	1,9	Amrg.	1,8	Doç	3,6	Amrg
3,9	Croc.	5,9	Aparc.	3,8	Cor	1,9	Aparc.	1,8	Croc.	3,6	Aparc.
23,5	Aparc	11,8	Doç.	19,2	Aparc.	13,5	Doç.	16,4	Aparc.	10,9	Doç.
15,7	Sabor	11,8	Arm.	17,3	Sabor	13,5	Arm	30,1	Sabor	16,4	Arm
23,5	Text.	15,7	Text	32,7	Text	17,3	Text.	29,1	Text.	23,6	Text.
23,5	Aroma	58,8	Sabor	19,2	Arm	44,2	Sabor	12,7	Arm	27,3	Sabor
						7,7	Croc.	3,6	Cor	7,3	Croc.
FORMULAÇÃO 7				FORMULAÇÃO 8				FORMULAÇÃO 9			
Mais gostou (%)		Menos gostou (%)		Mais gostou (%)		Menos gostou (%)		Mais gostou (%)		Menos gostou (%)	
7,5	Doç.	7,5	Amrg.	1,9	Doç	7,7	Amrg	5,8	Doç	1,9	Amrg
5,7	Croc	3,8	Aparc	3,8	Croc	3,8	Croc	3,8	Croc	1,9	Aparc
28,3	Aparc	11,3	Doç.	28,8	Aparc	19,2	Doç	28,8	Aparc	3,8	Doç
17	Sabor	3,8	Arm.	15,4	Sabor	9,6	Arm	17,3	Sabor	9,6	Arm
20,7	Text.	13,2	Text	32,7	Text	7,7	Text.	28,8	Text	26,9	Text
24,5	Arm.	52,8	Sabor	23,1	Arm	53,8	Sabor	21,1	Arm	51,9	Sabor
										3,8	Croc
FORMULAÇÃO 10				FORMULAÇÃO 11				FORMULAÇÃO 12			
Mais gostou (%)		Menos gostou (%)		Mais gostou (%)		Menos gostou (%)		Mais gostou (%)		Menos gostou (%)	
7,5	Doç.	7,5	Amarg	1,8	Doç.	5,5	Amrg	19,2	Arm.	5,8	Amrg
1,9	Croc	15,1	Aparc	9,2	Croc	7,4	Aparc	15,4	Croc	7,7	Aparc
18,9	Aparc	7,5	Doç	24,1	Aparc	7,4	Doç	11,5	Aparc	7,7	Doç
1,9	Cor	3,8	Arm	24,1	Sabor	7,4	Arm	21,1	Sabor	9,6	Arm
39,6	Text.	9,4	Text	18,5	Text	24,1	Text	21,1	Text	21,1	Text
15,1	Aroma	50,9	Sabor	18,5	Aroma	38,9	Sabor			36,5	Sabor
		5,7	Croc			1,8	Croc			5,8	Croc

Principais respostas sensoriais: Doçura (Doç.); aroma (arm); textura (text); aparência (aparc); sabor; amargor (amrg); crocância (croc); cor.

APÊNDICE 06: RESULTADOS DA ATITUDE DE COMPRA.

Nota	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12
1	30,0%	20,0%	21,1%	26,3%	26,4%	23,2%	31,0%	23,1%	28,6%	23,6%	26,3%	25,5%
2	31,5%	18,0%	23,1%	19,3%	24,5%	17,8%	31,0%	17,3%	16,3%	18,2%	19,3%	15,7%
3	18,5%	23,5%	21,1%	17,5%	22,6%	21,4%	14,5%	38,5%	34,7%	25,4%	22,8%	17,6%
4	13,0%	25,5%	17,3%	26,3%	17,0%	25,0%	16,4%	15,4%	16,3%	21,8%	26,3%	29,4%
5	7,0%	14,0%	17,3%	10,5%	9,4%	12,5%	7,1%	5,8%	4,1%	10,9%	5,3%	11,8%

**ANEXO 01: COMPROVANTE DE APROVAÇÃO DO PROJETO JUNTO AO
COMITÊ DE ÉTICA**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO
CEARÁ/ PROPESQ

**COMPROVANTE DE ENVIO DO PROJETO****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

Título da Pesquisa: BARRA PROTÉICA COM COMPONENTE APÍCOLA: OTIMIZAÇÃO SENSORIAL
E AVALIAÇÃO DA QUALIDADE

Pesquisador: Afra Maria do Carmo Bandeira do Nascimento

Versão: 1

CAAE: 34871814.2.0000.5054

Instituição Proponente: Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do
Ceará

DADOS DO COMPROVANTE

Número do Comprovante: 070346/2014

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio