

MÁRCIA CRISTINA TEIXEIRA RIBEIRO VIDIGAL

**NANOTECNOLOGIA: DO ESTUDO DO COMPORTAMENTO DO
CONSUMIDOR AO DESENVOLVIMENTO DE AROMA
NANOENCAPSULADO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2013

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV

T

V653n
2013

Vidigal, Márcia Cristina Teixeira Ribeiro, 1981-
Nanotecnologia : do estudo do comportamento do
consumidor ao desenvolvimento de aroma nanoencapsulado /
Márcia Cristina Teixeira Ribeiro Vidigal. – Viçosa, MG, 2013.
xvii, 111f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui anexos.

Orientador: Valéria Paula Rodrigues Minim.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Alimentos - Processamento. 2. Nanopartículas.
3. Alimentos - Aroma. 4. Tecnologias de alimentos.
5. Nanotecnologia. 6. Comportamento do consumidor.
7. Alimentos - Inovações tecnológicas. I. Universidade Federal
de Viçosa. Departamento de Tecnologia de Alimentos. Programa
de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos.
II. Título.

CDD 22. ed. 664.02

MÁRCIA CRISTINA TEIXEIRA RIBEIRO VIDIGAL

**NANOTECNOLOGIA: DO ESTUDO DO COMPORTAMENTO DO
CONSUMIDOR AO DESENVOLVIMENTO DE AROMA
NANOENCAPSULADO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos para a obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 06 de setembro de 2013.

Prof. Luis Antônio Minim
(Co-Orientador)

Prof^ª. Ana Clarissa dos Santos Pires
(Co-Orientadora)

Prof^ª. Suzana Maria Della Lucia

Prof^ª. Aline Cristina Arruda Gonçalves

Prof^ª. Valéria Paula Rodrigues Minim
(Orientadora)

*Aos meus pais, Ananias e Maria da Conceição, pelo amor incondicional,
Ao meu marido, Leonardo, e meus filhos, Júlia e Miguel, razão do meu viver,
dedico este trabalho.*

*“O Senhor é meu pastor e nada me faltará”.
(Salmo 23.1)*

AGRADECIMENTOS

À Deus por sempre me guiar, me proteger e permitir que meus sonhos se tornem realidade.

À Universidade Federal de Viçosa, em especial ao Departamento de Tecnologia de Alimentos, pela oportunidade de formação acadêmica.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

À minha orientadora, professora Valéria Paula Rodrigues Minim, pela amizade, confiança, ensinamentos que muito contribuíram para a minha formação. Afinal, são 6 anos de muito aprendizado!!!

Ao meu co-orientador, professor Luis Antonio Minim pela atenção, conselhos indispensáveis para o desenvolvimento deste trabalho e por me ceder um espaço no LADESP.

À minha co-orientadora, professora Ana Clarissa dos Santos Pires, pelas sugestões, ensinamentos e por ser uma grande amiga.

As professoras Aline Cristina Arruda Gonçalves e Suzana Della Lucia pelos anos de amizade e pelas valiosas sugestões e contribuições.

Aos estagiários: Douglas, Iago, Patrícia, Pedro, Raíssa, Rêmio e Vinícius pelo fundamental apoio no desenvolvimento do experimento.

A todos os funcionários do DTA que de alguma forma contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

A empresa Petit Marie Química Fina LTDA pela doação do aroma de coco.

As amigas da pós-graduação Ana Cristina, Andréa, Lizzy, Manoela, Mayra, Milene e Rita pelo carinho, companheirismo, convivência, apoio e ajuda fundamental.

As amigas de longa data e sempre presentes, Ana Paula e Flávia pela amizade sincera.

Aos meus pais, Sãozinha e Nazinho, que são a base do que sou, pelo amor, sacrifícios e por sempre estarem ao meu lado, me apoiando e confiando em mim. Vocês são os melhores pais que eu poderia ter! A minha irmã Marcély, por ser uma amiga que posso contar, pelo apoio e torcida. Ao meu irmão Éverton, pela amizade, carinho e por toda ajuda na formatação da minha tese. As minhas lindas afilhadas, Clara e Luna, pelos sorrisos e alegrias.

Aos meus avós, Dote, Maria e Herane, pelas orações e palavras de apoio. A todos meus tios/tias e primos/prima por torcerem por mim e serem esta família tão especial e unida.

Aos meus queridos filhos, Júlia e Miguel, presentes de Deus na minha vida, muito obrigada pelos sorrisos, amor, carinho e pela pureza de coração. Mesmo tão pequenos me dão força, coragem e incentivo para vencer os desafios e dificuldades. Com vocês por perto, tudo parece ter solução. Ao Leonardo, pelo amor, paciência e pelo apoio em todos os momentos. Amo muito vocês!

BIOGRAFIA

MÁRCIA CRISTINA TEIXEIRA RIBEIRO VIDIGAL, filha de Ananias Vicente Ribeiro e Maria da Conceição Teixeira Ribeiro, nasceu em 12 de agosto de 1981, em Viçosa, Minas Gerais.

Iniciou seus estudos na Escola Estadual Coronel Antônio Faustino Duarte – Paula Cândido/MG, em 1986. Em 1993, transferiu-se para a Escola Estadual Prof. Samuel João de Deus. Em 1997, estudou no Colégio Universitário-COLUNI de Viçosa, onde concluiu o ensino médio.

Em março de 2001, ingressou na Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG. Em setembro de 2003, foi contemplada com a bolsa CAPES/BRAFITEC para a realização de um ano de estudos na École Nationale Supérieure d'Agronomie et des Industries Alimentaires - Institut National Polytechnique de Lorraine, França. Em outubro de 2006, graduou-se em Engenharia de Alimentos pela UFV.

No março de 2007, iniciou o curso de Mestrado no programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos na Universidade Federal de Viçosa, concluindo em fevereiro de 2009.

Em agosto de 2009, iniciou o curso de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, nível doutorado na Universidade Federal de Viçosa. Em setembro de 2013, submeteu-se a defesa de tese de doutorado.

ÍNDICE

LISTA DE TABELAS	x
LISTA DE FIGURAS	xii
RESUMO	xiv
ABSTRACT	xvi
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
ARTIGO I.....	3
Tradução e validação para a língua portuguesa da escala de neofobia em relação à tecnologia de alimentos: Food Technology Neophobia Scale	3
RESUMO	3
ABSTRACT	4
INTRODUÇÃO	4
MATERIAL E MÉTODOS.....	7
<i>Instrumento</i>	7
<i>Tradução e Retrotradução</i>	7
<i>Validação do Instrumento</i>	8
<i>Análise Estatística</i>	8
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	10
CONCLUSÃO.....	14
COMITÊ DE ÉTICA	15
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	15
ARTIGO II.....	18
Neofobia em relação à tecnologia de alimentos e atitudes do consumidor em relação às tecnologias atuais e convencionais: um estudo de caso no Brasil.....	18
RESUMO	18
INTRODUÇÃO	19
MATERIAL E MÉTODOS.....	22
<i>Instrumento</i>	22
<i>Amostra</i>	23

<i>Estudo da neofobia em relação às tecnologias de alimentos (FTNS)</i>	25
<i>Análise estatística</i>	27
Adaptado de Cox & Evans (2008) e Siegrist (2008).....	28
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
<i>Revalidação do questionário FTNS</i>	29
<i>Neofobia em relação à tecnologia de alimentos.....</i>	32
<i>Familiaridade e vontade de experimentar alimentos produzidos por diferentes</i> <i>tecnologias.....</i>	34
<i>Estudo dos grupos de neofobia em relação à tecnologia de alimentos (FTNGs) ..</i>	36
<i>Correlação entre FTNS e a familiaridade e a vontade de experimentar.....</i>	39
CONCLUSÃO.....	40
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42
ARTIGO III	48
Explorando as percepções dos consumidores sobre tecnologias de alimentos por meio da associação de palavras: um estudo de caso no Brasil.....	48
RESUMO	48
INTRODUÇÃO	49
MATERIAL E MÉTODOS.....	52
<i>Participantes.....</i>	52
<i>Associação de Palavras.....</i>	54
<i>Estímulo.....</i>	54
<i>Avaliação do consumidor</i>	55
<i>Análise dos resultados.....</i>	56
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	57
<i>Familiaridade em relação às tecnologias</i>	57
<i>Associação de palavras</i>	58
<i>Termos levantados pelos consumidores por meio da técnica de associação de</i> <i>palavras</i>	58
<i>Análise de correspondência.....</i>	63
CONCLUSÃO.....	66
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	67
ARTIGO IV	77

Desenvolvimento e caracterização de nanopartículas sólidas lipídicas contendo aroma de coco	77
RESUMO	77
INTRODUÇÃO	78
MATERIAL E MÉTODOS.....	80
<i>Materiais</i>	80
<i>Produção das nanopartículas sólidas lipídicas carreadoras de aroma</i>	81
<i>Delineamento experimental</i>	81
<i>Tamanho de partícula, Índice de polidispersão e Potencial Zeta</i>	84
<i>Microscopia de Transmissão Eletrônica (MET)</i>	84
<i>Eficiência de encapsulamento e Capacidade de carga</i>	84
<i>Teste de reconstituição das nanopartículas liofilizadas</i>	85
<i>Análise estatística</i>	86
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	87
<i>Determinação do tamanho médio, índice de polidispersão e potencial zeta</i>	87
<i>Microscopia de Transmissão Eletrônica (MET)</i>	91
<i>Eficiência de encapsulamento</i>	92
CONCLUSÃO.....	98
AGRADECIMENTOS.....	98
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	98
CONCLUSÃO GERAL	103
ANEXOS	105

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1. Versão original do instrumento de avaliação da neofobia em relação à tecnologia de alimentos sugerida por COX & EVANS (2008): Food Technology Neophobia Scale.	7
Tabela 1.2. Versão portuguesa do questionário Food Technology Neophobia Scale: Escala de Neofobia em relação à Tecnologia de Alimentos.	11
Tabela 1.3. Média, desvio padrão, mediana, teste de Wilcoxon, coeficientes de correlações intraclasse (ICC) para as 13 questões das versões em inglês e em português (N=30 respondentes).....	13
Tabela 2.1. Versão inglesa e portuguesa do questionário Food Technology Neophobia Scale (FTNS).....	24
Tabela 2.2. Perfil dos participantes (%) entrevistados em Belo Horizonte, Brasil.....	26
Tabela 2.3. Informações fornecidas aos participantes sobre as tecnologias utilizadas na produção de iogurte.....	28
Tabela 2.4. Escala de Neofobia em relação à Tecnologia de Alimentos: carga fatorial, média e desvio padrão dos itens.	31
Tabela 2.5. Neofobia em relação à tecnologia de alimentos por gênero, idade, estado civil, tamanho da família, escolaridade e renda familiar.	33
Tabela 2.6. Valores médios da familiaridade e vontade de experimentar alimentos produzidos por diferentes tecnologias.	35
Tabela 2.7. ANOVA para a familiaridade e a vontade de experimentar alimentos convencionais e não-convencionais em função dos grupos de neofobia em relação à tecnologia de alimentos (FTNGs).....	37
Tabela 2.8. Correlação de Pearson entre as pontuações da FTNS e a familiaridade e vontade de experimentar alimentos convencionais e não-convencionais.	39
Tabela 3.1. Perfil dos participantes (%) entrevistados em Viçosa, Brasil.	53
Tabela 3.2. Valores médios da familiaridade por diferentes tecnologias.	58
Tabela 3.3. Categorias Formadas na Associação de Palavras.	59

Tabela 3.4. Freqüências das categorias consideradas na realização da estatística qui-quadrado.....	60
Tabela 3.5. Freqüências das categorias não consideradas na realização da estatística qui-quadrado.....	61
Tabela 4.1. Combinações dos níveis de poloxamer 188 e aroma de coco e suas codificações.....	82
Tabela 4.2. Diâmetro médio, índice de polidispersividade e potencial zeta das nanopartículas contendo aroma de coco (γ -nonalactona).	87
Tabela 4.3. Eficiência de encapsulamento e capacidade de carga das nanopartículas contendo aroma de coco (γ -nonalactona).....	92

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1. Distribuição dos participantes nos grupos (FTNGs) que representam a baixa, média e alta neofobia em relação a tecnologia de alimentos.....	34
Figura 2.2. Vontade de experimentar alimentos produzidos pelas tecnologias não-convencionais dos participantes pertencentes aos grupos de média e alta neofobia. Escala de 1 a 7.(Pares de médias com a mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), para os indivíduos neutros). (Pares de médias com a mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), para os indivíduos neofóbicos).....	38
Figura 3.1. Exemplo de imagem de um dos conceitos de iogurte avaliados no estudo.	54
Figura 3.2. Modelo de ficha de avaliação utilizada na metodologia associação de palavras.	55
Figura 3.3. Representação das categorias (a) e dos iogurtes produzidos por tecnologias convencionais e não convencionais (b) nas duas primeiras dimensões da análise de correspondência.	64
Figura 4.1. Disposição dos pontos experimentais no delineamento composto central rotacional (DCCR).....	83
Figura 4.2. Tamanho médio da partícula em função da concentração de poloxamer (X_1) e de aroma (X_2).....	88
Figura 4.3. Potencial zeta em função da concentração de poloxamer (X_1) e de aroma (X_2).....	90
Figura 4.4. Fotomicrografias das formulações γ -nonalac-SLNs com aumento de 20000 x	91
Figura 4.5. Eficiência de encapsulamento em função da concentração de poloxamer 188 (X_1) e de aroma (X_2).....	93
Figura 4.6. Nanopartículas sólidas lipídicas contendo aroma de coco após o processo de liofilização.	95

Figura 4.7. Teste da suspensão de nanopartículas preparadas com diferentes concentrações de poloxamer e aroma de coco, dispersos em água por processos de agitação distintos.	97
---	----

RESUMO

VIDIGAL, Márcia Cristina Teixeira Ribeiro, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, setembro de 2013. **Nanotecnologia: do estudo do comportamento do consumidor ao desenvolvimento de aroma nanoencapsulado.** Orientadora: Valéria Paula Rodrigues Minim. Co-Orientadores: Luis Antonio Minim e Ana Clarissa dos Santos Pires.

Nos últimos anos, as aplicações da nanotecnologia no setor de alimentos vêm crescendo e muitas pesquisas estão sendo desenvolvidas na avaliação do comportamento do consumidor diante desta nova tecnologia. Por ser uma tecnologia muito recente, a sua aceitação pelos consumidores ainda não está clara. Neste contexto, um dos fatores que vem sendo investigado é a aversão dos consumidores por novas tecnologias empregadas na produção e processamento de alimentos, fenômeno conhecido como neofobia. Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo estudar o comportamento do consumidor brasileiro em relação à nanotecnologia e compará-la com outras tecnologias atuais e convencionais (pasteurização, orgânico, enriquecido com proteínas bioativas e transgênico) por meio da escala de neofobia em relação à tecnologia de alimentos (*FTNS - Food Technology Neophobia Scale*) que foi devidamente traduzida e validada para a língua portuguesa. O estudo da neofobia em relação à tecnologia de alimentos foi realizado com 389 respondentes em Belo Horizonte – MG, Brasil. Os resultados sugeriram que a FTNS é importante para explicar as atitudes dos consumidores em relação às novas tecnologias, principalmente, para a nanotecnologia. Os consumidores estão menos familiarizados com os alimentos rotulados com os termos nanotecnologia e transgênico e a vontade de experimentar esses produtos foi significativamente menor ($p < 0,05$). A percepção dos indivíduos em relação à nanotecnologia também foi investigada pela técnica de Associação de Palavras. O estudo foi realizado por 179 consumidores, em Viçosa – MG, Brasil. As expectativas e motivações dos consumidores foram significativamente afetadas ($p < 0,001$) pelas tecnologias convencionais e não convencionais. A técnica de associação de palavras forneceu resultados interessantes das percepções dos consumidores em relação às novas tecnologias, sendo útil para o desenvolvimento de novos produtos e elaboração de estratégias de marketing. As percepções dos consumidores em relação à nanotecnologia foram relacionadas principalmente à

novidade, incerteza e curiosidade, indicando, portanto, que eles estão interessados em obter mais informações. Desta forma, a aplicação da nanotecnologia no setor de alimentos depende da conscientização dos consumidores em relação aos riscos e benefícios desta nova tecnologia. Na área de análise sensorial, o desenvolvimento de aromas nanoencapsulados, mais estáveis, é uma alternativa para melhorar o sabor de alimentos isentos ou com baixo teor de gordura, além de, evitar a perda desses compostos durante o processamento, armazenamento e consumo de alimentos. Nanopartículas sólidas lipídicas contendo γ -nonalactona, aroma lipofílico que confere sabor de coco aos alimentos, foram desenvolvidas e caracterizadas (γ -nonalac-SLNs). A influência da concentração de surfactante e de aroma sobre o tamanho médio da partícula, potencial zeta e eficiência de encapsulamento foi avaliada utilizando o Delineamento Composto Central Rotacional (DCCR). As γ -nonalac-SLNs também foram caracterizadas por análise de microscopia de transmissão eletrônica (MET). As partículas reconstituídas após liofilização foram examinadas visualmente em relação à agregação. A condição ideal para a preparação das nanopartículas foi de 1,8% de poloxamer 188 (da fase contínua) e 50,0% de γ -nonalactona (da fase dispersa), que fornece uma eficiência de encapsulamento de 86,06%, tamanho médio de 530,10 nm e potencial zeta de -32,13 mV. A avaliação visual indicou que as nanopartículas reconstituídas, após homogeneização mecânica e à alta pressão, apresentaram boa dispersão em água. Assim, a γ -nonalac-SLN pode ser uma alternativa para aplicação em alimentos em geral, especialmente, para aqueles com teor de gordura a fim de melhorar o sabor, o aroma e a estabilidade desses alimentos. Contudo, pode-se concluir que apesar do estudo da neofobia reportar que consumidores apresentaram neofobia em relação à nanotecnologia, a técnica exploratória, associação de palavras indicou que esse comportamento está associado à falta de conhecimento. Desta forma, através de programas de esclarecimentos e informações aos consumidores, os alimentos produzidos utilizando a nanotecnologia têm potencial para ser aceito pelo mercado.

ABSTRACT

VIDIGAL, Márcia Cristina Teixeira Ribeiro, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, September of 2013. **Nanotechnology: the study of consumer behavior to the development of nano-encapsulated aroma.** Adviser: Valéria Paula Rodrigues Minim. Co-Advisers: Luis Antonio Minim and Ana Clarissa dos Santos Pires.

In recent years, applications of nanotechnology in the food sector have been growing and many research projects are ongoing in order to evaluate consumer's behavior in relation to this new technology. Because it is a new technology, its acceptance by consumers is not clear yet. In this context, one factor that has been investigated is the aversion of consumers to new technologies used in food production and processing, a phenomenon known as neophobia. Thus, the present work aimed to study the behavior of Brazilian consumers regarding nanotechnology and compare it with other current and conventional technologies (pasteurisation, organic, enriched with bioactive proteins and transgenic) using the neophobia scale for food technologies (FTNS- Food Technology Neophobia Scale), which was duly translated and validated for the Portuguese language. The neophobia study was conducted with 389 respondents in Belo Horizonte-MG, Brazil. Results suggest that the FTNS is important to explain consumer attitudes in relation to new technologies, especially with regards to nanotechnology. Consumers are less familiar with foods labeled as genetically modified (GM) and nanotechnology and their willingness to try these products was significantly lower ($p < 0.05$). The perception of individuals in relation to nanotechnology was also investigated by the Words Association technique. The study was conducted by 179 consumers in Viçosa-MG, Brazil. Expectations and motivations of consumers were significantly affected ($p < 0.001$) by the conventional and unconventional technologies. The word association technique provided interesting results for consumer perceptions in relation to new technologies, being useful for development of new products and marketing strategies. Consumer perception in relation to nanotechnology was mainly related to novelty, uncertainty and curiosity, thus indicating their interest in obtaining more information. Thus, the application of nanotechnology in the food sector depends on consumer awareness regarding the risks and benefits of this new technology. In the area of sensory analysis, the development of more stable nanoencapsulated aromas is an alternative to improve the flavor of free or low-fat foods, and to avoid loss of these compounds during food processing, storage and consumption. Solid lipid nanoparticles

containing γ -nonalactone, a lipophilic aroma that gives coconut flavor to foods, were developed and characterized (γ -nonalac-SLNs). The influence of surfactant and aroma concentrations on particle size, zeta potential and encapsulation efficiency was evaluated using a Rotational Central Composite Design (RCCD). The γ -nonalac-SLNs were also characterized by transmission electron microscopy (TEM) analysis. The particles reconstituted after lyophilization were visually examined in relation to aggregation. The ideal condition for nanoparticle preparation was 1.8% of poloxamer 188 (continuous phase), and 50.0% of γ -nonalactone (dispersed phase) which provides an encapsulation efficiency of 86.06 %, mean size of 530.10 nm and zeta potential of -32.13 mV. A visual assessment indicated that the reconstituted nanoparticles, after mechanical homogenization and high pressure, presented good dispersion in water. Thus, γ -nonalac-SLNs may be an alternative for use in foods in general, especially those with low fat concentration in order to improve the flavor and aroma of these foods, and increase their stability. It can be concluded that although the neophobia study reported that consumers showed neophobia in relation to nanotechnology, the exploratory technique, word association, indicated that this behavior is associated with lack of knowledge. Thus, through communication and information programs for consumers, food produced using nanotechnology has the potential to be accepted by the market.

INTRODUÇÃO GERAL

As novas tecnologias alimentares permitem inovações no setor de alimentos. No entanto, nem todas as tecnologias são igualmente aceitas e conhecidas pelos consumidores; algumas novidades provocam resistência e dúvidas. Os consumidores estão mais conscientes em relação às novas tecnologias o que pode afetar a aceitação de novos alimentos. Tecnologias envolvendo transgênicos (modificação genética, GM) e irradiação, aplicadas à alimentação, muitas vezes geram percepção de elevado risco e de aversão entre os consumidores. Apesar da nanotecnologia permitir inovações no setor de alimentos, apresentando um grande potencial de gerar novos produtos e processos, a aceitação da nanotecnologia pelo consumidor ainda é uma questão não definida. Estudos recentes mostram que, a população não está familiarizada com a nanotecnologia. Apesar disto, alimentos e embalagens utilizando nanotecnologia já estão sendo comercializados, embora o número de produtos seja ainda pequeno. Portanto, torna-se necessária uma investigação detalhada da atitude do consumidor frente a esta nova tecnologia.

Dada a complexidade das decisões de consumo alimentar, uma das questões investigadas nos últimos anos é a rejeição de algumas pessoas em relação aos alimentos novos ou desconhecidos, um fenômeno conhecido como neofobia. Ter personalidade neofóbica é um fator preditor para a falta de aceitação de novos alimentos. Assim, testar a aceitação do conceito do produto pelo consumidor antes do seu desenvolvimento é o mais sensato. Não há relatos na literatura sobre o comportamento do consumidor brasileiro em relação à nanotecnologia. É importante determinar se o consumidor está disposto a experimentar alimentos produzidos por esta nova tecnologia e avaliar seu grau de rejeição ou aceitação.

Na área de Análise Sensorial, a nanotecnologia está sendo aplicada no desenvolvimento de aromas encapsulados, mais estáveis, constituindo uma alternativa para evitar a perda desses compostos durante o processamento, armazenamento e consumo de alimentos. Além disso, a adição de aroma nanoencapsulado na produção de alimentos com isenção ou com baixo nível de gordura poderá minimizar o problema do sabor e aroma desses alimentos, tornando-os semelhantes à daqueles com alto teor de gordura.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi estudar o comportamento do consumidor brasileiro em relação à nanotecnologia e compará-la com outras tecnologias atuais e convencionais por meio da escala de neofobia em relação à tecnologia de alimentos (*FTNS - Food Technology Neophobia Scale*), traduzida e validada para a língua portuguesa, e pela técnica de Associação de Palavras, umas das mais inovadoras na área de análise sensorial. Além disso, objetivou-se desenvolver e caracterizar nanopartículas sólidas lipídicas para encapsulamento de aroma de coco (γ -nonalactona) destinadas a alimentos, especialmente àqueles com teor reduzido de gordura.

ARTIGO I

Tradução e validação para a língua portuguesa da escala de neofobia em relação à tecnologia de alimentos: Food Technology Neophobia Scale

Translation and validation to Portuguese language of Food Technology Neophobia Scale

RESUMO

As indústrias de alimentos vêm inovando e desenvolvendo novos produtos e processamentos, e os consumidores estão mais conscientes e preocupados em relação às novas tecnologias alimentares, o que pode influenciar a aceitação dos alimentos. Neste contexto, objetivou-se disponibilizar para a língua portuguesa o questionário originalmente desenvolvido em inglês que avalia a neofobia em relação à tecnologia de alimentos denominado *Food Technology Neophobia Scale* (FNTS). O instrumento original composto por treze afirmações foi inicialmente traduzido para o português por três indivíduos bilíngues, de forma independente; na sequência as versões em português foram traduzidas novamente para o inglês por outros três indivíduos bilíngues, também de forma independente. Procedeu-se então a análise das versões e ajustes para obter-se uma única versão em português com equivalência conceitual e linguística, a qual recebeu o nome de Escala de Neofobia em relação à Tecnologia de Alimentos – ENTA. As versões original e traduzida foram aplicadas a 30 indivíduos bilíngues para avaliação da confiabilidade e reprodutibilidade do questionário. Os resultados obtidos demonstraram que a tradução do instrumento foi adequada e confiável, podendo, portanto, ser empregada em estudos com consumidores brasileiros.

Palavras-chave: aversão, nova tecnologia, validação, consumidor, escala psicométrica.

ABSTRACT

The food industries have been innovating and developing new products and processes. Consumers are aware and well concerned about new food technologies, which can influence food acceptance. In this context, the objective was to provide a Portuguese version of the questionnaire developed in English to evaluate neophobia for food technology called Food Technology Neophobia Scale (FNTS). The original instrument consists of thirteen items and was initially translated into Portuguese by three bilingual individuals independently. Following the Portuguese versions were translated back into English by three other bilingual individuals, also independently. Analysis of versions and adjustments were performed to obtain a single version in Portuguese with linguistic and conceptual equivalence, which was called "Escala de Neofobia em relação à Tecnologia de Alimentos". The original and translated versions were applied to 30 bilingual individuals to evaluate the reliability and reproducibility of the questionnaire. The results showed that the translation of the instrument was adequate and reliable, therefore can be used in studies with Brazilian consumers.

Keywords: aversion, new technology, validation, consumer, psychometric scale.

INTRODUÇÃO

Há alguns anos, o setor de alimentos tem sido confrontado com um mercado cada vez mais competitivo e globalizado e com uma demanda muito mais rigorosa por parte dos consumidores, que estão mais instruídos e exigentes. Esta situação obrigou as indústrias de alimentos a inovar e desenvolver novos produtos e processamentos, a fim de tornar a comercialização mais competitiva e atender às exigências dos consumidores (BARRENA & SANCHÈZ, 2012). No entanto, mesmo que um alimento seja nutritivo e traga benefícios à saúde do consumidor, é improvável que ele seja aceito se as características sensoriais não forem agradáveis (VIDIGAL et al., 2011). Além disso, os métodos de produção do alimento e as etapas de processamento também são uma preocupação crescente para muitos consumidores. Vários estudos têm demonstrado que algumas inovações tecnológicas estão em debate sobre seus méritos e desvantagens em muitos países do mundo (BEHRENS et al., 2009; CARDELLO, 2003; DELIZA et al., 2003a).

Tecnologias envolvendo transgênicos aplicadas à alimentação, muitas vezes geram percepção de elevado risco e de aversão entre os consumidores (HANSEN et al., 2003). Para outras tecnologias alimentares, a aceitação do consumidor é ainda uma questão não definida. Como exemplo, tem-se a nanotecnologia, que tem um grande potencial de gerar novos produtos e processos e está cada vez mais sendo empregada no processamento de alimentos e embalagens (SANGUANSRI & AUGUSTIN, 2006). As novas tecnologias alimentares permitem inovações no setor de alimentos. No entanto, nem todas as tecnologias são igualmente aceitas pelos consumidores, que são o destino final de todo e qualquer produto que seja desenvolvido. Desta forma, é de fundamental importância conhecer o comportamento dos consumidores em relação a um novo produto.

Embora, em alguns países, não seja obrigatória a divulgação do tipo de tecnologia utilizado no processamento do alimento, a possibilidade de acesso à informação pelos consumidores (por exemplo, pela internet) sugere que a indústria de alimentos deva avaliar a aceitação das novas tecnologias ao invés de arriscar uma reação negativa quando tal informação é descoberta (EVANS & COX, 2006). Sendo assim, testar a aceitação do conceito do produto pelo consumidor antes do seu desenvolvimento é o mais sensato (van KLEEF et al., 2005).

Há evidências de que alguns consumidores estão receosos em relação aos novos alimentos e às novas tecnologias (RONTELTAP et al., 2007, BIEBERSTEIN et al., 2012). Segundo CHEN et al. (2012), para a aceitação de alimentos obtidos por tecnologias não-convencionais, torna-se necessário investimento em programas de informação e educação dos consumidores, para reduzir “os medos” e evitar o fracasso da inovação no mercado. De acordo com SIEGRIST (2008), a percepção dos benefícios, dos riscos e da naturalidade, além da confiança por parte dos consumidores e o impacto dos construtos psicológicos como a neofobia (aversão ao novo) são os fatores mais importantes para a aceitação de novas tecnologias alimentares.

Dada a complexidade das decisões de consumo alimentar, uma das questões investigadas nos últimos anos é a rejeição de algumas pessoas em relação aos alimentos novos ou desconhecidos, um fenômeno conhecido como neofobia alimentar. Pessoas neofóbicas tendem a exibir atitudes negativas e apresentar menor expectativa em relação ao sabor dos alimentos (BARRENA & SANCHÈZ, 2012). PLINER & HOB DEN (1992) desenvolveram a escala de neofobia alimentar que é

uma ferramenta útil para avaliar as reações dos consumidores em relação aos alimentos novos, étnicos ou não familiares, porém é menos adequada para avaliar a receptividade aos alimentos produzidos por novas tecnologias. Pela dificuldade de estabelecer os limites de aceitação desses alimentos, COX & EVANS (2008) desenvolveram uma nova ferramenta psicométrica que identifica a neofobia em relação à tecnologia de alimentos. A capacidade de identificar segmentos da população que têm maior ou menor neofobia é útil pois permite a identificação precoce de grupos que estão dispostos a aceitar produtos inovadores, principalmente quando a nova tecnologia pode proporcionar benefícios. O questionário *Food Technology Neophobia Scale* (FTNS) é composto por treze afirmações, das quais seis estão relacionadas à descrição “novas tecnologias são desnecessárias”; quatro itens à percepção de risco, dois itens à escolhas saudáveis e um item à informação fornecida pela mídia.

Os instrumentos utilizados para avaliar o conhecimento, atitude e comportamento dos consumidores frente a diversos aspectos relacionados aos alimentos geralmente foram desenvolvidos em países cuja língua-mãe não é o português. Neste caso, existem duas alternativas: o desenvolvimento de instrumentos no idioma desejado ou, então, a utilização daqueles já existentes, sendo necessário submetê-los às regras internacionais de tradução, adaptação cultural e validação para a língua-alvo (DANTAS et al., 2003). O processo de adaptação inclui a tradução, retrotradução (*back-translation*), análise de ambas as versões e aplicação do instrumento a uma amostra bilíngue da população, o que permite avaliar a equivalência entre as duas versões linguísticas do instrumento (PRIETO, 1992). Vários autores têm se preocupado em fazer a tradução para o português de questionários originalmente desenvolvidos em língua inglesa (CORSO & BENASSI, 2012; SOARES et al., 2006; DELIZA et al., 2003b).

O presente trabalho objetivou disponibilizar para a língua portuguesa, o questionário originalmente desenvolvido em inglês *Food Technology Neophobia Scale* (COX & EVANS, 2008) para ser utilizado na avaliação da neofobia dos consumidores brasileiros em relação à tecnologia de alimentos.

MATERIAL E MÉTODOS

Instrumento

A versão original (em inglês) do instrumento elaborado por COX & EVANS (2008) foi desenvolvida na forma de um questionário contendo 13 itens (Tabela 1.1), os quais são apresentados na forma de afirmações, em que o respondente deve expressar a sua opinião utilizando escala de concordância (escala ancorada nos extremos 1 = “discordo totalmente” e 7 = “concordo totalmente”).

Tabela 1.1. Versão original do instrumento de avaliação da neofobia em relação à tecnologia de alimentos sugerida por COX & EVANS (2008): *Food Technology Neophobia Scale*.

Itens	
1	New food technologies are something I am <i>uncertain</i> about.
2	New foods are <i>not healthier</i> than traditional foods.
3	The benefits of new food technologies are often grossly <i>overstated</i> .
4	There are plenty of tasty foods around so we <i>do not</i> need to use new food technologies to produce more.
5	New food technologies <i>decrease</i> the natural quality of food.
6	New food technologies are <i>unlikely</i> to have long term <i>negative</i> health effects. *
7	New food technologies give people <i>more</i> control over their food choices. *
8	New products using new food technologies can help people have a balanced diet. *
9	New food technologies may have long term <i>negative</i> environmental effects.
10	It can be risky to switch to new food technologies too quickly.
11	Society should <i>not depend</i> heavily on technologies to solve its food problems.
12	There is no sense trying out high-tech food products because the ones I eat are already good enough.
13	The media usually provides a <i>balanced</i> and <i>unbiased</i> view of new food technologies. *

* indicates reverse scored itens.

Tradução e Retrotradução

O processo de tradução do FTNS para a língua portuguesa foi realizado por indivíduos fluentes em ambas as línguas (português e inglês). As treze questões que compõem o questionário foram traduzidas de forma independente para o português

por três tradutores bilíngues, dos quais dois apresentam formação em Ciência e Tecnologia de Alimentos e um é professor de inglês. Tais versões foram traduzidas para o inglês (retrotradução) por outros três indivíduos bilíngues, tendo eles já resididos em países de língua inglesa. A adaptação do questionário para a língua portuguesa foi realizada utilizando a técnica *back-translation* (PRIETO, 1992). As versões traduzidas foram comparadas com a versão original e os ajustes necessários foram realizados a fim de se obter a equivalência conceitual e linguística, chegando assim, à versão final do questionário em português.

Validação do Instrumento

Para validação e confiabilidade do questionário, indivíduos bilíngues avaliaram as propriedades psicométricas do instrumento na linguagem original e na nova linguagem. Foram recrutados para participar do estudo 30 indivíduos, sendo 25 estudantes de graduação e de pós-graduação na área de Alimentos, que lêem e entendem os dois idiomas (inglês e português) e cinco professores de inglês. O tamanho da amostra foi baseado nas recomendações de OHRBACH et al. (2009). O grupo foi composto por 21 mulheres e nove homens, com idade variando entre 20 e 35 anos. Os indivíduos foram aleatoriamente divididos em grupos 1 e 2, sendo que o grupo 1 recebeu primeiro a versão em português e após um intervalo de 1 a 2 semanas, conforme sugerido por PETER (1979), respondeu a versão em inglês. O grupo 2 trabalhou na versão inglesa e, posteriormente, na portuguesa, obedecendo ao mesmo intervalo de tempo entre as respostas. As treze questões foram avaliadas em uma escala não estruturada ancorada nos extremos (1 = "discordo totalmente" e 7 = "concordo totalmente").

Análise Estatística

A reprodutibilidade entre a versão inglesa e portuguesa e a confiabilidade do questionário foram avaliadas. Para a comparação dos resultados obtidos nas duas versões foi usado o teste de Wilcoxon para dados não paramétricos. Os testes não paramétricos não estão condicionados por qualquer distribuição de probabilidades dos dados em análise e podem ser aplicados para pequenas amostras. Neste caso, o teste de hipótese avalia se as respostas dadas para as duas versões foram idênticas, ou

seja, se a média das diferenças entre as observações foi nula, considerando-se significativo $p < 0,05$.

$$H_0: \mu_d = 0$$

$$H_1: \mu_d \neq 0$$

Em que μ_d é a média das diferenças $d_i = V_{\text{inglês}} - V_{\text{português}}$.

A reprodutibilidade entre as versões também foi avaliada usando o coeficiente de correlação intraclasse (ICC). O ICC é definido pela razão entre a variância entre indivíduos e a variância total (Equação 1). Considerou-se para ICC, segundo LANDIS & KOCH (1977): concordância quase perfeita (0,80–1,00), substancial (0,60–0,79), moderada (0,41–0,59), razoável (0,21–0,40), discreta (0,20–0) e pobre (0 a -1).

$$ICC = \frac{S_b^2}{S_b^2 + S_w^2} \quad \text{Equação 1}$$

em que S_b^2 é a variância entre indivíduos e S_w^2 é a variância dentro indivíduos.

Para o cálculo da confiabilidade do instrumento utilizou-se o teste Alpha de Cronbach (α) (Equação 2). Para o Alpha de Cronbach, foram considerados ótimos os valores acima de 0,80; bons os valores acima de 0,70 e entre 0,60 e 0,70, nível aceitável (MONEY et al., 2005).

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \times \left(1 - \frac{\sum_{j=1}^k S_j^2}{S_T^2} \right) \quad \text{Equação 2}$$

em que k é o número de itens do instrumento, S_j^2 é a variância do item j ($j=1, \dots, k$) e S_T^2 é a variância da soma das respostas de cada indivíduo.

A classificação dos indivíduos quanto à neofobia em relação à tecnologia de alimentos é obtida pela soma dos valores individuais de cada item, que variam de 13 a 91. O maior valor representa a menor receptividade dos consumidores para novas tecnologias (ou seja, maior neofobia) (COX & EVANS, 2008). Para realização das análises estatísticas, as pontuações das questões 6, 7, 8 e 13 foram invertidas, para

que valores mais altos correspondam a maior neofobia. Para todas as análises utilizou-se o programa SPSS (*Social Package for Statistical Science*) versão 15.0, sendo considerado estatisticamente significativo valores de $p \leq 0,05$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tradução e adaptação do questionário de Neofobia em relação à Tecnologia de Alimentos para a língua portuguesa foi simples, já que a versão original era de fácil compreensão e as escalas de medidas mantiveram-se as mesmas. Apenas o termo *new food technologies* cuja tradução é novas tecnologias de alimentos, foi substituído por novas tecnologias empregadas na produção e/ou processamento de alimentos. De acordo com os tradutores bilíngues, esta mudança facilita a compreensão pelos consumidores brasileiros dos itens que compõem o instrumento. A versão em português do questionário está apresentada na Tabela 1.2, juntamente com a indicação dos itens que necessitam reverter as notas.

Em relação à reprodutibilidade, das 13 questões do instrumento avaliado, somente a questão 12 (“There is no sense trying out high-tech food products because the ones I eat are already good enough”/“Não faz sentido experimentar alimentos produzidos a partir de alta tecnologia, porque os que eu consumo já são bons o suficiente”) apresentou diferença significativa entre as respostas da versão original e da versão traduzida para o português ($p < 0,05$), pelo teste de Wilcoxon. No entanto, ao observar as respostas para a questão 12, verificou-se que dos 30 respondentes, sete responderam de forma idêntica às duas versões. No teste de Wilcoxon, as observações em que a diferença entre os pares é nula não são utilizadas para o cálculo da estatística. Esta limitação do teste pode ter contribuído para a não reprodutibilidade da questão 12. Procedeu-se também a análise do coeficiente de correlação intraclass (ICC) entre as versões inglesa e portuguesa para as 13 questões. Os resultados mostraram que todas as correlações foram significativamente maiores do que zero, variando entre 0,362 a 0,866 ($p < 0,05$). A questão 12 apresentou o maior ICC, indicando alta correlação entre a versão original e traduzida, o que confirma sua reprodutibilidade. Para as demais questões, tanto para o teste de Wilcoxon como para o ICC, os resultados foram satisfatórios. O coeficiente de correlação intraclass entre a soma total dos itens das duas versões foi de ICC = 0,867 ($p < 0,05$). Este resultado é idêntico ao encontrado por EVANS et al. (2010) ao

confirmar a confiabilidade do instrumento original *Food Technology Neophobia Scale*. A média, desvio padrão, mediana, teste de Wilcoxon, coeficientes de correlações intraclasse para as 13 questões das versões em inglês e em português estão apresentados na Tabela 1.3.

Tabela 1.2. Versão portuguesa do questionário Food Technology Neophobia Scale: Escala de Neofobia em relação à Tecnologia de Alimentos.

Items	
1	Eu não estou totalmente familiarizado com novas tecnologias empregadas na produção e/ou processamento de alimentos.
2	Novos alimentos não são mais saudáveis do que os alimentos tradicionais.
3	As afirmações sobre os benefícios de novas tecnologias empregadas na produção e/ou processamento de alimentos são frequentemente muito exageradas.
4	Já existem inúmeros alimentos saborosos no mercado, então nós não precisamos de novas tecnologias para produzir mais alimentos.
5	Novas tecnologias empregadas na produção e/ou processamento de alimentos reduzem a qualidade natural dos alimentos.
6	Novas tecnologias empregadas na produção e/ou processamento de alimentos provavelmente não trarão, a longo prazo, efeitos negativos à saúde.*
7	Novas tecnologias empregadas na produção e/ou processamento de alimentos proporcionam às pessoas um maior controle sobre as suas escolhas alimentares. *
8	Novos produtos que utilizam novas tecnologias de alimentos podem ajudar as pessoas a terem uma dieta equilibrada. *
9	Novas tecnologias empregadas na produção e/ou processamento de alimentos podem causar, a longo prazo, efeitos negativos ao meio ambiente.
10	Pode ser arriscado mudar rapidamente para novas tecnologias empregadas na produção e/ou processamento de alimentos.
11	A sociedade não deve depender demais de tecnologias para resolver os seus problemas alimentares.
12	Não faz sentido experimentar alimentos produzidos a partir de alta tecnologia, porque os que eu consumo já são bons o suficiente.
13	A mídia geralmente fornece uma visão equilibrada e imparcial das novas tecnologias empregadas na produção e/ou processamento de alimentos. *

* questões que necessitam reverter as notas.

Em relação à reprodutibilidade, das 13 questões do instrumento avaliado, somente a questão 12 (“There is no sense trying out high-tech food products because the ones I eat are already good enough”/“Não faz sentido experimentar alimentos produzidos a partir de alta tecnologia, porque os que eu consumo já são bons o suficiente”) apresentou diferença significativa entre as respostas da versão original e da versão traduzida para o português ($p < 0,05$), pelo teste de Wilcoxon. No entanto, ao observar as respostas para a questão 12, verificou-se que dos 30 respondentes, sete responderam de forma idêntica às duas versões. No teste de Wilcoxon, as observações em que a diferença entre os pares é nula não são utilizadas para o cálculo da estatística. Esta limitação do teste pode ter contribuído para a não reprodutibilidade da questão 12. Procedeu-se também à análise do coeficiente de correlação intraclass (ICC) entre as versões inglesa e portuguesa para as 13 questões. Os resultados mostraram que todas as correlações foram significativamente maiores do que zero, variando entre 0,362 a 0,866 ($p < 0,05$). A questão 12 apresentou o maior ICC, indicando alta correlação entre a versão original e traduzida, o que confirma sua reprodutibilidade. Para as demais questões, tanto para o teste de Wilcoxon como para o ICC, os resultados foram satisfatórios. O coeficiente de correlação intraclass entre a soma total dos itens das duas versões foi de ICC = 0,867 ($p < 0,05$). Este resultado é idêntico ao encontrado por EVANS et al. (2010) ao confirmar a confiabilidade do instrumento original *Food Technology Neophobia Scale*. A média, desvio padrão, mediana, teste de Wilcoxon, coeficientes de correlações intraclass para as 13 questões das versões em inglês e em português estão apresentados na Tabela 1.3.

Tabela 1.3. Média, desvio padrão, mediana, teste de Wilcoxon, coeficientes de correlações intraclasse (ICC) para as 13 questões das versões em inglês e em português (N=30 respondentes).

Variável	Média		Desvio Padrão		Mediana		Teste de Wilcoxon	ICC
	Inglês	Português	Inglês	Português	Inglês	Português	p	
Par 1 (QUESTÃO 1)	3,23	2,87	1,78	1,65	2,65	2,27	0,393	0,633
Par 2 (QUESTÃO 2)	2,93	3,30	1,75	1,73	2,60	2,80	0,227	0,796
Par 3 (QUESTÃO 3)	4,12	4,05	1,44	1,77	4,10	4,15	0,879	0,680
Par 4 (QUESTÃO 4)	1,76	1,73	1,10	1,25	1,20	1,25	0,581	0,362
Par 5 (QUESTÃO 5)	2,20	2,13	1,31	1,43	1,80	1,45	0,434	0,856
Par 6 * (QUESTÃO 6)	4,64	3,93	1,68	1,45	4,50	4,00	0,053	0,459
Par 7 * (QUESTÃO 7)	3,41	3,11	1,68	1,77	3,00	2,50	0,234	0,431
Par 8 * (QUESTÃO 8)	2,57	2,63	1,37	1,31	2,35	2,45	0,857	0,746
Par 9 (QUESTÃO 9)	3,50	3,80	1,92	1,76	2,95	4,10	0,227	0,796
Par 10 (QUESTÃO 10)	3,69	4,35	1,85	1,90	3,98	4,86	0,064	0,693
Par 11 (QUESTÃO 11)	3,77	3,56	1,81	1,67	3,88	3,35	0,387	0,620
Par 12 (QUESTÃO 12)	1,99	1,62	1,24	0,92	1,70	1,30	0,010**	0,866
Par 13 * (QUESTÃO 13)	2,90	2,37	1,43	1,57	2,45	1,70	0,057	0,459
Par 14 (Soma das 13 questões)	43,48	44,10	10,05	10,04	41,50	42,49	0,586	0,867

* questões em que as notas foram revertidas. ** significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Deve-se considerar ainda que não houve diferença estatística significativa entre a soma total dos itens das duas versões, pelo teste de Wilcoxon ($p > 0,05$). Portanto, pode-se afirmar que, a tradução do instrumento para o português foi conceitualmente equivalente à versão original.

Para medir a confiabilidade do instrumento, o coeficiente Alpha de Cronbach é o teste mais utilizado na literatura. De acordo com FACHEL & CAMEY (2000), o objetivo da consistência interna é analisar se os itens possuem uma alta correlação. Considerando os 30 participantes, o coeficiente Alpha de Cronbach para as 13 questões do instrumento demonstrou alta confiabilidade ($\alpha = 0,756$). Procedeu-se também à eliminação individual iterativa a fim de validar a opção de manter todos os elementos do questionário e, analisando separadamente cada um dos itens, os valores de α se mantiveram entre 0,720 a 0,774, refletindo um perfil de homogeneidade entre as variáveis analisadas. Portanto, pode-se afirmar que os itens são somáveis e constituem a representação de um mesmo construto.

Os resultados demonstram que a tradução do questionário de avaliação da neofobia em relação à tecnologia de alimentos para a língua portuguesa foi reprodutível e confiável, podendo ser empregada em estudos com consumidores usuários da língua portuguesa. A disponibilidade do presente instrumento em língua portuguesa é bastante útil para os profissionais da indústria de alimentos e pesquisadores durante o desenvolvimento de produtos utilizando novas tecnologias, uma vez que os consumidores neofóbicos podem ser identificados. Entender como o consumidor se comporta frente às novas tecnologias é interessante para elaboração de possíveis estratégias de marketing a fim de aumentar a receptividade da população. De acordo com GRESHAM et al. (2006) aproximadamente 70% a 80% das inovações lançadas no mercado não são bem sucedidas. Desta forma, fornecer informações aos consumidores sobre a tecnologia empregada na produção e/ou processamento do alimento pode aumentar a sua confiança frente ao novo produto.

CONCLUSÃO

A versão portuguesa do instrumento mostrou-se reprodutiva e confiável, o que permitirá identificar quais consumidores estão mais receosos ou mais receptíveis a aceitar uma nova tecnologia. Esta ferramenta poderá ser disponibilizada e utilizada em estudos com consumidores onde se deseja avaliar a atitude frente às tecnologias

empregadas na produção e/ou processamento de alimentos, prevendo, assim, a disposição dos indivíduos em experimentar alimentos produzidos por novas tecnologias.

AGRADECIMENTOS: CAPES, CNPQ E FAPEMIG.

COMITÊ DE ÉTICA

Este projeto foi aprovado pela Comissão de Pós-Graduação do Departamento de Tecnologia de Alimentos - Universidade Federal de Viçosa, registro número 50717262567/2012, obedecendo, conforme descrito, os requisitos necessários para sua publicação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARRENA, R.; SÁNCHEZ, M. Neophobia, personal consumer values and novel food acceptance. **Food Quality and Preference**, v. 27, p. 72–84, 2012.

BEHRENS, J.H. et al. Brazilian consumer views on food irradiation. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 10, p. 383–389, 2009.

BIEBERSTEIN, A. et al. Consumer choices for nano-food and nano-packaging in France and Germany. **European Review of Agricultural Economics**, p. 1–22, 2012.

CARDELLO, A.V. Consumer concerns and expectations about novel food processing technologies: Effects on product liking. **Appetite**, 40, 217–233, 2003.

CHEN, Q. et al. Measuring Consumer Resistance to a New Food Technology: A Choice Experiment in Meat Packaging. **Food Quality and Preference**, 2012.

CORSO, M. P. ; BENASSI, M. T. Tradução e validação para a língua portuguesa de Questionário sobre fatores cognitivos e comportamentais que afetam a aceitação de alimentos funcionais. **Alimentos e Nutrição**, v. 23, p. 65-70, 2012

COX, D.N.; EVANS, G. Construction and validation of a psychometric scale to measure consumers' fears of novel food technologies: the Food Technology Neophobia Scale. **Food Quality & Preference**, v. 1, p. 704–710, 2008.

- DANTAS, M.I.S. et al. Tradução e validação para a língua portuguesa do questionário *Health Consciousness* utilizado em estudos de consumidor. **Boletim Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 37, n. 2, p. 103-105, 2003.
- DELIZA, R. et al. Consumer attitude towards information on non conventional technology. **Trends in Food Science & Technology**, v.14, p. 43–49, 2003a.
- DELIZA et al. Tradução e validação para a língua portuguesa de questionário utilizado em estudos de consumidor. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n. 1, p. 43-48, 2003b.
- EVANS, G.; COX, D.N. Australian consumers' antecedents of attitudes towards foods produced by novel technologies. **British Food Journal**, v. 108, n. 11, p. 916–930, 2006.
- EVANS, G. et al. Reliability and predictive validity of the Food Technology Neophobia Scale. **Appetite**, v. 54, p. 390–393, 2010.
- FACHEL, J.M.G.; CAMEY, S. Avaliação psicométrica: a qualidade das medidas e o entendimento dos dados. In: **Psicodiagnóstico**. Porto Alegre: Artes Médicas, 2000. p. 158-170.
- GRESHAM, G. et al. Inter-functional market orientation between marketing departments and technical departments in the management of the new product development process. **Journal of Behavioral and Applied Management**, v. 8, n. 1, p. 53-55, 2006.
- HANSEN, J. et al. Beyond the knowledge deficit: Recent research into lay and expert attitudes to food risk. **Appetite**, v. 41, p. 111–121, 2003.
- LANDIS, J.R.; KOCH, G.G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, v. 33, p. 159-74, 1977.
- MONEY, A. et al. **Fundamentos de métodos de pesquisa em administração**. Ed. Bookman Companhia, 2005. 472 p.
- OHRBACH, R. et al. **Guidelines for establishing cultural equivalency of instruments**. University at Buffalo. p. 1-56, 2009.

PETER, J.P. Reliability: a review of psychometric basis and recent marketing practices. **Journal of Marketing Research**, v. 16, n.1, p. 6-17, 1979.

PLINER, P.; HOBDEN, K. Development of a scale to measure the trait of food neophobia in humans. **Appetite**, v. 19, p. 105–120, 1992.

PRIETO, A. J. A method for translation of instruments to other languages. **Adult Education Quarterly**, v. 43, n. 1, p. 1-14, 1992.

RONTELTAP, A. et al. Consumer acceptance of technology based food innovations: lessons for the future of nutrigenomics. **Appetite**, v. 49, p. 1–17, 2007.

SANGUANSRI, P., AUGUSTIN, M. A. Nanoscale materials development - a food industry perspective. **Trends in Food Science & Technology**, v. 17, p. 547-556, 2006.

SIEGRIST, M. Factors influencing public acceptance of innovative food technologies and products. **Trends in Food Science & Technology**, v. 19, p. 603-608, 2008.

SOARES, L. L. S. et al. Escalas atitudinais utilizadas em estudos de consumidor: tradução e validação para a língua portuguesa. **Alimentos e Nutrição**, v. 17, n. 1, p. 51-64, 2006.

van KLEEF, E. et al. Consumer research in the early stages of new product development: A critical review of methods and techniques. **Food Quality & Preference**, v.16, p.181–201, 2005.

VIDIGAL, M.C.T.R. et al. Effect of a health claim on consumer acceptance of exotic Brazilian fruit juices: Açai (*Euterpe oleracea Mart.*), Camu-camu (*Myrciaria dubia*), Cajá (*Spondias lutea L.*) and Umbu (*Spondias tuberosa Arruda*). **Food Research International**, v. 44, p. 1988–1996, 2011.

ARTIGO II

Neofobia em relação à tecnologia de alimentos e atitudes do consumidor em relação às tecnologias atuais e convencionais: um estudo de caso no Brasil

Food technology neophobia and consumer attitudes towards foods produced by conventional and novel technologies: a case study in Brazil

RESUMO

Novas tecnologias alimentares estão promovendo inovações no setor de alimentos. No entanto, nem todas as tecnologias são igualmente aceitas e conhecidas pelos consumidores; algumas provocam resistência e dúvidas. O presente trabalho teve como objetivo estudar o comportamento de consumidores brasileiros em relação a diferentes tecnologias de alimentos, incluindo a nanotecnologia. Um questionário foi aplicado a uma amostra representativa composta por 389 respondentes em Belo Horizonte-MG, Brasil. O questionário coletou informações sobre a percepção dos consumidores em relação às novas tecnologias de alimentos por meio da escala de neofobia em relação à tecnologia de alimentos (FTNS), além da familiaridade e vontade de experimentar iogurtes rotulados com tecnologias convencionais e atuais como tradicional, pasteurizado, orgânico, transgênico (modificação genética, GM), enriquecido com proteínas bioativas (bioativos) e nanotecnologia. Foram coletados também os dados sócio-econômicos dos respondentes. A relação entre a FTNS e a familiaridade e a vontade de experimentar alimentos foi investigada. Os resultados sugeriram que a neofobia em relação à tecnologia alimentar é importante para explicar atitudes dos consumidores em relação às novas tecnologias, principalmente, para a nanotecnologia. Os participantes estão menos familiarizados com os alimentos rotulados como GM e nanotecnologia e a vontade de experimentar esses produtos foi significativamente menor ($p < 0,05$). Os consumidores ainda estão cautelosos em relação à GM e nanotecnologia, possivelmente devido à falta de garantia de que esses alimentos são seguros à saúde humana e ao meio ambiente. Este resultado é interessante para a elaboração de estratégias de marketing. Para as novas tecnologias de alimentos (como a nanotecnologia) que ainda são recentes, a comunicação será muito importante, sendo determinante para a consolidação das percepções dos consumidores e, conseqüentemente, para a aceitação dessas inovações no mercado.

Palavras-chave: tecnologia de alimentos, nanotecnologia, percepção dos consumidores, familiaridade, vontade de experimentar, escala psicométrica.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, novas tecnologias de alimentos estão promovendo inovações no setor de alimentos e o número de novos alimentos aumentou consideravelmente. Neste contexto, muitas pesquisas têm sido dedicadas às novas tecnologias. Uma das razões para tal interesse é a gama de benefícios que estas novas tecnologias de alimentos podem trazer para o setor de alimentos e para o consumidor (ROLLIN et al. 2011; SCHNETTLER et al., 2013a). No mercado globalizado, existem duas principais tendências de consumo: de um lado, há uma demanda crescente por modernidade (alimentos funcionais, alimentos de conveniência, alimentos saudáveis, como alimentos de baixa caloria e baixo teor de sódio), por outro lado, há uma demanda crescente por naturalidade (alimentos orgânicos, alimentos naturais, produtos locais e alimentos típicos). Embora as tecnologias tenham surgido em resposta às necessidades do mercado e a demanda muito mais rigorosa por parte dos consumidores, está bem documentado que os consumidores estão cada vez mais cautelosos em relação às novas tecnologias, devido aos riscos e à falta de benefícios percebidos (COX et al., 2007; FREWER et al., 2011a; ROLLIN et al., 2011).

Atualmente, os consumidores estão expostos a várias aplicações das tecnologias emergentes, incluindo modificação genética (transgênicos), irradiação de alimentos e nanotecnologia (SIEGRIST, 2008; ROLLIN et al., 2011). Porém, cautela e aversão por parte dos consumidores foram encontradas para uma ampla gama de tecnologias de alimentos em diversos países (CARDELLO, 2003; BACKSTROM et al., 2004; CARDELLO et al., 2007; COX et al., 2007; SIEGRIST et al., 2007a, SIEGRIST, 2008, FREWER et al., 2011a, ROLLIN et al., 2011). A técnica de preservação, irradiação de alimentos, apesar de ser considerada segura e eficaz por parte da comunidade científica, não foi aceita pelos consumidores (HENSON, 1995; RONTAP et al., 2007). A literatura indica que a aceitação de novas tecnologias aplicadas à produção de alimentos varia de país para país. Os alimentos geneticamente modificados tendem a ser mais aceitos pelos consumidores norte-americanos do que pelos consumidores europeus e japoneses (LUSK et al., 2003;

GASKELL et al., 2004). Segundo SCHNETTLER et al. (2013a), entre os países em desenvolvimento, existem grupos de consumidores que têm uma atitude positiva em relação aos alimentos geneticamente modificados, como é o caso do Brasil (Da COSTA et al., 2000), China (De STEUR et al., 2010), Quênia (KIMENJU & De GROOTE, 2008), mas em outros países em desenvolvimento, as percepções são geralmente mais negativas do que positivas, como na Argentina (MUCCI et al., 2004) e Chile (SCHNETTLER et al., 2012).

As aplicações da nanotecnologia no setor de alimentos são recentes e vêm crescendo rapidamente nos últimos anos. Porém, a percepção do público e sua atitude em relação à nanotecnologia ainda não está clara (CHAUDHRY et al., 2008; DUDO et al., 2011; GRUÈRE, 2012). Apesar de a nanotecnologia ter um grande potencial de gerar novos produtos e processos (JANDT, 2006; SANGUANSRI & AUGUSTIN, 2006) e estar cada vez mais sendo empregada no processamento de alimentos e embalagens (KUZMA & VERHAGE, 2006), pouco se sabe sobre sua aceitação pelos consumidores. Estudos mostram que, atualmente, a população não está familiarizada e tem pouco conhecimento em relação à nanotecnologia (LEE et al., 2005; CHAUDHRY et al., 2008; SIEGRIST et al., 2008; FREWER et al., 2011b; MATIN et al., 2012). Apesar disto, alimentos e embalagens envolvendo a nanotecnologia já estão sendo comercializados, embora o número de produtos seja ainda pequeno (FREWER et al., 2011a). Num futuro próximo, a nanotecnologia pode tornar-se cada vez mais importante no setor de alimentos, devido, principalmente, aos investimentos de recursos de agências governamentais e da indústria em seu desenvolvimento e implementação (FREWER et al., 2011b). Estudos recentes realizados em países europeus indicam que os consumidores ainda estão céticos sobre a compra de alimentos produzidos com o uso da nanotecnologia (SIEGRIST et al., 2007a; SIEGRIST et al., 2008; STAMPFLI et al., 2010, BIEBERSTEIN et al., 2013). Dados sobre a percepção dos consumidores brasileiros em relação à nanotecnologia não foram encontrados na literatura.

A atitude do consumidor diante das novas tecnologias determinará seu sucesso ou fracasso no mercado. Desta forma, avaliar a aceitação das novas tecnologias ao invés de arriscar uma reação negativa do público é o mais sensato (van KLEEF et al., 2005; FREWER et al., 2011a; MCELHATTON & SOBRAL, 2012). A indústria de alimentos e instituições de pesquisa, que desenvolvem novas tecnologias e, conseqüentemente, novos conceitos de alimentos, devem promover

uma pesquisa mais interdisciplinar, incluindo um exame da psicologia, sendo necessário investigar e identificar os fatores reais que determinam o comportamento do consumidor, de forma a prever suas escolhas alimentares (KÖSTER, 2009).

Muitos estudos têm mostrado que os consumidores apresentam preocupações em relação aos novos alimentos e às novas tecnologias (RONTELTAP et al., 2007; SIEGRIST, 2007; MATIN et al., 2012). As inovações na indústria de alimentos muitas vezes não são bem recebidas pelo mercado, em parte devido a um fenômeno conhecido como neofobia, que é a rejeição que algumas pessoas apresentam por alimentos novos ou desconhecidos. Pessoas neofóbicas tendem a exibir atitudes negativas e apresentar menor expectativa em relação ao sabor dos alimentos (BARRENA & SANCHÈZ, 2012). A neofobia alimentar é geralmente caracterizada como um traço de personalidade, sendo uma tendência para aceitar ou evitar novos alimentos. Ao mesmo tempo, a neofobia alimentar tem sido discutida como uma forma de comportamento, que associa a rejeição aos novos alimentos, a uma situação particular (PLINER & SALVY, 2006). De acordo com Rozin & Fallon (1980) e Rozin et al. (1993), existem três razões principais para a rejeição de alimentos pelos seres humanos: (a) a aversão, (b) o perigo ou (c) o desgosto.

Ter personalidade neofóbica é um fator preditor para a falta de aceitação de novos alimentos (HENRIQUES et al., 2009). Neste sentido, Pliner & Hobden (1992) desenvolveram a escala de neofobia alimentar para avaliar as reações dos consumidores em relação aos novos alimentos étnicos ou culturais, porém é menos adequada para determinar a receptividade aos alimentos produzidos por diferentes tecnologias. Portanto, uma nova ferramenta psicométrica foi desenvolvida por Cox e Evans (2008) para identificar a neofobia em relação à tecnologia de alimentos: *Food Technology Neophobia Scale* (FTNS). Este instrumento foi construído para estabelecer os limites de aceitação de alimentos produzidos por novas tecnologias por meio da identificação dos segmentos da população que têm maior ou menor neofobia. A capacidade de determinar os grupos que estão dispostos a aceitar alimentos inovadores, produzidos por novas tecnologias, pode ser útil, principalmente quando tais alimentos proporcionam benefícios (EVANS et al., 2010).

Nesta pesquisa, o estudo da neofobia em relação à tecnologia de alimentos foi realizado com consumidores brasileiros, por meio do questionário FTNS traduzido e validado para a língua portuguesa. A relação entre o nível de neofobia dos

participantes e a aceitação das novas tecnologias de alimentos também foi investigada, comparando, a familiaridade e a vontade de experimentar alimentos produzidos por tecnologias convencionais e não-convencionais, incluindo a nanotecnologia. A avaliação da vontade de experimentar produtos produzidos por diferentes tecnologias é interessante para a indústria de alimentos, que podem prever se essas novas tecnologias terão sucesso no mercado. Neste estudo também foi avaliada a influência das características sócio-econômicas sobre as atitudes dos consumidores brasileiros em relação às novas tecnologias.

MATERIAL E MÉTODOS

Instrumento

A versão original (em inglês) do instrumento elaborado por Cox & Evans (2008) foi desenvolvida na forma de um questionário contendo 13 itens (Tabela 2.1), os quais são apresentados na forma de afirmações, em que o respondente deve expressar a sua opinião utilizando escala de concordância (escala de 7 pontos ancorada nos extremos). Este questionário foi traduzido e validado para a língua portuguesa por Vidigal et al. (2013), utilizando a técnica *back-translation* (PRIETO, 1992). Três tradutores bilíngues traduziram todos os itens originais da FTNS (COX & EVANS, 2008), do inglês para o português. Subsequentemente, três diferentes tradutores bilíngues traduziram as versões em português de volta para o inglês. As versões traduzidas foram comparadas com a versão original e os ajustes necessários foram realizados a fim de se obter a equivalência conceitual e linguística, chegando, assim, à versão final do questionário em português. Para validação e confiabilidade do questionário, 30 indivíduos bilíngues avaliaram as propriedades psicométricas do instrumento na linguagem original e na nova linguagem. O tamanho da amostra foi baseado nas recomendações de OHRBACH et al. (2009). A reprodutibilidade entre a versão inglesa e portuguesa foi avaliada pelo coeficiente de correlação intraclass (ICC). Os resultados mostraram que para cada item que compõe o questionário, os ICC entre as versões em inglês e em português foram significativamente maiores do que zero, variando entre 0,362 e 0,866 ($p < 0,05$). O coeficiente de correlação intraclass entre a soma total dos itens das duas versões foi de ICC = 0,867 ($p < 0,05$). Este resultado é idêntico ao encontrado por EVANS et al. (2010) ao confirmar a

confiabilidade do instrumento original *Food Technology Neophobia Scale*. Para o cálculo da confiabilidade do instrumento utilizou-se o teste Alpha de Cronbach (α). Considerando os 30 participantes, o coeficiente Alpha de Cronbach para as 13 questões do instrumento demonstrou alta confiabilidade ($\alpha = 0,756$). Procedeu-se também a eliminação individual iterativa a fim de validar a opção de manter todos os elementos do questionário e analisando separadamente cada um dos itens, os valores de α se mantiveram entre 0,720 e 0,774, refletindo um perfil de homogeneidade entre as variáveis analisadas. Portanto, pode-se afirmar que os itens são somáveis e constituem a representação de um mesmo construto.

Amostra

A entrevista foi realizada em locais públicos da cidade de Belo Horizonte (Minas Gerais), Brasil. O número de pessoas entrevistadas foi obtido usando a equação de amostra aleatória simples para populações infinitas ($N > 10.000$. Belo Horizonte tem 2.395.785 habitantes, censo de 2010) (Equação 1), considerando-se 95% de confiança e erro estimado de 5% com p e q iguais a 0,5 (GONÇALVES et al., 2013). Portanto, foi constituída uma amostra aleatória, estatisticamente significativa, composta por 389 consumidores, para a realização da pesquisa.

$$n = \frac{Z^2 p \cdot q}{E^2} \quad (\text{Equação 1})$$

em que:

n = tamanho da amostra; p = proporção de ocorrência da variável em estudo na população; q = considerando a característica representada por “p”, este é a proporção de não-ocorrência ($p = 1 - q$); Z = número de desvios-padrão para o nível de confiabilidade adotado; e E = precisão da amostra ou erro amostral.

Os participantes foram recrutados com base na vontade e disponibilidade em realizar a entrevista e como pré-requisito deveriam ser consumidores habituais ou potenciais de iogurte, produto base selecionado para esse estudo, a fim de minimizar a aversão ao alimento de tal forma que ele não interferisse na aceitação da tecnologia.

Tabela 2.1. Versão inglesa e portuguesa do questionário *Food Technology Neophobia Scale* (FTNS).

Items	Inglês	Português
1	New food technologies are something I am <i>uncertain</i> about.	Eu não estou totalmente familiarizado com novas tecnologias empregadas na produção e/ou processamento de alimentos.
2	New foods are <i>not healthier</i> than traditional foods.	Novos alimentos não são mais saudáveis do que os alimentos tradicionais.
3	The benefits of new food technologies are often grossly <i>overstated</i> .	As afirmações sobre os benefícios de novas tecnologias empregadas na produção e/ou processamento de alimentos são frequentemente muito exageradas.
4	There are plenty of tasty foods around so we <i>do not</i> need to use new food technologies to produce more.	Já existem inúmeros alimentos saborosos no mercado, então nós não precisamos de novas tecnologias para produzir mais alimentos.
5	New food technologies <i>decrease</i> the natural quality of food.	Novas tecnologias empregadas na produção e/ou processamento de alimentos reduzem a qualidade natural dos alimentos.
6	New food technologies are <i>unlikely</i> to have long term <i>negative</i> health effects. *	Novas tecnologias empregadas na produção e/ou processamento de alimentos provavelmente não trarão, a longo prazo, efeitos negativos à saúde.*
7	New food technologies give people <i>more</i> control over their food choices.*	Novas tecnologias empregadas na produção e/ou processamento de alimentos proporcionam às pessoas um maior controle sobre as suas escolhas alimentares. *
8	New products using new food technologies can help people have a balanced diet. *	Novos produtos que utilizam novas tecnologias de alimentos podem ajudar as pessoas a terem uma dieta equilibrada. *
9	New food technologies may have long term <i>negative</i> environmental effects.	Novas tecnologias empregadas na produção e/ou processamento de alimentos podem causar, a longo prazo, efeitos negativos ao meio ambiente.
10	It can be risky to switch to new food technologies too quickly.	Pode ser arriscado mudar rapidamente para novas tecnologias empregadas na produção e/ou processamento de alimentos.
11	Society should <i>not depend</i> heavily on technologies to solve its food problems.	A sociedade não deve depender demais de tecnologias para resolver os seus problemas alimentares.
12	There is no sense trying out high-tech food products because the ones I eat are already good enough.	Não faz sentido experimentar alimentos produzidos a partir de alta tecnologia, porque os que eu consumo já são bons o suficiente.
13	The media usually provides a <i>balanced</i> and <i>unbiased</i> view of new food technologies. *	A mídia geralmente fornece uma visão equilibrada e imparcial das novas tecnologias empregadas na produção e/ou processamento de alimentos. *

* questões que necessitam reverter as notas.

De acordo com Gaino et al. (2012), nos últimos 30 anos, o consumo per capita de iogurte foi o que apresentou maior crescimento entre os alimentos industrializados, no Brasil. Apesar de estar presente em 92,7% dos lares brasileiros segundo pesquisa do *Kantar World Panel*, o consumo per capita de iogurtes no país ainda tem grande potencial de crescimento. Enquanto, o consumo *per capita* de iogurte no Brasil é de 6,5kg/ano, na Holanda o consumo chega a 41,9 kg/ano, na França é de 20,7kg/ano e na Argentina, de 9,2 kg/ano, de acordo com dados de 2011 da Euromonitor (ANPEI, 2013).

O perfil sócio-econômico dos participantes está apresentado na Tabela 2.2. A idade média dos respondentes foi de 31 anos (variação de 17-79 anos), 41,4% eram do sexo masculino e 58,6% do sexo feminino. Quanto ao estado civil, 38,8% relataram ser casados ou declararam união estável. Em relação à renda familiar, a maioria dos participantes (88,9%) relataram ter renda inferior a 12 salários mínimos. Um total de 59,6% dos participantes possuíam curso superior completo, sendo que 16,7% deles têm pós-graduação.

Estudo da neofobia em relação às tecnologias de alimentos (FTNS)

O questionário Escala de Neofobia em relação à Tecnologia de Alimentos (FTNS) traduzido e validado para o português foi aplicado para avaliar a neofobia de consumidores brasileiros. Durante a entrevista, foi solicitado aos participantes que respondessem o questionário composto pelas treze declarações sobre a FTNS (Tabela 2.1). As treze questões foram avaliadas em uma escala não estruturada ancorada nos extremos 1 ("discordo totalmente") e 7 ("concordo totalmente").

A familiaridade dos participantes em relação a alimentos produzidos por tecnologias convencionais e não-convencionais, como tradicional, pasteurização, enriquecimento com proteínas bioativas, transgênicos (modificação genética, GM), orgânico e nanotecnologia foi avaliada em uma escala não estruturada de 7 pontos ancorada nos extremos 1 ("pouco familiar") e 7 ("muito familiar") (CHOE & CHO, 2011).

Tabela 2.2. Perfil dos participantes (%) entrevistados em Belo Horizonte, Brasil.

Variáveis	Categoria	Total (%)
Gênero	Feminino	58,6
	Masculino	41,4
Idade	< 25 anos	36,0
	26-35 anos	32,6
	Acima de 36 anos	31,4
Estado civil	Solteiro	57,1
	União estável	38,8
	Viúvo	1,3
	Divorciado	2,8
Tamanho da família	1-2 membros	43,4
	3-4 membros	42,2
	5 membros ou mais	14,4
Nível de escolaridade ^a	Baixo	40,6
	Alto	59,4
Renda ^b	A	11,1
	B1	22,4
	B2	16,5
	C	45,4
	DE	4,6

^a Alta escolaridade: graduação ou pós-graduação. Baixa escolaridade: ensino fundamental, ensino médio, escola profissional ou equivalente (BEHRENS et al., 2010).

^b Renda média familiar: A = acima de 15 salários mínimos; B1 = 8-15 salários mínimos; B2 = 4-7 salários mínimos; C = 1-3 salários mínimos; DE = abaixo de 1 salário mínimo (ABEP - Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa, 2011).

Em seguida, foram disponibilizados aos voluntários a definição, vantagem e desvantagem de cada tecnologia (Tabela 2.3). Os conceitos das tecnologias foram definidos a partir de uma adaptação de Cox & Evans (2008) e Siegrist (2008). Após os participantes lerem as informações sobre as tecnologias, foi perguntado a eles

sobre sua vontade de experimentar alimentos produzidos pelas tecnologias em estudo também utilizando uma escala não estruturada de 7 pontos ancorada nos extremos 1 (“nem um pouco disposto”) e 7 (“extremamente disposto”) (BACKSTROM et al., 2004). Cox & Evans (2008) avaliaram a familiaridade e a vontade de experimentar um conjunto de diferentes tecnologias a fim de verificar como a escala FTNS é capaz de prever corretamente o julgamento do consumidor sobre tecnologias específicas. Neste trabalho, a mesma escala foi utilizada, porém aplicada à categorias de alimentos, ou seja, o participante expressou sua familiaridade e vontade de experimentar alimentos produzidos por diferentes tecnologias. Segundo Coppola & Verneau (2011), os consumidores estão mais familiarizados com o produto do que com as tecnologias, além disso, uma avaliação apenas da tecnologia está sujeita a respostas mais negativas. A parte final do questionário coletou informações gerais, como sexo, idade, estado civil, renda familiar e escolaridade (ANEXO I).

Análise estatística

Para confirmar a validade da versão portuguesa do questionário FTNS, as respostas dos participantes para os 13 itens foram submetidas à análise fatorial e ao cálculo do alfa de Cronbach. Os dados foram avaliados quanto à normalidade, colinearidade e distribuição de *outliers*. A fatorabilidade da amostra foi testada pelo Índice de Kaiser-Meyer-Olkin e pelo teste de esfericidade de Bartlett. Após, os dados foram submetidos à análise de componentes principais (APC) com rotação Promax. A fidedignidade dos itens foi estimada pelo cálculo do alfa de Cronbach.

Tabela 2.3. Informações fornecidas aos participantes sobre as tecnologias utilizadas na produção de iogurte.

Tecnologia	Definição	Vantagem	Desvantagem
Tradicional	Método convencional de produção.	Segurança microbiológica do alimento.	Perda de algumas vitaminas instáveis.
Pasteurização	Método de preservação onde o alimento é exposto a temperaturas brandas, por um período de tempo.	Segurança microbiológica do alimento.	Perda de algumas vitaminas instáveis.
Transgênico	Método onde um organismo recebe um ou mais genes de outra espécie ou tem seus genes modificados.	Desenvolvimento de lactobacilos transgênicos que estimulam o sistema imunológico.	Falta de informações sobre o risco à saúde do consumidor e para o meio ambiente.
Enriquecido com proteínas bioativas	Adição de proteínas de alto valor nutricional.	Benefícios à saúde.	Custo adicional.
Nanotecnologia	Envolve a produção de materiais com tamanhos inferiores a 100 nm. Um nanômetro é um bilionésimo de um metro.	Melhoria na qualidade sensorial do alimento e/ou benefícios à saúde do consumidor.	Falta de informação sobre a segurança dos nanomateriais para os consumidores e para o meio ambiente.
Orgânico	Método de produção sem adição de agrotóxicos, antibióticos ou aditivos químicos.	Benefícios à saúde e ecologicamente correto.	Custo adicional.

Adaptado de Cox & Evans (2008) e Siegrist (2008).

A classificação dos indivíduos quanto à neofobia em relação à tecnologia de alimentos é obtida pela soma dos valores individuais de cada item, que variam de 13 a 91. O maior valor representa a menor receptividade dos consumidores para novas tecnologias (ou seja, maior neofobia) (COX & EVANS, 2008). Para realização das análises estatísticas, as pontuações das questões 6, 7, 8 e 13 foram revertidas, para que valores mais altos correspondam a maior neofobia. A análise de variância

(ANOVA) foi utilizada para determinar o efeito principal do gênero, idade, estado civil e classe social. Os entrevistados foram divididos em três grupos representando baixa (13,00-35,01), média (35,02-59,07) e alta (59,08-91,00) neofobia em relação às tecnologias de alimentos (FTNGs: Neofílicos, Neutros, Neofóbicos, respectivamente), para facilitar a interpretação dos resultados. A faixa correspondente a cada grupo foi definida a partir da média da FTNS (47,04) mais ou menos um desvio padrão (12,03). Este tipo de classificação foi utilizada em estudos anteriores (TUORILA et al., 2001; RITCHEY et al., 2003; OLABI et al., 2009; CHOE & CHO, 2011) e foi considerada como sendo um método corroborativo. A fim de comparar o gênero, idade, escolaridade e classe social entre grupos de neofobia (FTNGs), foi utilizado o teste do qui-quadrado, estabelecendo-se em 0,05 o nível de rejeição da hipótese de nulidade.

Coefficientes de correlação de Pearson foram calculados para relacionar a FTNS e a familiaridade e a vontade de experimentar alimentos produzidos pelas tecnologias em estudo. Além disso, a análise de variância foi realizada para examinar os efeitos dos grupos de neofobia em relação à tecnologia de alimentos (FTNGs) na disposição de experimentar alimentos produzidos pelas tecnologias convencionais e não-convencionais. Para todas as análises utilizou-se o programa SPSS (*Social Package for Statistical Science*) versão 15.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Revalidação do questionário FTNS

A fim de confirmar a validade da versão portuguesa do questionário FTNS, procedeu-se a análise fatorial das respostas dos participantes para os 13 itens. Todos os pressupostos da análise fatorial foram atendidos. Os resultados do teste de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO=0,827) e do teste de esfericidade de Bartlett ($\chi^2= 912,832$, $p<0,001$) mostraram a adequação da amostra para análise fatorial.

A análise de componentes principais com uma rotação Promax resultou na formação de três conjuntos conceituais distintos, que explicaram 55,0% da variação total dos dados (Tabela 2.4). O primeiro componente explicou 27,6% da variância total, sendo composto pelos itens 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11 e 12, e definido como “novas tecnologias são desnecessárias”. O segundo componente (15,5% da variância total)

está positivamente correlacionado com escolhas saudáveis e confiança no papel da mídia (itens 7, 8 e 13). Consiste, portanto, na percepção dos benefícios das novas tecnologias de alimentos pelos consumidores em relação ao controle sobre suas escolhas alimentares e capacidade de ter uma dieta equilibrada, além do papel da mídia de transmitir as informações sobre tecnologia de alimentos. O terceiro componente (11,9% da variação total) está relacionado com a familiaridade com novas tecnologias (item 1).

Schnettler et al. (2013b) ao traduzir e validar o questionário FTNS para a língua espanhola, relataram a existência de 2 fatores englobando apenas 6 itens, sendo 3 deles relacionados com a descrição “percepção de risco” e 3 itens à “novas tecnologias são desnecessárias”. Cox & Evans (2008) reportaram a existência de 4 fatores associados aos 13 itens, dos quais seis estão relacionadas à descrição “novas tecnologias são desnecessárias” (itens 1, 2, 3, 4, 5 e 12); quatro itens à percepção de risco (6, 9, 10 e 11), dois itens à escolhas saudáveis (7 e 8) e um item à informação fornecida pela mídia (item 13). Existe, portanto, uma diferença de percepção dos itens entre a versão inglesa e portuguesa do questionário. Para os indivíduos brasileiros, a definição de que novas tecnologias são desnecessárias, também envolve a percepção de risco. As afirmações de que a sociedade não deve depender fortemente de tecnologias para resolver os seus problemas alimentares, nem mudar para novas tecnologias rapidamente, além dos efeitos negativos à saúde e ao meio ambiente, também estão de alguma forma relacionadas a uma atitude negativa em relação à tecnologia. Na versão portuguesa, o item 1 não correlacionou-se com primeiro fator, ou seja, a familiaridade não está associada com “novas tecnologias são desnecessárias” e, possivelmente, está associada à falta de conhecimento dos entrevistados sobre as novas tecnologias.

Tabela 2.4. Escala de Neofobia em relação à Tecnologia de Alimentos: carga fatorial, média e desvio padrão dos itens.

Itens	Carga Fatorial			Média	Desvio Padrão
	1CP (27,6%)	2CP (15,5%)	3 CP (11,9%)		
1. Eu não estou totalmente familiarizado com novas tecnologias empregadas na produção e/ou processamento de alimentos.	-0,001	-0,026	0,903	4,43	1,91
2. Novos alimentos não são mais saudáveis do que os alimentos tradicionais.	0,601	0,114	-0,067	3,71	2,02
3. As afirmações sobre os benefícios de novas tecnologias empregadas na produção e/ou processamento de alimentos são frequentemente muito exageradas.	0,424	0,246	-0,066	3,86	1,90
4. Já existem inúmeros alimentos saborosos no mercado, então nós não precisamos de novas tecnologias para produzir mais alimentos.	0,622	0,104	0,025	2,10	1,65
5. Novas tecnologias empregadas na produção e/ou processamento de alimentos reduzem a qualidade natural dos alimentos.	0,750	0,057	0,067	3,42	2,04
6. Novas tecnologias empregadas na produção e/ou processamento de alimentos provavelmente não trarão, a longo prazo, efeitos negativos à saúde.*	0,407	0,265	0,215	4,33	1,86
7. Novas tecnologias empregadas na produção e/ou processamento de alimentos proporcionam às pessoas um maior controle sobre as suas escolhas alimentares. *	0,267	0,798	-0,048	3,26	1,95
8. Novos produtos que utilizam novas tecnologias de alimentos podem ajudar as pessoas a terem uma dieta equilibrada. *	0,350	0,688	-0,035	2,89	1,78
9. Novas tecnologias empregadas na produção e/ou processamento de alimentos podem causar, a longo prazo, efeitos negativos ao meio ambiente.	0,641	0,196	-0,055	3,75	1,91
10. Pode ser arriscado mudar rapidamente para novas tecnologias empregadas na produção e/ou processamento de alimentos.	0,577	0,278	0,260	4,23	1,91
11. A sociedade não deve depender demais de tecnologias para resolver os seus problemas alimentares.	0,523	0,074	0,301	4,14	2,14
12. Não faz sentido experimentar alimentos produzidos a partir de alta tecnologia, porque os que eu consumo já são bons o suficiente.	0,709	0,196	0,219	2,54	1,79
13. A mídia geralmente fornece uma visão equilibrada e imparcial das novas tecnologias empregadas na produção e/ou processamento de alimentos. *	0,047	0,590	0,047	4,37	2,04
Soma dos itens				47,04	12,03

* questões cujas notas foram invertidas.

O Alfa de Cronbach dos 13 itens da versão portuguesa do construto foi de 0,73, indicando boa confiabilidade interna. Por ser um bom preditor da aceitação de alimentos produzidos por novas tecnologias, como a nanotecnologia, o FTNS tem sido traduzido e validado em diferentes línguas como espanhol (SCHNETTLER et al., 2013b) e italiano (COPPOLA & VERNEAU, 2011).

Neofobia em relação à tecnologia de alimentos

A pontuação média da neofobia em relação à tecnologia de alimentos dos respondentes brasileiros foi de 47,04 ($\pm 12,03$) (Tabela 2.4). A soma dos valores individuais de cada item obtida pelos participantes variou de 13,0 a 86,4. Cox & Evans (2008) e Evans et al. (2010) relataram um valor médio de 55,00 (faixa de 21-88) quando desenvolveram a FNTS e 54,35 ($\pm 10,08$; faixa de 25-81) e 53,62 ($\pm 11,27$; faixa de 25-81) durante a revalidação do questionário, ambos realizados na Austrália. Martin et al. (2012) reportaram que o nível de neofobia em relação a tecnologia de alimentos de consumidores canadenses foi de 58,5 ($\pm 6,21$; faixa de 21-91). O maior valor da soma dos itens representa a menor receptividade dos consumidores para novas tecnologias, sendo assim, os respondentes brasileiros são relativamente menos neofóbicos que os australianos e canadenses.

A neofobia em relação à tecnologia de alimentos não foi significativamente influenciada pelo gênero, estado civil e número de membros que compõem a família ($p > 0,05$) (Tabela 2.5). Houve efeito significativo da idade, nível de escolaridade e renda ($p < 0,05$) na pontuação da FTNS. O grupo de indivíduos com idade superior a 36 anos, os de baixa escolaridade e aqueles de menor renda foram significativamente mais neofóbicos. Geralmente, um comportamento mais prudente é encontrado em pessoas de maior idade que buscam alimentos mais seguros e conhecidos. A menor receptividade para novas tecnologias dos respondentes de baixo poder aquisitivo e escolaridade pode ser devido à falta de conhecimento sobre novos alimentos e tecnologias. Evans et al. (2010) reportaram diferença significativa nas pontuações FTNS apenas para o nível de educação. Os participantes com menor nível de escolaridade também apresentaram maior neofobia. Para estes autores, as pessoas com maior grau de instrução, parecem estar mais abertas aos novos produtos e as novas tecnologias. Sendo assim, torna-se necessário aumentar o grau de conhecimento dos consumidores para reduzir a neofobia.

Tabela 2.5. Neofobia em relação à tecnologia de alimentos por gênero, idade, estado civil, tamanho da família, escolaridade e renda familiar.

Variáveis	Classificação	Média (Desvio Padrão)	% de participantes em cada FTNGs			χ^2
			Neofílico	Neutro	Neofóbico	
Gênero	Masculino	47,52 (±12,78)	16,15	67,08	16,77	2,027 ^{ns}
	Feminino	46,70 (±11,49)	10,09	81,14	8,77	
Idade	<25 anos	46,55 (±10,27) ^{a,b}	12,86	76,43	10,71	11,097 [*]
	26-35 anos	45,30 (±12,53) ^b	19,70	68,94	11,36	
	>36 anos	49,59 (±13,05) ^a	12,82	64,96	22,22	
Estado civil	Solteiro	45,85 (±12,27)	16,67	70,27	13,06	6,851 ^{ns}
	União estável	48,90 (±11,12)	11,26	72,85	15,89	
	Viúvo	46,06 (±21,04)	40,00	40,00	20,00	
	Divorciado	46,10 (±13,25)	27,27	54,55	18,18	
Tamanho da família	1-2 membros	46,50 (±13,12)	17,75	67,46	14,79	4,647 ^{ns}
	3-4 membros	47,44 (±10,75)	11,52	75,76	12,73	
	5 ou mais membros	47,52 (±12,31)	18,18	63,64	18,18	
Nível de Escolaridade ^a	Baixo	49,91 (±10,57) ^a	6,96	74,68	18,35	15,388 [*]
	Alto	45,08 (±12,58) ^b	20,78	67,53	11,69	
Renda ^b	A	46,54 (±11,04) ^b	16,67	70,83	12,50	18,192 [*]
	B1	45,66 (±10,73) ^b	17,86	76,19	5,95	
	B2	46,41 (±12,77) ^b	14,29	76,19	9,52	
	C	47,65 (±12,82) ^b	15,22	65,94	18,11	
	DE	52,38 (±11,17) ^a	2,78	72,22	25,00	

* significativo ao nível de 5% de probabilidade. ns significativo ao nível de 5% de probabilidade.

^a Alta escolaridade: graduação ou pós-graduação. Baixa escolaridade: ensino fundamental, ensino médio, escola profissional ou equivalente (BEHRENS et al., 2010).

^b Renda média familiar: A = acima de 15 salários mínimos; B1 = 8-15 salários mínimos; B2 = 4-7 salários mínimos; C = 1-3 salários mínimos; DE = abaixo de 1 salário mínimo (ABEP - Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa, 2011).

Familiaridade e vontade de experimentar alimentos produzidos por diferentes tecnologias

A distribuição dos grupos (FTNGs) que representam a baixa, média e alta neofobia em relação à tecnologia de alimentos está apresentada na Figura 2.1. A maior parte dos entrevistados (70,4%) pertence à categoria neutro, 15,2% são classificados como neofílicos e 14,4% neofóbicos. Os indivíduos neutros são aqueles que apresentam neofobia em apenas algumas situações, ou seja, possuem aversão a algumas tecnologias e a outras não. Segundo Martin et al. (2012), a maioria da população canadense apresenta de média à alta neofobia.

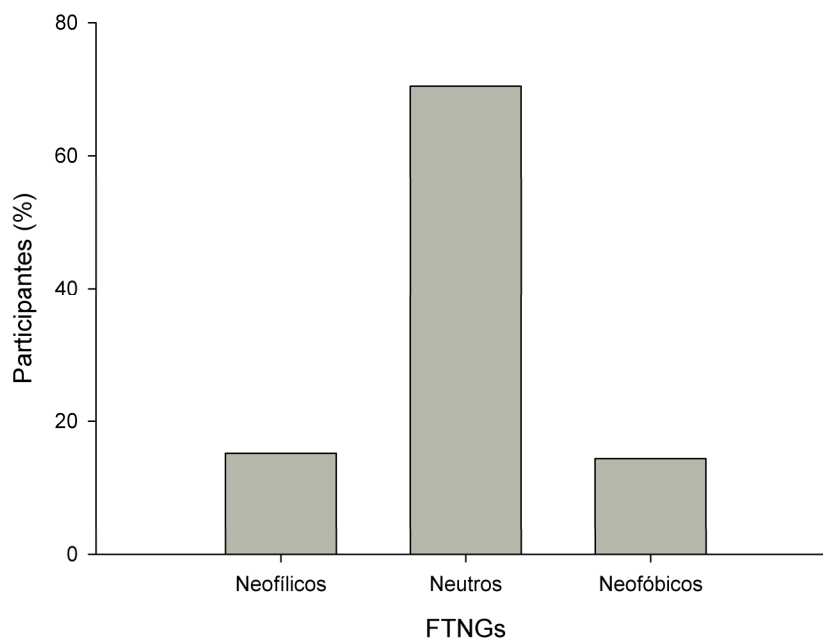


Figura 2.1. Distribuição dos participantes nos grupos (FTNGs) que representam a baixa, média e alta neofobia em relação a tecnologia de alimentos.

A familiaridade e a vontade de experimentar alimentos produzidos por diferentes tecnologias estão apresentadas na Tabela 2.6. Os resultados mostraram que os alimentos rotulados como tradicional e pasteurizado são significativamente mais familiares para os consumidores brasileiros do que aqueles obtidos por outras tecnologias ($p < 0,05$). As tecnologias que envolvem bioativos e alimentos orgânicos não diferiram significativamente, sendo mais familiares do que GM e

nanotecnologia. A falta de familiaridade pelos alimentos produzidos por GM e nanotecnologia, pode afetar a decisão final dos consumidores sobre o consumo desses alimentos, uma vez que o indivíduo irá consumir alimentos considerados suficientemente seguros. Segundo LORDS HOUSE (2009), o medo dos consumidores por novas tecnologias muitas vezes está relacionado à falta de informação. De acordo com Smiley et al. (2008), a falta de informação e compreensão da real relação entre os riscos e benefícios percebidos e as percepções negativas das novas tecnologias podem levar a uma falta de apoio por parte do público e, em última análise, a um retrocesso da inovação tecnológica por um período significativo de tempo.

Tabela 2.6. Valores médios da familiaridade e vontade de experimentar alimentos produzidos por diferentes tecnologias.

Tecnologia de alimentos	Familiaridade	Vontade de experimentar
Tradicional	6,22 ^a	5,85 ^{ab}
Pasteurização	4,90 ^b	5,44 ^b
Orgânico	2,94 ^c	6,03 ^a
Modificação genética (GM)	1,95 ^d	3,61 ^c
Bioativos	3,22 ^c	5,75 ^{ab}
Nanotecnologia	1,90 ^d	3,91 ^c

Pares de médias com a mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

A vontade de experimentar os produtos rotulados como transgênico e nanotecnologia foram significativamente menores do que outras tecnologias. Sabe-se que tecnologias envolvendo transgênicos, aplicadas à alimentação, muitas vezes geram percepção de alto risco e de aversão entre os consumidores em alguns países (HANSEN et al., 2003). A percepção de risco e as preocupações dos consumidores em relação ao contato com nanopartículas são considerados os principais fatores que levam à rejeição da nanotecnologia, e os benefícios percebidos também influenciam a aceitação da nanotecnologia (GUPTA et al., 2013). Os consumidores brasileiros ainda estão cautelosos, quanto à GM e à nanotecnologia, possivelmente devido à falta de garantia de que esses alimentos são saudáveis e seguros ao meio ambiente.

Entre as tecnologias não convencionais, os iogurtes orgânico e enriquecido com proteínas bioativas foram os produtos que os consumidores estavam mais dispostos a experimentar. As informações fornecidas sobre a definição, vantagens e desvantagens destas tecnologias foram positivas, resultando em um aumento da expectativa dos consumidores brasileiros. Segundo Rozin et al. (2004) e Rozin (2005), os produtos orgânicos são bem definidos pelos consumidores pelos atributos de naturalidade e segurança, enquanto os alimentos com algum benefício à saúde, como os bioativos, apesar de geralmente serem reconhecidos como não naturais, também são considerados seguros e com maior valor nutricional. Apesar de serem pouco familiares, a preferência dos consumidores por alimentos mais saudáveis pode ter desempenhado um papel significativo na disposição de experimentar os alimentos orgânico e bioativos.

Estudo dos grupos de neofobia em relação à tecnologia de alimentos (FTNGs)

A familiaridade e vontade de experimentar alimentos convencionais e não-convencionais foram avaliadas entre os grupos de neofobia em relação à tecnologia de alimentos (Tabela 2.7). Em relação à familiaridade, as tecnologias pasteurização, bioativos, orgânico e transgênico apresentaram diferenças significativas entre grupos que representam a baixa, média e alta neofobia em relação às tecnologias de alimentos (FTNGs). Os respondentes menos neofóbicos apresentaram maior familiaridade com estas tecnologias. Não houve diferença entre os grupos de neofobia (FTNGs) para os iogurtes rotulados como tradicional e com nanocompostos. Os alimentos tradicionais já são muito populares e bem conhecidos, portanto todos os grupos apresentaram alta familiaridade pelo produto. Já a nanotecnologia, que é uma tecnologia recente, ainda não é familiar para os consumidores brasileiros, não havendo diferença entre os grupos.

A vontade de experimentar o iogurte rotulado como enriquecido com proteínas bioativas, orgânico, transgênico e com nanocompostos variou significativamente entre os FTNGs. Os grupos formados pelos consumidores neutros e neofóbicos diferiram significativamente do grupo neofílico, estando menos dispostos a experimentar as tecnologias novas ou não-convencionais. Para as tecnologias convencionais, tradicional e pasteurização, não houve diferença entre os grupos, pois os consumidores já estão habituados a consumir estes produtos.

Tabela 2.7. ANOVA para a familiaridade e a vontade de experimentar alimentos convencionais e não-convencionais em função dos grupos de neofobia em relação à tecnologia de alimentos (FTNGs).

Tecnologias de alimentos		Neofílico	Neutro	Neofóbico	F
Tradicional	Familiaridade	6,52	6,20	6,04	2,167 ^{ns}
	Vontade de experimentar	5,73	6,03	6,24	3,217 ^{ns}
Pasteurização	Familiaridade	5,59 ^a	4,95 ^a	4,21 ^b	6,487 [*]
	Vontade de experimentar	5,33	5,42	5,93	3,112 ^{ns}
Bioativos	Familiaridade	3,89 ^a	3,16 ^{a,b}	2,85 ^b	3,842 [*]
	Vontade de experimentar	6,64 ^a	5,71 ^b	4,99 ^c	15,412 [*]
Orgânico	Familiaridade	3,58 ^a	2,84 ^b	2,75 ^b	3,408 [*]
	Vontade de experimentar	7,54 ^a	5,76 ^b	5,78 ^b	6,385 [*]
Transgênico	Familiaridade	2,45 ^a	1,93 ^b	1,55 ^b	6,020 [*]
	Vontade de experimentar	4,99 ^a	3,49 ^b	2,81 ^b	17,956 [*]
Nanotecnologia	Familiaridade	2,17	1,89	1,70	1,730 ^{ns}
	Vontade de experimentar	5,73 ^a	3,70 ^b	3,06 ^b	31,016 [*]

Pares de médias com a mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Dentro dos grupos de respondentes neutros e neofóbicos, a vontade de experimentar os alimentos rotulados como orgânico e bioativos foram significativamente superiores à nanotecnologia e modificação genética ($p < 0,05$) (Figura 2.2). Este resultado é interessante, pois mesmo as pessoas que possuem alguma relutância em consumir alimentos obtidos por novas tecnologias estão mais dispostas a experimentar alimentos que trazem algum benefício à saúde. Os consumidores brasileiros, além de possuírem baixa familiaridade com a nanotecnologia e modificação genética, não estão convencidos de que essas tecnologias são seguras e confiáveis. Behrens et al. (2010), em um estudo realizado com consumidores brasileiros, que teve como objetivo avaliar as atitudes em relação à segurança alimentar, indicaram que a confiança é um dos fatores mais importantes levados em consideração no momento da compra, influenciando suas escolhas alimentares. Os autores também relataram que os participantes expressaram maior preocupação com os riscos alimentares considerados como sendo de origem

tecnológica. Segundo Napier et al. (2004), a maioria dos consumidores é incapaz de decidir sobre a escolha de alimentos produzidos por novas tecnologias associadas com possíveis riscos, e parecem estar hesitantes e com medo de aceitar e consumir alimentos produzidos por novas tecnologias associadas com riscos potenciais, sem benefícios claros. Estas informações podem ser úteis no desenvolvimento de novos produtos e na elaboração de estratégias de marketing, quando o público-alvo são consumidores pertencentes a FTNGs específicos. Olabi et al. (2009) indicaram que seria um desafio para a indústria de alimentos lançar produtos "altamente novos e não-tradicionais" em mercados com elevados níveis de neofobia alimentar. Desta forma, a indústria de alimentos e as instituições de ensino devem fornecer mais informações aos consumidores sobre a tecnologia utilizada durante a produção e/ou processamento dos alimentos, a fim de aumentar a sua confiança em relação aos novos produtos.

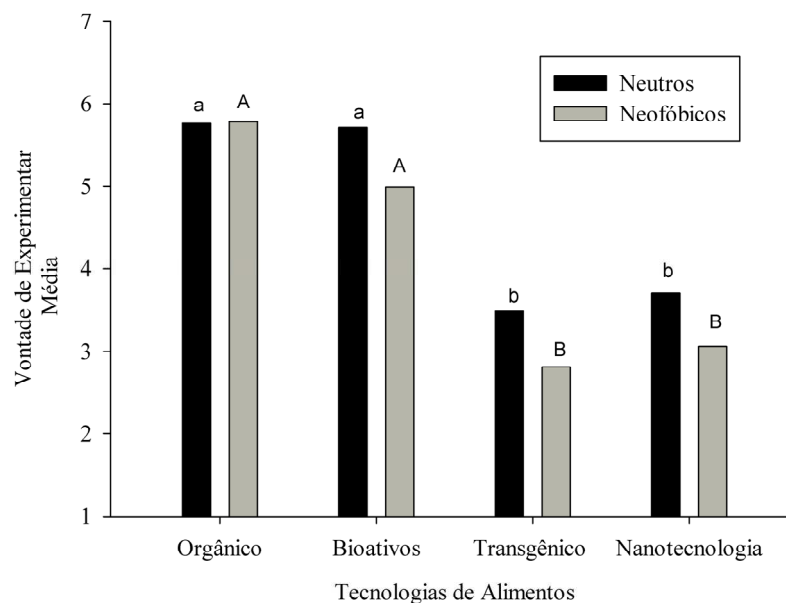


Figura 2.2. Vontade de experimentar alimentos produzidos pelas tecnologias não-convencionais dos participantes pertencentes aos grupos de média e alta neofobia. Escala de 1 a 7 (Pares de médias com a mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$), para os indivíduos neutros). (Pares de médias com a mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$), para os indivíduos neofóbicos).

Correlação entre FTNS e a familiaridade e a vontade de experimentar

As correlações entre a FTNS e a familiaridade e a vontade de experimentar alimentos produzidos por tecnologias novas e convencionais foram estudadas (Tabela 2.8). Não houve correlação significativa entre a pontuação da FTNS e a familiaridade dos respondentes com o iogurte rotulado como tradicional, orgânico, transgênico e com nanocompostos ($p > 0,05$). A FTNS correlacionou-se negativamente com a familiaridade dos voluntários com os produtos pasteurizado e enriquecido com proteínas bioativas, ou seja, quanto maior a familiaridade por essas tecnologias, menor a neofobia. A familiaridade com as novas tecnologias não foi um bom preditor da neofobia em relação à tecnologia de alimentos.

Tabela 2.8. Correlação de Pearson entre as pontuações da FTNS e a familiaridade e vontade de experimentar alimentos convencionais e não-convencionais.

Tecnologias de alimentos	FTNS x Familiaridade	FTNS x Vontade de experimentar
Tradicional	-0,06 ^{ns}	-0,01 ^{ns}
Pasteurização	-0,17**	-0,06 ^{ns}
Bioativos	-0,13*	-0,30**
Orgânico	-0,05 ^{ns}	-0,16**
Transgênico	-0,10 ^{ns}	-0,27**
Nanotecnologia	-0,06 ^{ns}	-0,35**

^{ns} não significativo ($p > 0,05$), * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$.

A correlação entre a FTNS e a vontade de experimentar os iogurtes rotulados como tradicional e pasteurizado não foi significativa ($p > 0,05$). Como era esperado, as tecnologias já consolidadas no mercado não foram afetadas pela neofobia em relação às tecnologias de alimentos. Portanto, a escala de neofobia não está associada à percepção dos consumidores em relação às tecnologias convencionais.

As correlações entre a FTNS e a vontade de experimentar alimentos produzidos por tecnologias novas ou não-convencionais foram significativamente negativas, e consideradas fracas a moderadas (COHEN, 1992), variando de -0,15 a -0,35. Evans et al. (2010), durante a revalidação do construto FTNS na Austrália, avaliaram a correlação entre a FTNS e a vontade de experimentar diferentes

tecnologias e encontraram valores significativos iguais a -0,29, -0,39 e -0,58, para bioativos, nanotecnologia e modificação genética, respectivamente. Esse resultado foi muito semelhante ao encontrado neste estudo, exceto para modificação genética, o que sugere que os consumidores brasileiros têm menor aversão a esta tecnologia do que os australianos. Este resultado corrobora com o encontrado por Da Costa et al. (2000), que relataram, por meio da técnica grupo de foco, que os consumidores brasileiros têm uma atitude mais positiva em relação aos alimentos geneticamente modificados.

Após receberem a descrição das tecnologias em estudo, a disposição dos participantes em experimentar os novos alimentos relacionou-se com a neofobia, indicando que, a informação é um fator muito importante que influencia o comportamento do consumidor. Os indivíduos mais neofóbicos são menos susceptíveis a experimentar os alimentos produzidos por tecnologias não convencionais (orgânico, bioativos, GM e nanotecnologia) que são considerados novos ou desconhecidos para os consumidores brasileiros. Também foi observado que a vontade de experimentar alimentos produzidos pelas tecnologias mais recentes ou que geram dúvidas, como por exemplo, bioativos, nanotecnologia e modificação genética (que se espera maior ansiedade), apresentou correlação mais elevada do que para a tecnologia menos controversa (orgânico). De acordo com Cardello (1997), para a aceitação de produtos obtidos por tecnologias não-convencionais, torna-se necessário investimento em programas de educação/informação ao consumidor, para reduzir “os medos” dos consumidores sobre estes produtos. A confiança por parte dos consumidores é o fator mais importante para a aceitação de novas tecnologias de alimentos (SIEGRIST, 2008). Segundo Napier et al. (2004), os consumidores apreciam receber informações que possam facilitar a sua decisão de compra referente aos alimentos produzidos tradicionalmente ou por novas tecnologias.

CONCLUSÃO

O construto FTNS pode ser um bom preditor da aceitação de novos alimentos que apesar de manterem a mesma aparência de um alimento tradicional, são produzidos e/ou processados por uma nova tecnologia. Esse estudo foi a primeira tentativa de usar os FTNS em um país de língua portuguesa e fornece dados interessantes para a sua efetiva aplicação.

A neofobia em relação à tecnologia de alimentos foi influenciada por fatores sócio-econômicos. O grupo de indivíduos com idade superior a 36 anos, os de baixa escolaridade e aqueles de menor renda foram significativamente mais neofóbicos. Este resultado mostra que a neofobia pode estar associada à falta de conhecimento/informação sobre as tecnologias. Considerando as tecnologias de baixa familiaridade, a vontade de experimentar alimentos orgânico e biotivos foi significativamente superior ao GM e nanotecnologia, mostrando que o fornecimento de informação sobre os benefícios e desvantagens favoreceu a aceitação desses novos produtos.

Compreender a neofobia em relação à tecnologia de alimentos pode ser um importante diferencial para as indústrias de alimentos, especialmente para aquelas que trabalham no mercado de alimentos não-tradicionais e que possuem algum apelo à saúde. Esta pesquisa também fornece informações importantes sobre as diferentes atitudes dos consumidores brasileiros em relação à aplicação de uma nova tecnologia de alimentos, considerando os FTNGs (neofílicos, neutros e neofóbicos). A aplicação de estratégias de marketing apropriadas que consideram as características neofóbicas ou neofílicas dos consumidores pode fazer com que o produto alcance uma vantagem competitiva e seja bem-sucedido. Para que um alimento produzido por uma nova tecnologia entre no mercado, os consumidores devem ser informados sobre os riscos e benefícios associados à nova tecnologia. Desta forma, as agências de regulamentação do governo brasileiro (Ministério da Saúde, Ministério da Agricultura) devem desenvolver normas para rotulagem de alimentos que contemplem a inclusão das informações sobre a tecnologia utilizada durante a produção e/ou processamento, de forma clara. Ao mesmo tempo, as instituições de pesquisa e a indústria de alimentos devem fornecer aos consumidores informações verdadeiras e confiáveis sobre os riscos e benefícios associados aos alimentos produzidos pelas novas tecnologias, promovendo uma comercialização mais transparente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABEP - Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa. **Critério de Classificação Econômica Brasil**, 2011. Disponível em: <<http://www.abep.org/novo/Content.aspx?ContentID=835>>.

ANPEI - Associação Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento das Empresas Inovadoras, 2013. Disponível em: <<http://www.anpei.org.br/imprensa/noticias/nestle-lanca-primeiro-iogurte-grego-light-do-mercado-brasileiro/>>.

BACKSTROM, A.; PIRTILA-BACKMAN, A.-M.; TUORILA, A. Willingness to try new foods as predicted by social representations and attitude and trait scales. **Appetite**, v. 43, p. 75–83, 2004.

BEHRENS, J. H.; BARCELLOS, M. N.; FREWER, L. J.; NUNES, T. P.; FRANCO, B. D.G.M.; DESTRO, M. T.; LANDGRAF, M. Consumer purchase habits and views on food safety: A Brazilian study. **Food Control**, v. 21, p. 963–969, 2010.

BIEBERSTEIN, A.; ROOSEN, J.; MARETTE, S.; BLANCHEMANCHE, S.; VANDERMOERE, F. Consumer choices for nano-food and nano-packaging in France and Germany. **European Review of Agricultural Economics**, v. 40, n.1, p. 73–94, 2013.

CARDELLO, A. V. Consumer concerns and expectations about novel food processing technologies: Effects on product liking. **Appetite**, v. 40, p. 217–233, 2003.

CARDELLO, A. V.; SCHUTZ, H. J.; LESHER, L. L. Consumer perceptions of foods processed by innovative and emerging technologies: A conjoint analytic study. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 8, p. 73–83, 2007.

CHAUDHRY, Q.; SCOTTER, M.; BLACKBURN, J.; ROSS, B.; BOXALL, A.; CASTLE, L.; AITKEN, R.; WATKINS, R. Applications and implications of nanotechnologies for the food sector. **Food Additives and Contaminants**, v. 25, n. 3, p. 241–258, 2008.

CHOE, J. Y.; CHO, M. S. Food neophobia and willingness to try non-traditional foods for Koreans. **Food Quality and Preference**, 2011. doi:10.1016/j.foodqual.2011.05.002.

- COHEN, J. A power primer. **Psychological Bulletin**, v. 112 (1), p. 155-159 1992.
- COPPOLA, A. ; VERNEAU, F. L'uso della psicomетria per lo studio della consumer attitude nelle società post moderne. **Agriregionieuropa**, v. 7 (26), p. 1-9, 2011.
- COX, D. N.; EVANS, G. Construction and validation of a psychometric scale to measure consumers' fears of novel food technologies: the Food Technology Neophobia Scale. **Food Quality and Preference**, v. 1, p. 704–710, 2008.
- COX, D. N.; EVANS, G.; LEASE, H. J. Preferences for conventional and novel sources of long chain omega-3 fatty acids: A conjoint study. **Food Quality and Preference**, v. 19, p. 306–314, 2008.
- COX, D. N.; EVANS, G.; LEASE, H. J. The influence of information and beliefs about technology on the acceptance of novel food technologies: A conjoint study of farmed prawn concepts. **Food Quality and Preference**, v. 18, p. 813–823, 2007.
- Da COSTA, M. C.; DELIZA, R.; ROSENTHAL, A.; HEDDERLEY, D.; FREWER, L. Non conventional technologies and impact on consumer behavior. **Trends in Food Science & Technology**, v. 11, p. 188–193, 2000.
- De STEUR, H.; GELLYNCK, X.; STOROZHENKO, S.; LIQUN, G.; LAMBERT, W.; VAN DER STRAETEN, D.; VIAENE, J. Willingness-to-accept and purchase genetically modified rice with high folate content in Shanxi Province, China. **Appetite**, v. 54, p.118–125, 2010.
- DUDO, A.; CHOI, C-H.; SCHEUFELE, D. A. Food nanotechnology in the news. Coverage patterns and thematic emphases during the last decade. **Appetite**, v. 56, p. 78–89, 2011.
- EVANS, G.; COX, D. N. Australian consumers' antecedents of attitudes towards foods produced by novel technologies. **British Food Journal**, v. 108, n. 11, p. 916–930, 2006.
- FREWER, L. J.; BERGMANN, K.; BRENNAN, M.; LION, R.; MEERTENS, R.; ROWE, G.; SIEGRIST, M.; VEREIJKEN, C. Consumer response to novel agri-food technologies. Implications for predicting consumer acceptance of emerging food technologies. **Trends in Food Science & Technology**, v. 22, p. 442–456, 2011a.
- FREWER, L.; FISCHER, A.; NORDE, W.; KAMPERS, F. **Nanotechnology in the Agri-Food Sector**. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA. p. 1–2, 2011b.

- GAINO, N. M.; AMÂNCIO, R. D.; OETTERER, M.; SILVA, M. V. Disponibilidade domiciliar de alimentos industrializados no Brasil. **Higiene alimentar**, v. 26, p. 55-63, 2012.
- GASKELL, G.; ALLUM, N.; BAUER, M.; DURANT, J.; ALLANSDOTTIR, A.; BONFADELLI, H.; et al. Biotechnology and the European public. **Nature Biotechnology**, v. 18, p. 935-938, 2000.
- GONÇALVES, A. C. A.; FERREIRA, M. A. M.; MINIM, L. A.; MINIM, V. P. R. **Pesquisa de mercado aplicada à indústria de alimentos**. In.: MINIM, V.P.R. Análise sensorial: estudos com consumidores. Viçosa: Editora. UFV, 2013. p. 332.
- GRUÈRE, G. P. Implications of nanotechnology growth in food and agriculture in OECD countries. **Food Policy**, v. 37, p.191–198, 2012.
- GUPTA, N.; FISCHER, A. R. H.; GEORGE, S.; FREWER, L. J. Expert views on societal responses to different applications of nanotechnology: a comparative analysis of experts in countries with different economic and regulatory environments. **Journal of Nanoparticles Research**, v. 15, p. 1815-1838, 2013.
- HANSEN, J.; HOLM, L.; FREWER, L.; ROBINSON, P.; SANDOE, P. Beyond the knowledge deficit: Recent research into lay and expert attitudes to food risk. **Appetite**, v. 41, p. 111–121, 2003.
- HENRIQUES, A. S.; KING, S. C.; MEISELMAN, H. L. Consumer segmentation based on food neophobia and its application to product development. **Food Quality and Preference**, v. 20, n. 2, p. 408 83-91, 2009.
- HENSON, S. Demand side constraints on the introduction of new food technologies: The case of food irradiation. **Food Policy**, v. 20, n. 2, p. 111–127, 1995.
- KIMENJU, S.; De GROOTE, H. Consumer willingness to pay for genetically modified food in Kenya. **Agricultural Economics**, v. 38, n.1, p. 35–46, 2008.
- KÖSTER, E. P. Diversity in the determinants of food choice: A psychological perspective. **Food Quality and Preference**, v. 20, n. 2, p. 70-82, 2009.
- LEE, C.; SCHEUFELE, D.; LEWENSTEIN, B. Public attitudes toward emerging technologies. **Science Communication**, v. 27, n. 2, p. 240-267, 2005.

LUSK, J. L.; ROOSEN, J.; FOX, J. A. Demand for beef from cattle administered growth hormones or fed genetically modified corn; a comparison of consumers in France, Germany, the United Kingdom and the United States. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 85, p.16–29, 2003.

MATIN, A. H.; GODDARD, E.; VANDERMOERE, F.; BLANCHEMANCHE, S.; BIEBERSTEIN, A.; MARETTE, S.; ROOSEN, J. Do environmental attitudes and food technology neophobia affect perceptions of the benefits of nanotechnology? **International Journal of Consumer Studies**, v. 36, p. 149–157, 2012.

McELHATTON, A.; SOBRAL, P. J. A. **Novel Technologies in Food Science: Their Impact on Products, Consumer Trends and the Environment**. London: Springer, 2012. (Integrating Food Science and Engineering Knowledge Into the Food Chain, Vol. 7). 2012. 400 p.

MUCCI, A.; HOUGH, G.; ZILIANI, C. Factors that influence purchase intent and perceptions of genetically modified foods among Argentine consumers. **Food Quality and Preference**, v. 15, p. 559–567, 2004.

MOREAU, P.; LEHAMANN, D. R.; MARKMAN, A. B. Entrenched knowledge structures and consumer response to new products. **Journal of Marketing Research**, v. 38, n.1, p. 14–29, 2001.

NAPIER, T.; TUCKER, M.; HENRY, C.; WHALEY, S. Consumer attitudes toward GMOs. The Ohio experience. **Journal of Food Science**, 69, n.3, p. 69–76, 2004.

OHRBACH, R.; BJORNER, J.; JEZEWSKI, M.; JOHN, M. T.; LOBBEZOO, F. **Guidelines for establishing cultural equivalency of instruments**. University at Buffalo. p. 1-56, 2009.

OLABI, A.; NAJM, N. E. O.; BAGHDADI, O. K.; MORTON, J. M. Food neophobia levels of Lebanese and American college students. **Food Quality and Preference**, v. 20, n. 5, p. 353-362, 2009.

PLINER, P.; HOB DEN, K. Development of a scale to measure the trait of food neophobia in humans. **Appetite**, v. 19, p. 105–120, 1992.

PLINER, P.; SALVY, S.-J. Food neophobia in humans. In R. Shepherd & M. Raats (Eds.), **The psychology of food choice** (pp. 75–92). Wallingford: CABI, 2006.

- PRIETO, A. J. A method for translation of instruments to other languages. **Adult Education Quaterly**, v.43, n.1, p.1-14, 1992.
- RITCHEY, P. N.; FRANK, R. A.; HURSTI, U.; TUORILA, H. Validation and cross-national comparison of the food neophobia scale (FNS) using confirmatory factor analysis. **Appetite**, v. 40, n. 2, p. 163-173, 2003
- ROLLIN, F.; KENNEDY, J.; WILLS, J. Consumers and new food technologies. **Trends in Food Science & Technology**, v. 22, n. 2–3, p. 99–111, 2011.
- RONTELTAP, A.; VAN TRIJP, J. C. M.; RENES, R. J.; FREWER, L. J. Consumer acceptance of technology based food innovations: lessons for the future of nutrigenomics. **Appetite**, v. 49, p. 1–17, 2007.
- ROZIN, P.; FALLON, A. The psychological categorization of foods and non foods. A preliminary taxonomy of food rejections. **Appetite**, v. 1, p. 193–201, 1980.
- ROZIN, P.; HAIDT, J.; MCCAULEY, C. R. Disgust. In M. Lewis & J. M. Haviland (Eds.), **Handbook of emotions** (pp. 575–594). New York: Guilford Press. 1993.
- ROZIN, P.; SPRANCA, M.; KRIEGER, Z.; NEUHAUS, R.; SURILLO, D.; SWERDLIN, A.; WOOD, K. Preference for natural: Instrumental and ideational/moral motivations, and the contrast between foods and medicines. **Appetite**, v. 43, p. 147–154, 2004.
- ROZIN, P. The meaning of natural. **Psychological Science**, v. 16, p. 652–658, 2005.
- SCHNETTLER, B.; MIRANDA, H.; SEPÚLVEDA, J.; DENEGRÍ, M. Consumer preferences of genetically modified foods of vegetal and animal origin in Chile. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 32, n. 1, p. 15–25, 2012.
- SCHNETTLER, B.; CRISÓSTOMO, G.; SEPÚLVEDA, J.; MORA, M.; LOBOS, G.; MIRANDA, H.; GRUNERT, K. G. Food neophobia, nanotechnology and satisfaction with life. **Appetite**, v. 69, p. 71–79, 2013a.
- SCHNETTLER, B.; POBLETE, P.; MIRANDA, H.; SEPÚLVEDA, J.; ORELLANA, L.; MORA, M.; LOBOS, G.; ADASME, C.; GRUNERT, K. G. Food technology neophobia and satisfaction with food-related life in South America. **Pangborn 2013**, Rio de Janeiro, Brasil, 2013b.

SIEGRIST, M. Consumer attitudes to food innovation and technology. In L. Frewer, & H. van Trijp (Eds.), **Understanding consumers of food products** (pp. 236-253). Cambridge, UK: Woodhead, 2007.

SIEGRIST, M.; COUSIN, M.-E.; KASTENHOLZ, H.; WIEK, A. Public acceptance of nanotechnology foods and food packaging: the influence of affect and trust. **Appetite**, v. 49, p. 459-466, 2007a.

SIEGRIST, M.; KELLER, C.; KASTENHOLZ, H.; FREY, S.; WICK, A. Lay peoples and experts perceptions of nanotechnology hazards. **Risk Analysis**, v, 27, p. 59–69, 2007b.

SIEGRIST, M. Factors influencing public acceptance of innovative food technologies and products. **Trends in Food Science & Technology**, v. 19, p. 603-608, 2008.

SMILEY, S.E.; HOSGOOD, H. D.; MICHELSON, E.S.; STOWE, M.H. Americans' nanotechnology risk perception: Assessing opinion change. **Journal of Industrial Ecology**, v. 12, n. 3, p. 456-473, 2008.

STAMPFLI, N.; SIEGRIST, M.; KASTENHOLZ, H. Acceptance of nanotechnology in food and food packaging. A path model analysis. **Journal of Risk Research**, v. 13, p. 353–365, 2010.

TUORILA, H.; LÄHTEENMÄKI, L.; POHJALAINEN, L.; LOTTI, L. Food neophobia among the Finns and related responses to familiar and unfamiliar foods. **Food Quality and Preference**, v.12, n. 1, p. 493 29-37, 2001.

van KLEEF, E.; van TRIJP, H. C. M.; LUNING, P. Consumer research in the early stages of new product development: A critical review of methods and techniques. **Food Quality and Preference**, v. 16, p. 181–201, 2005.

VIDIGAL, M. C. T. R.; MINIM, V. P. R.; MOREIRA, R. T.; PIRES, A. C. S.; FERREIRA, M. A. M.; GONÇALVES, A. C. A.; MINIM, L. A. Tradução e validação para a língua portuguesa da escala de neofobia em relação à tecnologia de alimentos: Food Technology Neophobia Scale. **Revista Ciência Rural**, 2013. doi: 10.1590/S0103-84782013005000150

ARTIGO III

Explorando as percepções dos consumidores sobre tecnologias de alimentos por meio da associação de palavras: um estudo de caso no Brasil

Exploring the consumer's perceptions on food technologies through word association: A case study in Brazil

RESUMO

A introdução de novas tecnologias no mercado, como a nanotecnologia, produtos geneticamente modificados (transgênicos) e bioativos (funcionais) é um grande desafio para a indústria de alimentos. Portanto, entender o comportamento do consumidor é fundamental para aceitação destas tecnologias. Neste contexto, as percepções dos consumidores em relação às novas tecnologias foram estudadas usando a técnica de associação de palavras e comparadas com outras tecnologias convencionais (tradicional, pasteurização e orgânico). Seis imagens de iogurte produzido pelas tecnologias em estudo foram apresentadas a 179 consumidores, que foram convidados a participar da técnica de associação de palavras e a responder questões relacionadas ao consumo de iogurte e familiaridade pelas tecnologias. Nanotecnologia e modificação genética foram as tecnologias menos familiares para os participantes desta pesquisa. As expectativas e motivações dos consumidores foram significativamente afetadas ($p < 0,001$) pelas tecnologias convencionais e não convencionais. O iogurte enriquecido com proteínas bioativas foi relacionado à saúde, características sensoriais e de prazer. Os consumidores apresentaram uma atitude negativa em relação ao iogurte transgênico, associando-o à perda da qualidade sensorial, riscos à saúde e incerteza. Em relação à nanotecnologia, as percepções dos consumidores foram relacionadas principalmente à novidade e curiosidade, indicando, portanto, que eles estão interessados em obter mais informações a respeito desta tecnologia. A associação de palavras forneceu diferentes percepções dos consumidores em relação às novas tecnologias, sendo útil para o desenvolvimento de novos produtos e elaboração de estratégias de marketing.

Palavras-chave: nanotecnologia, modificação genética, bioativos, comportamento do consumidor.

INTRODUÇÃO

O sucesso de qualquer empreendimento depende da sua aceitação pelos consumidores, que são os elementos mais importantes do mercado. Durante o desenvolvimento de novos produtos ou processos, a indústria de alimentos busca conhecer seus consumidores a fim de identificar os fatores que influenciam suas escolhas alimentares. No contexto atual, as características sensoriais de um produto (aparência, aroma, sabor e textura) não são suficientes para atender às necessidades dos consumidores (ENNEKING et al., 2007). Além das características sensoriais, a percepção dos consumidores é fortemente influenciada por uma série de fatores que são extrínsecos ao alimento, denominados características não sensoriais. Esses fatores extrínsecos incluem variáveis relacionadas ao consumidor como as características psicológicas, culturais, pessoais, sociais e contextuais, e ao próprio alimento (marca, preço, conveniência, valor nutritivo, embalagem, tecnologia de produção) (CARDELLO, 2003; JAEGER, 2006; VIDIGAL et al., 2011; DELLA LUCIA et al., 2013). Vários estudos têm reportado que a tecnologia utilizada na produção e/ou processamento do alimento influencia a escolha, decisão de compra ou aceitação do produto (BACKSTROM et al., 2004; COOK & FAIRWEATHER, 2007; RONTELTAP et al., 2007; SIEGRIST et al., 2007a; SIEGRIST et al., 2008; BEHRENS et al., 2009).

As novas tecnologias podem trazer benefícios para o setor de alimentos e para os consumidores, incluindo produção de alimentos mais saudáveis e seguros, redução da produção de resíduos e melhoria das características sensoriais (ROLLIN et al., 2011). No entanto, a introdução de novas tecnologias, que substituem os métodos de produção tradicional tem, por vezes, encontrado resistência e desconfiança por parte dos consumidores. Apesar de as pessoas verem os avanços tecnológicos como uma forma de melhorar o padrão de vida e de promover o bem-estar, a falta de informação e desconforto em lidar com a tecnologia levam os consumidores a questionar a sua real necessidade e a segurança (CARDELLO, 2003; BACKSTROM et al., 2003; DELIZA et al., 2003). Nos últimos anos, várias pesquisas têm sido dedicadas às opiniões, preocupações e atitudes dos consumidores em relação às tecnologias de alimentos (GRUNERT et al., 2001; CARDELLO, 2003; RONTELTAP et al., 2007; SIEGRIST, 2008; COX & EVANS, 2008; TURK et al., 2008; BOUWMEESTER et al., 2009; BOYCE, 2009; VANDERMOERE et al.,

2009; MATIN et al., 2012; ÖNER et al., 2013; SCHNETTLER et al., 2013). Tecnologias envolvendo transgênicos (modificação genética, GM) e irradiação aplicadas à alimentação promovem um alto nível de preocupação entre os consumidores.

A irradiação de alimentos, apesar de ser reconhecida pela comunidade científica como um processo eficaz e seguro, encontrou uma grande resistência pelos consumidores que inibiram a aplicação da tecnologia (RONTELTAP et al., 2007). Em alguns países, os alimentos geneticamente modificados não foram aceitos, mesmo quando os consumidores foram informados sobre os benefícios do produto (SCHOLDERER & FREWER, 2003; COX et al, 2004; KNIGHT, 2009). De acordo com ROLLIN et al. (2011), muitos fatores podem influenciar a aceitação das inovações no setor de alimentos pelos consumidores, entre eles se destacam: percepção dos riscos e benefícios, fatores sócio-demográficos e econômicos, conhecimento e informação sobre tecnologia, bem como, a confiança na fonte de informação.

A nanotecnologia tem sido descrita como a nova revolução industrial, e tem sido cada vez mais aplicada na produção e processamento de alimentos e embalagens (KUZMA & VERHAGE, 2006; SANGUANSRI & AUGUSTIN, 2006; JOSEPH & MORRISON, 2006; GUPTA et al., 2013). Segundo Chaudhry et al. (2008), a nanotecnologia está transformando radicalmente o setor de alimentos e suas aplicações têm o potencial para melhorar o armazenamento, a textura, o sabor, a nutrição, a qualidade e o frescor dos alimentos. Apesar das aplicações da nanotecnologia no setor de alimentos, pouco se sabe sobre sua aceitação pelos consumidores. Estudos recentes realizados nos EUA, Canadá, Europa e Chile mostram que o nível atual de conhecimento dos consumidores sobre nanotecnologia é baixo (CHAUDHRY et al., 2008; SIEGRIST et al., 2008; SCHEUFELE et al., 2009; FREWER et al., 2011; GRUÈRE, 2012; MATIN et al., 2012; SCHNETTLER et al., 2013). A falta de conhecimento pode afetar a aceitação dos alimentos produzidos a partir desta nova tecnologia (SIEGRIST, 2008). A percepção dos consumidores em relação ao uso da nanotecnologia e a confiança nas instituições de pesquisa e indústria estão entre os fatores mais importantes na determinação do seu futuro no setor de alimentos (SIEGRIST et al., 2007b; HOUSE OF LORDS, 2010; CHAUDHRY et al., 2010).

No Brasil, o estudo do comportamento do consumidor em relação às tecnologias de alimentos é limitado. Existem alguns trabalhos que abordam a percepção dos consumidores brasileiros em relação à tecnologia de alta pressão (DELIZA et al., 2003; DELIZA et al., 2005); à irradiação (BEHRENS et al., 2009); à modificação genética (transgênicos) (Da COSTA et al., 2000; CARNEIRO et al., 2005) e aos alimentos orgânicos (DELLA LUCIA et al., 2007; SOARES et al., 2008; RODRIGUES et al., 2009; ANDRADE & BERTOLDI, 2012). As informações sobre a percepção dos consumidores brasileiros em relação à nanotecnologia ainda não foram exploradas.

No caso de um novo conceito, métodos qualitativos exploratórios podem ser eficazes na investigação da expectativa e percepção do consumidor (ROININEN et al., 2006). A associação de palavras é uma técnica qualitativa comumente aplicada em psicologia e sociologia (HIRSH & TREE, 2001; ROSS, 2003; HOVARDAS & KORFIATIS, 2006) e foi recentemente utilizada em pesquisas com alimentos (ROININEN et al., 2006; ARES et al., 2008; ARES & DELIZA, 2010a; ARES & DELIZA, 2010b; ARES et al., 2010a; ARES et al., 2010b; GUERRERO et al., 2010; ARES et al., 2011; SILVA et al., 2013; VIDAL et al., 2013). Segundo Szalay & Deese (1978), as técnicas associativas indiretas são capazes de captar os aspectos afetivos e menos conscientes dos entrevistados. Esta metodologia baseia-se na suposição de que, ao apresentar um estímulo e solicitar que o respondente escreva as associações que vêm à sua mente, ocorre um acesso relativamente irrestrito às representações mentais do estímulo. Com base nas teorias de valor da expectativa de Ajzen & Fishbein (1980), as associações, crenças e motivações mais ressaltadas que o consumidor possui por um produto são os melhores preditores de seu comportamento relacionado ao mesmo. Assim, as primeiras associações que vêm à mente do entrevistado são as mais relevantes para a escolha e compra do produto (ROININEN et al., 2006; SILVA et al., 2013). Na associação de palavras, as ideias são expressas espontaneamente e submetidas a menos restrições do que normalmente são impostas em entrevistas ou questionários fechados, permitindo a obtenção de resultados menos tendenciosos (WAGNER et al., 1996). A associação de palavras é uma ferramenta rápida, simples e eficiente para obtenção de informações sobre as percepções dos consumidores em relação a diferentes conceitos de alimentos (ROININEN et al., 2006; ARES et al., 2008; GUERRERO et al., 2010).

Neste contexto, a associação de palavras foi utilizada para explorar a percepção e anseios dos consumidores brasileiros em relação à nanotecnologia e outras tecnologias empregadas na produção e/ou processamento de alimentos. A relação destas percepções com as tecnologias em estudo foi avaliada por meio da análise de correspondência de modo a possibilitar a obtenção de informações úteis para a introdução de novas tecnologias no mercado.

MATERIAL E MÉTODOS

Participantes

O estudo foi realizado na cidade de Viçosa (Minas Gerais), Brasil. O número de participantes foi obtido usando a equação de amostra aleatória simples para populações infinitas ($N > 10.000$. Viçosa tem 72.220 habitantes, censo de 2010). Para a definição do tamanho da amostra utilizou-se um nível de confiança de 95% e uma margem de erro $E=0,075$, considerando uma população infinita em que a proporção de favoráveis (p) e desfavoráveis (q) ao atributo pesquisado eram desconhecidas, sendo, portanto consideradas 0,5 em ambos os casos. Assim, para a população do município analisado, o tamanho da amostra foi definido pela Equação 1 (GONÇALVES et al., 2013).

$$n = \frac{Z^2 p \cdot q}{E^2} \quad (\text{Equação 1})$$

em que n = tamanho da amostra; $Z = 1,96$ (abscissa da normal a um nível de confiança de 95%); $p = 0,5$ (proporção estimada de favoráveis ao atributo pesquisado); $q = 0,5$ (proporção estimada de desfavoráveis ao atributo pesquisado) e $E = 0,075$ (nível de precisão/erro).

Foram recrutados aleatoriamente 179 voluntários, no campus da Universidade Federal de Viçosa, em áreas comerciais e em locais públicos na cidade de Viçosa-MG, Brasil. Os participantes foram recrutados com base na vontade e disponibilidade em realizar a entrevista e, como pré-requisito, deveriam ser consumidores habituais ou potenciais do produto em estudo, iogurte, a fim de minimizar a aversão ao alimento base de tal forma que ele não interferisse na aceitação da tecnologia.

O perfil sócio-econômico dos participantes está apresentado na Tabela 3.1. A faixa de amplitude de idade dos respondentes foi 17 a 73 anos, com média de 29,7 anos e desvio padrão de 12,0 anos. Dentre eles, 37,4% eram do sexo masculino e 62,6% do sexo feminino. Quanto ao estado civil, 33,0 % relataram ser casados ou declararam união estável. Em relação à renda familiar, a maioria dos participantes (91,5%) relataram ter renda inferior a 12 salários mínimos. Um total de 59,7% dos participantes possuíam curso superior completo, sendo que 15,6% deles tinham pós-graduação.

Tabela 3.1. Perfil dos participantes (%) entrevistados em Viçosa - MG, Brasil.

Variáveis	Categoria	Total (%)
Gênero	Feminino	62,6
	Masculino	37,4
Idade	< 25 anos	53,6
	26-35 anos	25,2
	Acima de 36 anos	21,2
Estado civil	Solteiro	66,5
	União estável	33,5
Tamanho da família	1-2 membros	25,1
	3-4 membros	59,8
	5 membros ou mais	15,1
Nível de escolaridade ^a	Baixo	40,3
	Alto	59,7
Renda ^b	A	9,5
	B1	24,6
	B2	26,8
	C	36,9
	DE	2,8

^a Alta escolaridade: graduação ou pós-graduação. Baixa escolaridade: ensino fundamental, ensino médio, escola profissional ou equivalente (BEHRENS et al., 2010).

^b Renda média familiar: A = acima de 15 salários mínimos; B1 = 8-15 salários mínimos; B2 = 4-7 salários mínimos; C = 1-3 salários mínimos; DE = abaixo de 1 salário mínimo (ABEP - Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa, 2011).

Estímulo

Os estímulos (conceitos) foram tecnologias convencionais e não convencionais e o iogurte foi selecionado como produto base para este estudo. De acordo com Gaino et al. (2012), no Brasil, o consumo *per capita* de iogurte foi o que apresentou maior crescimento entre os alimentos industrializados nos últimos 30 anos. Apesar de estar presente em 92,7% dos lares brasileiros, segundo pesquisa do *Kantar World Panel*, o consumo *per capita* de iogurtes no país ainda tem grande potencial de crescimento. Enquanto, o consumo *per capita* de iogurte no Brasil é de 6,5kg/ano, na Holanda o consumo chega a 41,9 kg/ano, na França é de 20,7kg/ano e na Argentina, de 9,2 kg/ano, de acordo com dados de 2011 da Euromonitor (ANPEI, 2013).

Foram considerados seis conceitos de iogurte processados por diferentes tecnologias: tradicional, pasteurização, bioativos (enriquecido com proteínas bioativas), transgênico (modificação genética, GM), orgânico e nanotecnologia. Cada estímulo foi apresentado em um cartão com uma imagem de iogurte idêntica e inerte, em todos os casos, e a informação da tecnologia. Os cartões foram impressos em papel brilhante e revestido de filme adesivo transparente (Figura 3.1).



Figura 3.1. Exemplo de imagem de um dos conceitos de iogurte avaliados no estudo.

O método aplicado baseia-se na associação de palavras conforme descrito por Slovic et al. (1991) e Benthin et al. (1995). A cada um dos entrevistados foram apresentados os seis cartões, um de cada vez, em ordem aleatória, codificados com números de três dígitos, segundo delineamento proposto por Macfie & Bratchell (1989). Utilizando-se este delineamento, cada imagem apareceu em cada posição o mesmo número de vezes, além de ser precedida o mesmo número de vezes pelas outras amostras. Esse delineamento garante a eliminação do efeito da ordem de apresentação e o efeito residual caracterizado pela influência de uma amostra na avaliação da subsequente.

Os participantes foram convidados a avaliar, individualmente, as seis imagens e a escrever em uma ficha (Figura 3.2) as quatro primeiras imagens, associações, pensamentos ou sentimentos que vieram à sua mente ao visualizar a imagem do iogurte com a devida informação.

ASSOCIAÇÃO DE PALAVRAS	
Por favor, escreva as <u>4 primeiras imagens, pensamentos, associações ou sentimentos</u> que vêm a sua mente ao se visualizar esta imagem com a devida informação:	
Código:	_____
1:	_____
2:	_____
3:	_____
4:	_____

Figura 3.2. Modelo de ficha de avaliação utilizada na metodologia associação de palavras.

Após a avaliação das imagens, os participantes foram convidados a preencher um questionário auto-aplicável no local de recrutamento. O questionário abordou aspectos sócio-econômicos como gênero, idade, estado civil, educação e renda, além de avaliar o consumo de iogurte e a familiaridade dos participantes em relação a iogurtes produzidos por tecnologias convencionais e atuais. A familiaridade foi avaliada utilizando uma escala não estruturada de 9 cm, ancorada nos extremos “pouco familiar” e “muito familiar” (ANEXO II).

Análise dos resultados

As respostas dos participantes foram analisadas qualitativamente. Os termos e palavras com significado semelhantes foram agrupadas na mesma categoria. Essa classificação foi realizada manualmente por três pesquisadores brasileiros, considerando a interpretação pessoal do significado das palavras e o sinônimo como determinado pelo dicionário da língua portuguesa. Após a avaliação dos dados individualmente, uma reunião foi realizada a fim de verificar as semelhanças entre as classificações dos três avaliadores. As categorias finais e seus nomes foram determinados pelo consenso entre os três pesquisadores. Esta técnica de triângulos tem sido utilizada por outros autores que tratam de análises qualitativas (WADSWORTH, 2000; MODELL, 2005; GUERRERO et al., 2010; SILVA et al., 2013). Foram consideradas as categorias mencionadas por mais de 10% dos consumidores e suas frequências foram determinadas pela contagem do número de participantes que usaram essas palavras.

O Qui-quadrado foi calculado para avaliar as diferenças na percepção dos consumidores quanto aos iogurtes produzidos pelas tecnologias em estudo (ROINIMEM, 2006). A estatística do qui-quadrado é utilizada para testar a significância estatística entre as distribuições de frequência de dois ou mais grupos comparando as frequências observadas (reais) das respostas com as frequências esperadas. Estas são calculadas utilizando-se as porcentagens totais da amostra e o tamanho da amostra. Contudo, o uso adequado do qui-quadrado requer que cada frequência de célula esperada tenha um tamanho da amostra de pelo menos 5 (HAIR Jr et al., 2007).

A análise de correspondência (AC) foi aplicada, a fim de visualizar a relação entre as categorias obtidas na associação de palavras e as tecnologias em estudo, para identificar as características semelhantes entre as tecnologias convencionais e não-convencionais. A análise de correspondência é uma técnica de análise exploratória adequada para analisar tabelas de duas entradas ou tabelas de múltiplas entradas, levando em conta algumas medidas de correspondência entre linhas e colunas. A análise de correspondência, basicamente, converte uma matriz de dados não negativos em um tipo particular de representação gráfica em que as linhas e as colunas da matriz são simultaneamente representadas em dimensão reduzida, isto é,

por pontos no gráfico. Esta técnica de análise multivariada é baseada na frequência de observações de cada variável em estudo e a distância entre os perfis linha, que é dada pela distância métrica ou qui-quadrado. Os resultados da associação de palavras foram organizados numa matriz de categorias (em linhas) e tecnologias (em colunas), e esta submetida à análise de correspondência múltipla, utilizando o programa estatística SAS, Statistical Analysis System, versão 9.1. Usando esta técnica, as variáveis estudadas, categorias e tecnologias de alimentos, foram representadas espacialmente, permitindo o agrupamento de tecnologias similares, mediante exame visual em dispersões gráficas (GREENACRE, 1984; TEN KLEIJ & MUSTERS, 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Familiaridade em relação às tecnologias

A familiaridade dos participantes por alimentos produzidos por diferentes tecnologias está apresentada na Tabela 3.2. Os iogurtes rotulados como tradicional e pasteurizado foram significativamente mais familiares para os consumidores do que aqueles obtidos por outras tecnologias ($p < 0,05$). As tecnologias transgênico e nanotecnologia foram significativamente menos familiares do que os produtos orgânico e enriquecido com proteínas bioativas. No entanto, a familiaridade dos participantes com as tecnologias orgânico e enriquecido com proteínas bioativas também foi baixa, com média 1,98 ($\pm 2,45$) e 2,48 ($\pm 2,85$), respectivamente. O pouco conhecimento e a falta de familiaridade dos consumidores pode afetar a aceitação das tecnologias. Segundo Lords House (2010), para que uma nova tecnologia seja aceita, estratégias devem ser criadas no sentido de informar e envolver os consumidores. Uma comunicação estratégica deve procurar fornecer ao público as informações de que necessitam principalmente em relação aos riscos e benefícios, para que sejam capazes de fazer escolhas conscientes em relação às tecnologias não familiares.

Tabela 3.2. Valores médios da familiaridade por diferentes tecnologias.

Tecnologia de alimentos	Familiaridade
Tradicional	7,99 ^a
Pasteurização	5,69 ^b
Orgânico	1,98 ^c
Bioativos	2,48 ^c
Modificação genética (GM)	0,92 ^d
Nanotecnologia	0,71 ^d

Pares de médias com a mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

A familiaridade pelas tecnologias convencionais e atuais foi avaliada entre as categorias sócio-econômicas dos participantes e frequência de consumo de iogurte. A familiaridade pelas tecnologias em estudo não foi significativamente influenciada pelo gênero, idade, escolaridade, estado civil, renda e número de membros que compõem a família ($p > 0,05$), ou seja, pelo perfil sócio-econômico dos participantes.

Para as tecnologias estudadas, não houve efeito significativo da frequência de consumo de iogurte ($p > 0,05$). Os participantes com maior frequência de consumo (mais que 1 vez por semana) e menor frequência de consumo apresentaram a mesma familiaridade em relação aos iogurtes produzidos pelas tecnologias convencionais e atuais.

Associação de palavras

Termos levantados pelos consumidores por meio da técnica de associação de palavras

A partir da junção de sinônimos ou termos relacionados cuja frequência de citação foi superior a 10%, foram formadas 21 categorias (Tabela 3.3).

As frequências em que cada categoria foi mencionada para cada conceito estão apresentadas nas Tabelas 3.4 e 3.5. Das 21 categorias formadas, 18 foram estatisticamente avaliadas pelo qui-quadrado, por atenderem aos requisitos para realização do teste. Para a utilização adequada do teste de qui-quadrado é necessário que cada frequência esperada tenha um tamanho de amostra de pelo menos 5. De acordo com o teste, as associações (18 categorias) realizadas pelos participantes

foram significativamente diferentes ($\chi^2 = 2589,86$, $p < 0,001$) para os seis conceitos de iogurte (tecnologias) (Tabela 3.4).

Tabela 3.3. Categorias formadas na Associação de Palavras.

Categoria	Exemplos
C1. Aparência Agradável	Cremoso, Cremosidade, Atrativo, Aparência Agradável, Textura Agradável.
C2. Alteração Genética	Alteração genética, Geneticamente modificado, Mutação.
C3. Calórico	Calórico, Calorias, Engorda, Gorduroso, Doce.
C4. Comum	Comum, Convencional, Normal, Sem novidade, Usual, Familiar, Típico, Antigo, Conhecido.
C5. Curiosidade	Curiosidade, Interesse, Interessante.
C6. Derivado Lácteo	Leite, Produto lácteo, Laticínios.
C7. Incerteza	Incerteza, Dúvida, Não sei.
C8. Industrializado	Artificial, Laboratório, Não é natural, Indústria, Processado.
C9. Melhoria do Trato intestinal	Bom para o intestino, Intestino, Flora Intestinal, Boa digestão.
C10. Natural	Natural, Simples, Caseiro, Livre de agrotóxicos, antibióticos, aditivos químicos e hormônios.
C11. Novidade	Novidades, Inovador, Inovação, Diferente, Não conheço.
C12. Partículas pequenas	Partículas pequenas, Pequeno, Estruturas muito pequenas.
C13. Perda de Qualidade Sensorial	Menos Saboroso, Gosto Ruim, Sabor Estranho, Textura Ruim.
C14. Produto Confiável	Confiança, Segurança, Aprovado, Aceito, Qualidade.
C15. Prazer	Gostoso, Saboroso, Delicioso, Prazeroso, Bom.
C16. Riscos à saúde	Doenças, Faz mal à saúde, Perigoso, Menos saudável.
C17. Sabores de Iogurte	Morango, Coco, Abacaxi, Banana, Frutas.
C18. Saudável	Saudável, Saúde, Nutrientes, Nutritivo, Qualidade de Vida, Bem estar.
C19. Segurança microbiológica	Redução de patógenos, Redução de contaminantes, Maior vida útil.
C20. Preço Baixo	Barato, Acessível
C21. Preço Alto	Preço Alto, Caro, Alto Custo.

Tabela 3.4. Frequências das categorias consideradas na realização da estatística qui-quadrado.

Categoria	Tradicional	Pasteurização	Orgânico	Enriquecido com proteínas bioativas	Transgênico	Nanotecnologia
Aparência Agradável	46	39	29	31	22	26
Alteração genética	0	0	0	0	49	2
Comum	57	37	1	0	1	1
Derivado Lácteo	27	37	14	6	8	7
Incerteza	0	2	12	7	30	38
Industrializado	0	0	0	13	18	16
Melhoria do Trato intestinal	5	3	5	71	2	7
Natural	22	7	115	5	3	1
Novidade	0	0	19	26	59	113
Perda de Qualidade Sensorial	4	23	33	7	38	23
Prazer	98	53	37	36	17	36
Preço alto	0	7	36	51	13	46
Preço baixo	27	6	5	0	3	0
Produto Confiável	13	28	6	4	5	6
Riscos à saúde	0	0	0	0	32	15
Sabores de Iogurte	40	4	9	4	2	2
Saudável	62	62	115	159	10	44
Segurança microbiológica	0	58	0	0	0	0

Por não atender ao requisito para realização do teste qui-quadrado, não foi possível realizar nenhum teste estatístico para avaliar as tecnologias de alimentos em relação às categorias calórico, curiosidade e partículas pequenas, como apresentado na Tabela 3.5. Porém, pode-se observar que houve diferença entre as associações realizadas para as seis tecnologias, em cada uma das categorias.

Tabela 3.5. Frequências das categorias não consideradas na realização da estatística qui-quadrado.

Categoria	Tradicional	Pasteurização	Orgânico	Enriquecido com proteínas bioativas	Transgênico	Nanotecnologia
Calórico	19	5	1	2	0	0
Curiosidade	0	0	2	4	5	19
Partículas pequenas	0	0	0	0	0	34

Logo, a partir dos resultados, pode-se afirmar que houve associação diferenciada para as seis tecnologias avaliadas em relação a todas as categorias formadas. Deste modo, a partir da associação de palavras pode-se caracterizar cada iogurte produzido por uma tecnologia de acordo com as associações realizadas.

O iogurte Tradicional foi associado principalmente à aparência agradável, derivado lácteo, sabores de iogurte, prazer, comum, produto confiável, preço baixo e calórico. A associação de iogurte tradicional com aparência agradável e prazer mostra a importância dos atributos sensoriais para a percepção e, conseqüentemente, para a aceitação de iogurtes. Os consumidores esperam encontrar características de textura e sabor agradáveis em alimentos tradicionais. Segundo Almli et al. (2011), a percepção dos atributos de um alimento tradicional inclui características sensoriais (aparência agradável e prazer) e preço baixo, dentre outras. Ares et al. (2008), ao avaliarem a percepção dos consumidores em relação aos iogurtes convencional e funcional, observaram que o iogurte tradicional foi associado, principalmente, à características sensoriais. Já Pieniak et al. (2009) relataram que o consumo de alimentos tradicionais está positivamente associado à familiaridade (comum).

O iogurte rotulado como Pasteurizado foi associado à aparência agradável, derivado lácteo, prazer, comum, produto confiável e segurança microbiológica. Como esperado, as categorias para este conceito foram muito semelhantes ao iogurte Tradicional. Segundo Cardello et al. (2007), a pasteurização é uma tecnologia convencional que evoca baixo nível de preocupação no consumidor.

Já o iogurte Orgânico foi associado à saudável, natural, preço alto e perda da qualidade sensorial. O crescente interesse pelo consumo de alimentos com maior valor nutritivo e menor teor de contaminantes, além da busca por hábitos de vida mais saudáveis, têm contribuído para impulsionar o consumo de alimentos orgânicos

(HOEFKENS et al., 2009; SCIALABBA, 2005; FAO, 2011). No entanto, Andrade e Bertoldi (2012) relataram que, apesar do grande interesse por alimentos orgânicos, fatores como preço elevado e baixa qualidade limitaram o consumo destes produtos.

O conceito Enriquecido com proteínas bioativas foi associado principalmente à saudável, melhoria do trato digestivo e preço alto. Silva et al. (2013), ao utilizar a técnica de associação de palavras para avaliar a percepção dos consumidores em relação a diferentes conceitos de sorvete, associaram o conceito enriquecido com proteínas bioativas à saudável, preço alto e novidade. Em ambos os estudos, o enriquecimento nutricional tornou a percepção dos produtos como sendo mais saudáveis. Segundo Silva et al. (2013), isso seria um importante motivador para o consumo, potencializado pelos benefícios da adição da proteína com propriedades funcionais. Contudo, o preço alto poderia ser uma restrição ao consumo deste alimento por uma parcela da população.

Apesar de os consumidores considerarem os produtos orgânico e enriquecido com proteínas bioativas como de alto valor agregado, estratégias de marketing que enaltecem os benefícios à saúde e naturalidade podem conquistar muitos consumidores preocupados com a saúde e boa forma.

O iogurte rotulado como Transgênico foi associado à alteração genética, incerteza, industrializado, perda da qualidade sensorial e riscos à saúde. A percepção dos consumidores em relação ao iogurte geneticamente modificado foi altamente negativa. De acordo com Costa-Font et al. (2008), as incertezas e os riscos em relação aos alimentos geneticamente modificados têm sido amplamente disseminados para a indústria de alimentos e consumidores. Carneiro et al. (2005) avaliaram a influência da informação transgênico, presente no rótulo, na intenção de compra de óleo de soja e relataram que 76% dos consumidores não tiveram intenção de comprar óleo de soja transgênico.

O conceito Nanotecnologia foi associado à partículas pequenas, industrializado, incerteza, novidade, curiosidade e preço alto. Como as aplicações da nanotecnologia no setor de alimentos ainda são recentes, a percepção de incerteza provavelmente é decorrente da falta de conhecimento e pouca familiaridade dos consumidores em relação a esta tecnologia. Apesar disso, os consumidores estão curiosos e interessados em adquirir mais informações, que é muito importante para definição de estratégias de marketing para promover a aceitação desta nova tecnologia. Fornecer informações claras e seguras dos riscos e benefícios do uso da

nanotecnologia pode reduzir as preocupações e dúvidas do público. Quando se trata de publicidade e marketing sobre as novas tecnologias, campanhas que incorporem melhoria, conveniência, naturalidade, sabor e benefícios para o consumidor podem ter um impacto positivo sobre os consumidores e suas escolhas alimentares, particularmente quando a mensagem é concisa e de fontes confiáveis (ROLLIN et al., 2011).

A percepção de risco à saúde do uso da nanotecnologia em alimentos não foi um fator determinante para os consumidores, como foi para o iogurte transgênico. Isto sugere que a rejeição da nanotecnologia está mais relacionada às incertezas e dúvidas dos consumidores decorrentes da falta de informação do que à percepção de riscos. Este resultado corrobora com o encontrado por Cook & Fairweather (2007). Esse pesquisadores, ao avaliarem a intenção de compra de carne de cordeiro ou bovina com baixo teor de gordura produzida usando nanotecnologia, na Nova Zelândia, relataram maior aceitação do novo produto em relação ao geneticamente modificado (GM). Este estudo mostrou que a maioria da população estaria disposta a comprar o novo produto após ter sido informada dos benefícios e da evidência de baixo risco. Isto indica, portanto, que a informação pode modificar atitudes e intenções dos consumidores.

Análise de correspondência

A análise de correspondência (AC) foi usada para estudar as relações entre os iogurtes produzidos por diferentes tecnologias e as percepções, atitudes e expectativas dos consumidores (Figura 3.3). As três primeiras dimensões da AC explicaram 77,0% da variância dos dados experimentais, representando 39,2%, 22,8% e 15,0% da variância total, respectivamente. Logo, as três dimensões podem ser consideradas para explicar a dispersão da frequência dos termos obtidos por meio da técnica de associação de palavras. A representação das categorias e dos iogurtes produzidos pelas tecnologias em estudo nas três dimensões da AC permitiu identificar o perfil de cada tecnologia de acordo com as associações dos consumidores.

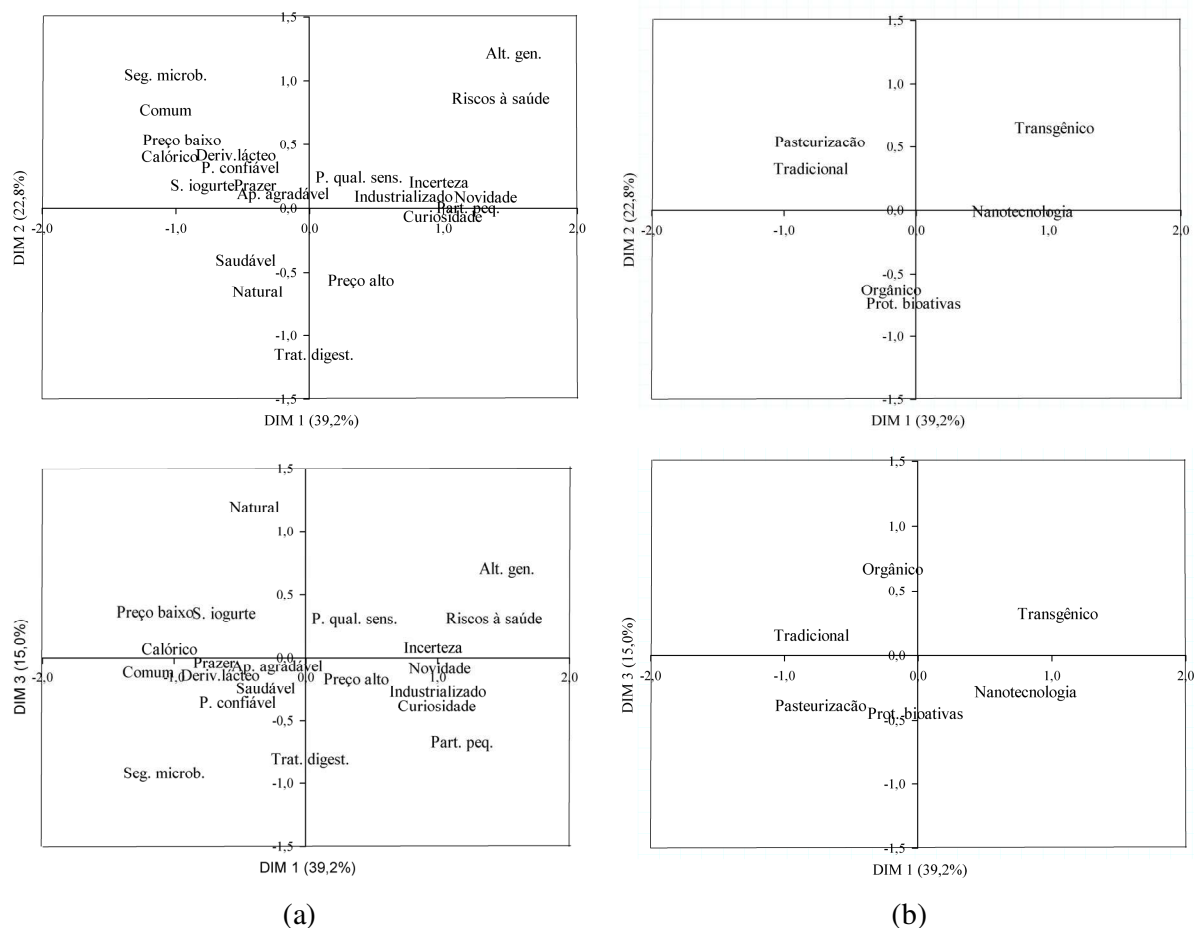


Figura 3.3. Representação das categorias (a) e dos iogurtes produzidos por tecnologias convencionais e não convencionais (b) nas três primeiras dimensões da análise de correspondência.

A primeira dimensão da AC foi positivamente associada às categorias alteração genética, partículas pequenas, industrializado, incerteza, preço alto, riscos à saúde, novidade e curiosidade. A segunda dimensão foi negativamente associada às categorias natural, saudável, melhoria do trato digestivo e preço alto relacionadas com a percepção esperada pelas tecnologias orgânico e enriquecido com proteínas bioativas. As categorias melhoria do trato intestinal, segurança microbiológica e partículas pequenas foram relacionadas negativamente com a terceira dimensão (Figura 3.3a).

A representação gráfica dos iogurtes produzidos por diferentes tecnologias em relação às três dimensões da AC está apresentada na Figura 3.3b. A partir desta figura, é possível observar que as tecnologias foram claramente diferenciadas, correspondendo a categorias distintas.

O iogurte tradicional está associado negativamente com a primeira dimensão e positivamente com a segunda e a terceira dimensões, sendo caracterizado, principalmente, pelas categorias calórico, comum, sabores de iogurte, preço baixo e prazer.

O iogurte pasteurizado foi localizado no eixo negativo das dimensões 1 e 3 e no eixo positivo da dimensão 2, sendo caracterizado pelas categorias aparência agradável, comum, derivado lácteo, prazer, produto confiável, segurança microbiológica e saudável. Por ser produzido por uma tecnologia convencional e mais conhecida pelos consumidores, a pasteurização foi associada às percepções positivas relacionadas com a saúde, características sensoriais e prazer.

A tecnologia orgânico foi associado negativamente com a primeira e segunda dimensões. A terceira dimensão separou o iogurte orgânico do enriquecido com proteínas bioativas. O iogurte orgânico foi relacionado, principalmente, à categoria natural, além de saudável e preço alto. Segundo Shafiea & Rennieb (2012), os consumidores associam o alimento orgânico à saúde e ao processo natural, porém o preço elevado reprime o consumo desses alimentos. Desta forma, compreender os fatores que motivam a escolha do alimento orgânico pode ser útil para promover o seu consumo.

O iogurte rotulado como enriquecido com proteínas bioativas, localizado no eixo negativo das dimensões 1 e 3, foi caracterizado pelas categorias melhoria do trato digestivo e saudável, sendo, portanto, relacionado a um produto que promove benefícios à saúde do consumidor. O efeito positivo das proteínas bioativas na saúde e na prevenção de doenças do trato intestinal pode ser uma motivação para o consumo desse produto pelos consumidores. A percepção dos consumidores pode ser útil para desenvolvimento de novos produtos enriquecidos com proteínas bioativas, uma vez que não estão presentes no mercado brasileiro.

O iogurte transgênico, localizado no eixo positivo de todas as dimensões, foi caracterizado, principalmente, pelas categorias riscos à saúde e alteração genética. Segundo FREWER et al. (2013), nos últimos anos, a percepção dos riscos e dos benefícios da modificação genética aplicada ao setor de alimentos tem aumentado. Para alguns autores, a percepção de risco é um melhor indicador da atitude do consumidor em relação aos alimentos geneticamente modificados do que a percepção de benefícios (FREWER et al., 2003; MOON & BALASUBRAMANIAN, 2003). Portanto, a aceitação da modificação genética está condicionada à mudança de

comportamento dos consumidores que devem acreditar nos benefícios potenciais do uso desta tecnologia.

O conceito nanotecnologia foi positivamente correlacionado com a primeira dimensão e negativamente com a terceira, sendo associado à partículas pequenas, industrializado, curiosidade, novidade e incerteza. Este resultado mostra que os participantes têm pouco conhecimento em relação à nanotecnologia e anseiam obter mais informações. A falta de conhecimento entre os consumidores em relação às tecnologias de alimentos inovadoras e emergentes pode servir como um grande impedimento para a sua aceitação (CARDELLO, 2007). Desta forma, uma comunicação eficaz sobre a nanotecnologia, e especialmente, sobre seus benefícios no setor de alimentos, é essencial para o seu sucesso no mercado.

Os consumidores têm conhecimento limitado em relação às tecnologias não convencionais, como modificação genética e nanotecnologia (SIEGRIST et al., 2009), porém a percepção dos consumidores em relação a estas novas tecnologias é diferente. Para a nanotecnologia, o fornecimento de informação é mais importante do que para os alimentos geneticamente modificados. De acordo com Siegrist (2008), as pessoas podem ter atitudes relativamente estáveis em relação aos alimentos geneticamente modificados uma vez que as discussões públicas sobre esta tecnologia não são recentes.

A separação espacial dos conceitos de iogurte indicam que as tecnologias em estudo criaram expectativas, atitudes e percepções distintas dos consumidores. Portanto, a análise de correspondência mostrou-se uma ferramenta efetiva na análise dos resultados das categorias levantadas por meio da técnica de associação de palavras, permitindo uma melhor visualização dos resultados, já que identifica relações que não seriam detectadas em comparações aos pares.

CONCLUSÃO

Os participantes deste estudo não estão familiarizados com as novas tecnologias de alimentos. Por outro lado, o sucesso dos novos produtos é afetado pelo conhecimento do consumidor em relação à tecnologia. Desta forma, a indústria de alimentos, juntamente com instituições de pesquisa e Governo, devem promover a educação dos consumidores em relação às novas tecnologias, fornecendo informações corretas e esclarecedoras.

Além disso, a compreensão dos fatores psicológicos é essencial para prever as respostas dos consumidores em relação às novas tecnologias aplicadas ao setor agro-alimentar. Neste estudo, foram fornecidas as percepções dos consumidores em relação às novas tecnologias, incluindo a nanotecnologia, aplicadas em uma base alimentícia. As tecnologias convencionais (tradicional e pasteurização) estão relacionadas, principalmente, ao prazer. Apesar de ser percebida como natural, a tecnologia orgânico é influenciada negativamente pela perda da qualidade sensorial e o preço alto, que afetam a escolha do consumidor. O iogurte rotulado como enriquecido com proteínas bioativas foi associado à saudável e à melhoria do trato digestivo. Estas informações podem ser exploradas durante o desenvolvimento e marketing do produto. Conclui-se também que os consumidores apresentam percepções distintas em relação à nanotecnologia e à modificação genética. O iogurte geneticamente modificado foi associado aos riscos à saúde, enquanto a nanotecnologia aplicada ao alimento provocou sentimentos de incerteza e curiosidade. Este resultado sugere que a aceitação da nanotecnologia depende das informações fornecidas e do conhecimento dos consumidores. As respostas dos participantes aos diferentes estímulos representam uma base para compreender as suas atitudes, necessidades e anseios. Além disso, disponibiliza informações essenciais para o desenvolvimento de estratégias de marketing que favoreçam a aceitação das novas tecnologias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABEP - Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa. **Critério de Classificação Econômica Brasil**, 2011. Disponível em: <<http://www.abep.org/novo/Content.aspx?ContentID=835>>.
- AJZEN, I.; FISHBEIN, M. **Understanding Attitudes and Predicting Behaviour**. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1980.
- ALMLI, V. L.; VERBEKE, W.; VANHONACKER, F.; NÆS, T.; HERSLETH, M. **Food Quality and Preference**, v. 22, p. 129–138, 2011.
- ANDRADE, L. M. S.; BERTOLDI, M. C. Atitudes e motivações em relação ao consumo de alimentos orgânicos em Belo Horizonte – MG. **Brazilian Journal Food Technology**, p. 31-40, 2012.

ANPEI - Associação Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento das Empresas Inovadoras, 2013. Disponível em: <<http://www.anpei.org.br/imprensa/noticias/nestle-lanca-primeiro-iogurte-grego-light-do-mercado-brasileiro/>>.

ARES, G.; GIMENES, A.; GAMBARO, A. Influence of nutritional knowledge on perceived healthiness and willingness to try functional foods. ***Appetite***, v. 51, p. 663-668, 2008a.

ARES, G.; GIMÉNEZ, A.; GÁMBARO, A. Understanding consumers' perceptions of conventional and functional yogurts using word association and hard ladderling. ***Food Quality and Preference***, v. 19, p. 636-643, 2008b.

ARES, G.; DELIZA R. Studying the influence of package shape and colour on consumer expectations of milk desserts using word association and conjoint analysis. ***Food Quality and Preference***, v. 21, p. 930-937, 2010a.

ARES, G.; DELIZA, R. Identifying important package features of milk desserts using free listing and word association. ***Food Quality and Preference***, v.21, p. 621-628, 2010b.

ARES, G.; BARREIRO, C.; DELIZA, R.; GIMÉNEZ, A.; GÁMBARO, A. Consumer expectations and perception of chocolate milk desserts enriched with antioxidants. ***Journal of Sensory Studies***, v. 25, p. 243-260, 2010a.

ARES, G.; BESIO, M.; GIMENEZ, A.; DELIZA, R. Relationship between involvement and functional milk desserts intention to purchase. Influence on attitude towards packaging characteristics. ***Appetite***, v. 55, p. 298-304, 2010b.

ARES, G.; FISZMAN, B. P.; VARELA, P.; MARCO, R. M.; LÓPEZ, A. M.; FISZMAN, S. Food labels: Do consumers perceive what semiotics want to convey?. ***Food Quality and Preference***, v. 22, p. 689-698, 2011.

BACKSTROM, A.; PIRTTILA-BACKMAN, A.-M.; TUORILA, A. Willingness to try new foods as predicted by social representations and attitude and trait scales. ***Appetite***, v. 43, p. 75-83, 2004.

BEHRENS, J. H.; BARCELLOS, M. N.; FREWERC, L. J.; NUNESA, T. P.; LANDGRAF, M. Brazilian consumer views on food irradiation. ***Innovative Food Science and Emerging Technologies***, v. 10, p. 383-389, 2009.

- BENTHIN, A.; SLOVIC, P.; MORAN, P.; SEVERSON, H.; MERTZ, C. K.; GERRARD, M. Adolescent healththreatening and health-enhancing behaviors: A study of word association and imagery. **Journal of Adolescent Health**, v. 17, p. 143-152, 1995.
- BOUWMEESTER, H.; DEKKERS, S.; NOORDAM, M. Y.; HAGENS, W. I.; BULDER, A. S.; DE HEER, C.; TEN VOORDE, S. E.; WIJNHOFEN, S. W.; MARVIN, H. J.; SIPS, A. J. Review of health safety aspects of nanotechnologies in food production. **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, v. 53, p. 52–62, 2009.
- BOYCE, B. Knowing nanotech is knowing the future of food and nutrition. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 109, p. 1332 -1335 2009.
- CARDELLO, A. V.; SCHUTZ, H. J.; LESHER, L. L. Consumer perceptions of foods processed by innovative and emerging technologies: A conjoint analytic study. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 8, p. 73–83, 2007.
- CARDELLO, A. V. Consumer concerns and expectations about novel food processing technologies: Effects on product liking. **Appetite**, v. 40, p. 217–233, 2003.
- CARNEIRO, J. D. S.; MINIM, V. P. R.; DELIZA, R.; SILVA, C. H. O.; CARNEIRO, J. C. S.; LEÃO, F. P. Labelling effects on consumer intention to purchase for soybean oil. **Food Quality and Preference**, v. 16, p. 275–282, 2005;
- CHAUDHRY Q.; CASTLE, L.; WATKINS, R. Nanotechnologies in food. **Royal Society of Chemistry Publishers**, v. 978, p. 150-181, 2010.
- CHAUDHRY, Q.; SCOTTER, M.; BLACKBURN, J.; ROSS, B.; BOXALL, A.; CASTLE, L.; AITKEN, R.; WATKINS, R. Applications and implications of nanotechnologies for the food sector. **Food Additives and Contaminants**, v. 25, p. 241-258, 2008.
- COOK, A. J.; FAIRWEATHER, J.R. “Intentions of New Zealanders to purchase lamb or beef made using nanotechnology”, **British Food Journal**, v. 109, p. 675-688, 2007.
- COSTA-FON, M.; GIL, J. M.; TRAILL, W. B. Consumer acceptance, valuation of and attitudes towards genetically modified food: Review and implications for food policy. **Food Policy**, v. 33, p. 99–111, 2008.

COX, D.N.; EVANS, G. Construction and validation of a psychometric scale to measure consumers' fears of novel food technologies: the Food Technology Neophobia Scale. **Food Quality & Preference**, v. 1, p. 704–710, 2008.

COX, D.N.; KOSTER, A.; RUSSELL, C. G. Predicting intentions to consume functional foods and supplements to offset memory loss using an adaptation of protection motivation theory. **Appetite**, v. 43, p. 55–64, 2004.

Da COSTA, M. C.; DELIZA, R.; ROSENTHAL, A.; HEDDERLEY, D.; FREWER, L. Non conventional technologies and impact on consumer behavior. **Trends in Food Science & Technology**, v. 11, p. 188–193, 2000.

DELIZA, R.; ROSENTHAL, A.; SILVA, A. L. S. Consumer attitude towards information on non conventional technology. **Trends in Food Science & Technology**, v.14, p. 43–49, 2003.

DELIZA, R.; ROSENTHAL, A.; ABADIO, F. B. D.; SILVA, C. H. O.; CASTILLO, C. Application of high pressure technology in the fruit juice processing: benefits perceived by consumers. **Journal of Food Engineering**, v. 67, p. 241–246, 2005.

DELLA LUCIA, S. M.; MINIM, V. P. R.; SILVA, C. H. O.; MINIM, L. A. Fatores da embalagem de café orgânico torrado e moído na intenção de compra do consumidor. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, v. 27, p. 485-491, 2007.

DELLA LUCIA, S. M.; MINIM, V. P. R.; SILVA, C. H. O.; MINIM, L. A. **Características não sensoriais e o comportamento do consumidor: conceitos e métodos estatísticos de avaliação**. In: Valéria Paula Rodrigues Minim. *Análise Sensorial: Estudo com consumidores*. 3ed. Viçosa: Editora UFV, p. 143-184, 2013.

ENNEKING, U.; NEUMANN, C.; HENNEBERG, S. How important intrinsic and extrinsic product attributes affect purchase decision?. **Food Quality and Preference**, v. 18, p. 133-138, 2007.

FAO - **FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS**. Disponível em: <<http://www.fao.gov>>. Acesso em: 10 jan. 2011.

FREWER, L. J.; van der LANS, I. A.; FISCHER, A. R. H.; REINDERS, M. J.; MENOZZI, D.; ZHANG, X.; van den BERG, I.; ZIMMERMANN, K. Public perceptions of agri-food applications of genetic modification: A systematic review and meta-analysis. **Trends in Food Science & Technology**, v. 30, p. 142-152, 2013.

FREWER, L. J.; BERGMANN, K.; BRENNAN, M.; LION, R.; MEERTENS, R.; ROWE, G.; SIEGRIST, M.; VEREIJKEN, C. Consumer response to novel agri-food technologies. Implications for predicting consumer acceptance of emerging food technologies. **Trends in Food Science & Technology**, v. 22, p. 442–456, 2011.

FREWER, L. J.; SCHOLDERER, J.; BRED AHL, L. Communicating about the risks and benefits of genetically modified foods: the mediating role of trust. **Risk Analysis**, v. 23(6), p. 1117-1133, 2003.

GAINO, N. M.; AMÂNCIO, R. D.; OETTERER, M.; SILVA, M. V. Disponibilidade domiciliar de alimentos industrializados no Brasil. **Higiene alimentar**, v. 26, p. 55-63, 2012.

GONÇALVES, A. C. A.; FERREIRA, M. A. M.; MINIM, L. A.; MINIM, V. P. R. **Pesquisa de mercado aplicada à indústria de alimentos**. In.: MINIM, V.P.R. Análise sensorial: estudos com consumidores. Viçosa: Editora. UFV, 2013. p. 332.

GREENACRE, M.; BRASIUS, J. **Correspondence Analysis in the Social Sciences**. San Diego: Academic Press, 1994.

GRUÈRE, G. P. Implications of nanotechnology growth in food and agriculture in OECD countries. **Food Policy**, v. 37, p. 191–198, 2012.

GRUNERT, K. G.; LAHTENMAKI, L.; NIELSEN, N. A.; POULSEN, J. B.; UELAND, O.; ASTROM, A. Consumer perceptions of food products involving genetic modification — Results from a qualitative study in four Nordic countries. **Food Quality and Preference**, v. 12, p. 527–542, 2001.

GUERRERO, L.; CLARET, A.; VERBEKE, W.; ENDERL I, G.; ZAKOWSKABIEMANS, S.; VANHONAKCER, F.; ISSANCHOU, S.; SAJDAKOWSKA, M.; GRANLI, B. S.; SCALVEDI, L.; CONTEL, M.; HERSLETH, M. Perception of traditional food products in six European regions using free word association. **Food Quality and Preference**, v. 21, p.225-233, 2010.

GUPTA, N.; FISCHER, A. R. H.; GEORGE, S.; FREWER, L. J. Expert views on societal responses to different applications of nanotechnology: a comparative analysis of experts in countries with different economic and regulatory environments. **Journal of Nanoparticles Research**, v. 15, p. 1815-1838, 2013.

HAIR Jr., J. F.; MONEY, A.; BABIN, B.; SAMOUEL, P. **Fundamentos de Métodos de Pesquisa Em Administração**. Bookman, p. 75-104, 2007.

HIRSH, K. W.; TREE, J. J. Word association norms for two cohorts of British adults. **Journal of Neurolinguistics**, v. 14, p. 1–44, 2001.

HOEFKENS, C.; VERBEKE, W.; AERTSENS, MONDELAERS K.; VAN CAMP J. The nutritional and toxicological value of organic vegetables: Consumer perception versus scientific evidence. **British Food Journal**, v. 111, p. 1062-1077, 2009.

HOUSE OF LORDS, Science and Technology Committee. **Nanotechnologies and food**. (Volume I. Report) 2010. London: U.K. from <http://www.publications.parliament.uk/pa/ld200910/ldselect/ldsctech/22/22i.pdf>.

HOVARDAS, T.; KORFIATIS, K. J. Word associations as a tool for assessing conceptual change in science education. **Learning and Instruction**, v. 16, p. 416-132, 2006.

JAEGGER, S. R. Non-sensory factors in sensory science research. **Food Quality and Preference**, v. 17, p. 132-144, 2006.

JOSEPH, T.; MORRISON, M. **Nanotechnology in agriculture and food**. 2006. Report. Disponível em: <<http://www.nanoforum.org/dateien/temp/nanotechnologyinagricultureandfood.pdf>>.

KNIGHT. A. J. Perceptions, Knowledge and ethical concerns with GM foods and the GM process. **Public Understanding of Science**, v. 18, p. 177-188, 2009.

KUZMA, J.; VERHAGE, P. **Nanotechnology in agriculture and food production**. Woodrow Wilson International Center for Scholars, Washington, DC. 2006

MACFIE, H. J.; BRATCHELL, N. Designs to balance the effect of order of presentation and first-order carry-over effects in hall tests. **Journal of Sensory Studies**, v. 4, p. 129-148, 1989.

MATIN, A. H.; GODDARD, E.; VANDERMOERE, F.; BLANCHEMANCHE, S.; BIEBERSTEIN, A.; MARETTE, S.; ROOSEN, J. Do environmental attitudes and food technology neophobia affect perceptions of the benefits of nanotechnology? **International Journal of Consumer Studies**, v. 36, p. 149–157, 2012.

- MODELL, S. Triangulation between case study and survey methods in management accounting research: An assessment of validity implications. **Management Accounting Research**, v. 16, p. 231–254, 2005.
- MOON, W.; BALASUBRAMANIAN, S. K. Willingness to pay for non-biotech foods in the U.S. and U.K. **Journal of Consumer Affairs**, v. 37(2), p. 317-339, 2003.
- ÖNER, M. A.; KARACA, F.; BEŞER, S. G.; YILDIRMAZ, H. Comparison of nanotechnology acceptance in turkey and switzerland. **International Journal of Innovation and Technology Management**, v. 10, p. 1340007-1340028, 2013.
- PIENIAK, Z.; VERBEKE, W.; VANHONACKER, F.; GUERRERO, L.; HERSLETH, M. Association between traditional food consumption and motives for food choice in six European countries. **Appetite**, v. 53, p. 101–108, 2009.
- RODRIGUES, R. R.; CASTRO, C.; PAULO, C.; MENDONÇA, S. M.; CORREA, S. R. A. ATITUDES E fatores que influenciam o consumo de produtos orgânicos no varejo. **Revista Brasileira de Marketing**, v. 8, p 164-186, 2009.
- ROININEN, K.; ARVOL A, A.; L Ä. H.; ENMÄ K. I. L. Exploring consumers' perceptions of local food through two different qualitative techniques: Laddering and word association .**Food Quality and Preference**, v. 17, p. 20-30, 2006.
- ROLLIN, F.; KENNEDY, J.; WILLS, J. Consumers and new food technologies. **Trends in Food Science & Technology**, v. 22, p. 99–111, 2011.
- RONTELTAP, A.; VAN TRIJP, J. C. M.; RENES, R. J.; FREWER, L. J. Consumer acceptance of technology based food innovations: lessons for the future of nutrigenomics. **Appetite**, v. 49, p. 1–17, 2007.
- ROSS, T. P. The reliability of cluster and switch scores for the controlled oral word association test. **Archives of Clinical Neuropsychology**, v. 18, p. 153–164, p. 2003.
- SANGUANSRI, P.; AUGUSTIN, M. A. Nanoscale materials development - a food industry perspective. **Trends in Food Science & Technology**, v. 17, p. 547-556, 2006.
- SCHEUFELE, D. A.; CORLEY, E. A. T.; SHIH, K. E.; DALRYMPLE, S. S. H. Religious beliefs and public attitudes to nanotechnology in Europe and the US. **Nature Nanotechnology**, v. 4, p. 91–94, 2009.

SCHOLDERER, J.; FREWER, L.J. The biotechnology communication paradox: Experimental evidence and the need for a new strategy. **Journal of Consumer Policy**, v. 26, p. 125–127, 2003.

SCHNETTLER, B.; CRISÓSTOMO, G.; SEPÚLVEDA, J.; MORA, M.; LOBOS, G.; MIRANDA, H.; GRUNERT, K. G. Food neophobia, nanotechnology and satisfaction with life. **Appetite**, v. 69, p. 71–79, 2013.

SCIALABBA, N. E. **Global Trends in Organic Agriculture Markets and Countries' Demand for FAO Assistance**. Roma: FAO, 2005.

SIEGRIST, M. Consumer attitudes to food innovation and technology. In L. Frewer, & H. van Trijp (Eds.), **Understanding consumers of food products**. Cambridge, UK: Woodhead, p. 236-253, 2007.

SIEGRIST, M.; COUSIN, M.-E.; KASTENHOLZ, H.; WIEK, A. Public acceptance of nanotechnology foods and food packaging: the influence of affect and trust. **Appetite**, v. 49, p. 459-466, 2007a.

SIEGRIST, M.; KELLER, C.; KASTENHOLZ, H.; FREY, S.; WICK, A. Lay peoples and experts perceptions of nanotechnology hazards. **Risk Analysis**, v, 27, p. 59–69, 2007b.

SIEGRIST, M. Factors influencing public acceptance of innovative food technologies and products. **Trends in Food Science & Technology**, v. 19, p. 603-608, 2008.

SIEGRIST, M. Factors influencing public acceptance of innovative food technologies and products: food innovation management. **Trends in Food Science & Technology**, v. 19, p. 603-608, 2008.

SIEGRIST, M.; STAMPFLI, N.; KASTENHOLZ, H.; KELLER, C. Perceived risks and perceived benefits of different nanotechnology foods and nanotechnology food packaging. **Appetite**, v. 51, p. 283–290, 2008.

SIEGRIST, M.; STAMPFLI, N.; KASTENHOLZ, H. Acceptance of nanotechnology foods: a conjoint study examining consumers' willingness to buy. **British Food Journal**, v. 111, p. 660-668, 2009.

- SILVA, V. M.; FERREIRA, M. A. M.; MINIM, L. A.; MINIM, V. P. R. **Associação de Palavras**. In: Valéria Paula Rodrigues Minim. *Análise Sensorial: Estudo com consumidores*. 3ed. Viçosa: Editora UFV, p. 107-125, 2013.
- SHAFIEA, F. A.; RENNIEB, D. Consumer Perceptions towards Organic Food. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 49, p. 360-367, 2012.
- SLOVIC, P.; LAYMAN, M.; KRAUS, N.; FLYNN, J.; CHALMERS, J.; GESELL, G. Perceived risk, stigma, and potential economic impacts of a high-level nuclear waste repository in Nevada. **Risk Analysis**, v. 11, p. 683-696, 1991.
- SOARES, L. L. S.; DELIZA, R.; OLIVEIRA, S. P. The Brazilian consumer's understanding and perceptions of organic vegetables: a Focus Group approach. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, p. 241-246, 2008.
- SZALAY, L. B.; DEESE, J. **Subjective meaning and culture: An assessment through word associations**. L. Erlbaum Associates (Hillsdale, N.J. and New York), 1978. 166p.
- TEN KLEIJ, F.; MUSTERS, P. A. D. Text analysis of open-ended survey responses: A complementary method to preference mapping. **Food Quality and Preference**, v. 14, p. 43–52, 2003.
- TURK, V.; KAISER, C.; SCHALLER, S. Invisible but tangible? Societal opportunities and risks of nanotechnologies: sustainable nanotechnology development. **Journal of Cleaner Production**, v. 16, p. 1006–1009, 2008.
- VANDERMOERE, F.; BLANCHEMANCHE, S.; BIEBERSTEIN, A.; MARETTE, S.; ROOSEN, J.. The public understanding of nanotechnology in the food domain: The hidden role of views on science, technology and nature. **Public Understanding of Science**, v. 1, p. 12, 2009.
- VIDAL, L.; ARES, G.; GIMENEZ, A. Projective techniques to uncover consumer perception: Application of three methodologies to ready-to-eat salads. **Food Quality and Preference**, v. 28, p. 1–7, 2013.
- VIDIGAL, M.C.T.R.; MINIM, V.P. R.; CARVALHO, N. B.; MILAGRES, M. P.; GONÇALVES, A. C. A. Effect of a health claim on consumer acceptance of exotic Brazilian fruit juices: Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.), Camu-camu (*Myrciaria dubia*),

Cajá (*Spondias lutea* L.) and Umbu (*Spondias tuberosa* Arruda). **Food Research International**, v. 44, p. 1988–1996, 2011.

WADSWORTH, G. Hearing midlife voices: Assessing different methods for researching women's experiences of menopause and midlife. **Women's Studies International Forum**, v. 23, p. 645–654, 2000.

WAGNER, W.; VALENCIA, J.; ELEJABARRIETA, F. Relevance, discourse and the hot stable core of social representation-A structural analysis of word association. **Journal of British Social Psychology**, v. 35, p. 331-351, 1996.

ARTIGO IV

Desenvolvimento e caracterização de nanopartículas sólidas lipídicas contendo aroma de coco

Development and characterization of solid lipid nanoparticles containing coconut flavor

RESUMO

Nanopartículas sólidas lipídicas carreadoras de aroma de coco (γ -nonalac-SLNs) foram desenvolvidas como uma alternativa promissora para a indústria de alimentos, a fim de evitar a perda desse composto durante o processamento, armazenamento e consumo de alimentos. A fase orgânica ou dispersa (10% v/v de ácido esteárico e aroma de coco) e a fase aquosa ou contínua (0,6% a 1,8% de poloxamer 188) foram aquecidas a 80 °C, pré-homogeneizadas a 6800 rpm e, em seguida, homogeneizadas à alta pressão à quente (150 MPa, 80 °C), resfriadas e liofilizadas para a produção das nanopartículas. A influência da concentração de surfactante (poloxamer 188) e de aroma sobre o tamanho médio da partícula, potencial zeta e eficiência de encapsulamento foi avaliada utilizando o Delineamento Composto Central Rotacional (DCCR). As γ -nonalac-SLNs também foram caracterizadas por microscopia de transmissão eletrônica (MET). As partículas reconstituídas após liofilização foram examinadas visualmente em relação à agregação. O tamanho médio das partículas variou entre 408,53 nm e 676,73 nm, sendo afetado somente pela concentração de poloxamer 188. O potencial zeta foi superior a 30 mV, em módulo, indicando que as nanopartículas são estáveis, exceto para o tratamento com menor concentração de aroma. A eficiência de encapsulamento foi significativamente influenciada pela concentração de aroma ($p < 0,10$). A partir dos resultados, o tratamento ideal foi 1,8% de poloxamer 188 e 50,0% de γ -nonalactona, que fornece uma eficiência de encapsulamento de 86,06%, tamanho médio de 530,10 nm e potencial zeta de -32,13 mV. A avaliação visual das nanopartículas reconstituídas indicou que, após homogeneização mecânica e a alta pressão, houve boa dispersão em água. Este resultado mostra o grande potencial da

utilização das nanopartículas sólidas lipídicas carreadoras de aroma de coco em alimentos em geral, principalmente, daqueles com teor reduzido de gordura.

Palavras-chave: aroma, γ -nonalactona, nanotecnologia, poloxamer.

INTRODUÇÃO

O aroma é um dos primeiros atributos sensoriais percebidos pelo consumidor. Este atributo desempenha um importante papel na satisfação do consumidor, influenciando o consumo dos alimentos. Apesar de ser usado em baixa concentração, o aroma pode estar entre os ingredientes mais valiosos de uma formulação, por ser, geralmente, caro, sensível e volátil (MADENE et al., 2006). Nos últimos anos, tem-se observado um aumento no número de pesquisas sobre a estabilidade dos aromas em diferentes alimentos, principalmente devido a sua relação com a qualidade e a aceitação pelos consumidores. Os processos de produção e armazenamento, os materiais de embalagem e alguns ingredientes podem alterar o aroma pela redução da intensidade deste composto ou pela degradação em outros componentes (LUBBERS et al., 1998).

A interação do aroma com outros constituintes do alimento também tem sido estudada. Os compostos de aromas têm uma ampla gama de propriedades, mas a maioria desses compostos é solúvel em gordura. Alterações na concentração de gordura em alimentos afetam a duração e intensidade de percepção do aroma (FRØST et al., 2005). A gordura é um importante precursor, transportador e modulador da liberação de aroma. Embora a população esteja ciente das consequências de se ter uma dieta rica em gorduras saturadas, alguns consumidores ainda não estão dispostos a reduzir a ingestão de alimentos com gordura. Um dos fatores limitantes ao consumo de alimentos com teor reduzido de gordura é a baixa qualidade sensorial que dificulta a aceitação desses alimentos. A produção de alimentos com isenção ou com baixo nível de gordura com sabor e aroma semelhantes aos daqueles com alto nível de gordura constitui um desafio para a indústria de alimentos (FRØST et al., 2005; DE VELDE et al., 2008; DRAKE et al., 2010; HOPPERT et al., 2012; WADHWANI & MCMAHON, 2012). Componentes dos alimentos, como por exemplo, proteínas e carboidratos, podem adsorver e se ligar aos compostos químicos do aroma (STAMPANONI KOEFERLI et al., 1996),

mas não podem atuar como solventes. A melhoria contínua do sabor de alimentos com baixo teor de gordura é claramente um objetivo da indústria de alimentos e podem trazer benefícios às pessoas que buscam reduzir o consumo de gordura (BRAUSS et al., 1999).

A indústria de aroma e compostos aromáticos tem encontrado formas inovadoras de fornecer aromas de alta qualidade e de longa duração para aplicação em alimentos processados. Como as técnicas de processamento de alimentos têm avançado, existe também a necessidade de desenvolver aromas com maior estabilidade, que possam resistir a todos os obstáculos até o momento de o alimento ser consumido. Para limitar a degradação ou a perda do aroma durante o processamento e armazenamento, é interessante encapsular esses compostos voláteis antes de usá-los em alimentos ou bebidas.

Técnicas de encapsulamento de aromas têm sido pesquisadas. Os aromas são ligados à matrizes compostas de polissacarídeos, gomas, proteínas ou lipídios, criando uma barreira de proteção a partir de variáveis externas (GHARSALLAOUI et al., 2007). Existem muitos métodos e materiais utilizados na tecnologia de encapsulamento, a fim de produzir a necessária proteção desejada a diversos produtos. Os métodos de encapsulamento têm como objetivo preservar compostos sensíveis, criando uma barreira entre a molécula e o ambiente que promove sua degradação (CHAUDHRY et al., 2010). Neste contexto, o desenvolvimento de aromas nanoencapsulados é uma alternativa promissora para a indústria de alimentos, a fim de oferecer aromas estáveis que mantêm sua integridade durante o processamento, armazenamento e consumo de produtos. Além disso, permite uma maior disponibilidade destes compostos no alimento, devido a sua maior área superficial total (SANGUANSRI & AUGUSTIN, 2006).

As nanopartículas sólidas lipídicas (SLNs) apresentam um tamanho entre 50 nm e 1000 nm e podem ser utilizadas como sistemas carreadores de compostos hidrofóbicos e, com menor capacidade de carga, para compostos hidrofílicos (FRICKER et al., 2010; SEETAPAN et al., 2010; VIGHI et al., 2010). A matriz das nanopartículas lipídicas sólidas é composta por surfactantes, água e lipídeos que são sólidos em temperatura ambiente e corporal. O termo lipídeo utilizado inclui triglicerídeos, diglicerídeos, monoglicerídeos, ácidos graxos e ceras. Diversos emulsificantes e polímeros são usados para evitar a agregação das partículas e estabilizá-las. Dentre os surfactantes mais empregados pode-se citar os sais biliares

(taurodeoxicolato), lecitinas e copolímeros do polióxidoetileno e polióxidopropileno (Poloxamer) (MEHNERT & MADER, 2001).

A aplicação da nanotecnologia na área de cosméticos, farmácia e medicina está bem estabelecida, porém na área de alimentos há muito a ser estudado. No entanto, as aplicações da nanotecnologia no setor de alimentos vêm crescendo rapidamente nos últimos anos (CHAUDHRY et al., 2008; DUDO et al., 2011; GRUÈRE, 2012). Assim como nos outros setores, o desenvolvimento recente das nanociências e nanotecnologias está oferecendo novas oportunidades de inovação para a indústria de alimentos. Espera-se que as aplicações da nanotecnologia trarão mudanças ao setor, incluindo aperfeiçoamento das técnicas de produção e processamento, melhoria da absorção de nutrientes e segurança dos alimentos, modificação do sabor, textura e sensação e melhoria de alimentos com teor reduzido de gordura. Devido à maior área superficial das nanopartículas, menor quantidade de aroma seria necessária para conferir sabor ou aroma ao alimento, além de proporcionar que compostos insolúveis em água sejam dispersos nos alimentos sem a necessidade de adição de gordura ou emulsificantes (ROLLIN et al., 2011).

Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo produzir e caracterizar nanopartículas lipídicas para encapsulamento de γ -nonalactona, um composto aromático lipofílico utilizado em alimentos para conferir aroma de coco (γ -nonalac-SLNs). Além disso, determinaram-se as melhores condições para a produção das γ -nonalac-SLNs produzidas pela técnica de homogeneização sob alta pressão à quente.

MATERIAL E MÉTODOS

Materiais

O aroma de coco líquido (γ -nonalactona) utilizado foi gentilmente doado por Petit Marie Química Fina LTDA (Itaquaquecetuba, Brasil). O ácido esteárico foi adquirido da All Chemistry (São Paulo, Brasil). Poloxamer 188 (Pluronic F68) foi obtido da Sigma-Aldrich Co. LLC. (Saint Louis, USA). Os outros produtos químicos usados para análise foram de grau analítico. As soluções foram preparadas em água deionizada obtida a partir de um sistema de purificação de água Millipore (Bedford, EUA).

Produção das nanopartículas sólidas lipídicas carreadoras de aroma

As nanopartículas lipídicas sólidas carreadoras de aroma de coco (γ -nonalac-SLNs) foram preparadas pela técnica de homogeneização sob alta pressão à quente, baseado na metodologia descrita por Muller et al. (2000), com algumas modificações. Uma mistura de ácido esteárico e aroma de coco (γ -nonalactona) foi produzida, formando a fase orgânica ou dispersa. O ácido esteárico foi aquecido a aproximadamente 80 °C e após completa fusão, foi adicionado o aroma de coco. Uma solução aquosa de surfactante (poloxamer 188) à 80 °C foi adicionada à fase orgânica e pré-homogeneizada à velocidade de 6800 rpm, durante 1 minuto com o auxílio de um homogeneizador (OMNI MACRO ES, Marietta, Estados Unidos). A relação entre a fase orgânica e a fase aquosa foi de 10% v/v.

A mistura pré-homogeneizada foi então transferida para um homogeneizador de alta pressão (Emuliflex-C5, Avestin, Canadá) a 150 MPa, durante cinco ciclos. O homogeneizador de alta pressão foi imerso em água e mantido a uma temperatura de aproximadamente 80 °C. A dispersão de γ -nonalac-SLN foi deixada em repouso a baixa temperatura, a fim de solidificar a fase dispersa e armazenada a 4 °C.

A suspensão contendo γ -nonalactona encapsulada foi colocada em tubos de centrífuga estéreis (50 mL). Uma parte da suspensão foi mantida a 4°C para determinação das características físicas das nanopartículas (microestrutura, tamanho médio e sua distribuição e potencial zeta). A outra parte foi congelada por aproximadamente 12 horas (-20 °C). Após esse período, as amostras foram retiradas do congelador, o qual solidificou completamente a nanoemulsão, e então liofilizadas à -30°C e 0,34 mbar (Liofilizador Alpha 2-4 LP Plus, Christ, Alemanha).

Delineamento experimental

O experimento seguiu o Delineamento Composto Central Rotacional (DCCR) com dois fatores (aroma de coco e poloxamer 188) em dois níveis (2^2), mais quatro pontos axiais (2×2) e o ponto central. O ponto central foi repetido três vezes para estimativa do erro puro, perfazendo um total de 11 ensaios ($2^2 + 2 \times 2 + 3$).

As combinações dos níveis de aroma de coco (γ -nonalactona) na fase orgânica e de poloxamer na fase aquosa que originaram os nove tratamentos e suas codificações estão descritas na Tabela 4.1.

Tabela 4.1. Combinações dos níveis de poloxamer 188 e aroma de coco e suas codificações.

Tratamentos	Poloxamer 188 (%)	Codificação (x_1)	Aroma (%)	Codificação (x_2)
P0,8/A60	0,8	-1	60,0	1
P1,6/A60	1,6	1	60,0	1
P1,6/A40	1,6	1	40,0	-1
P0,8/A40	0,8	-1	40,0	-1
P1,8/A50	1,8	$\sqrt{2}$	50,0	0
P1,2/A64,1	1,2	0	64,1	$\sqrt{2}$
P0,6/A50	0,6	$-\sqrt{2}$	50,0	0
P1,2/A35,9	1,2	0	35,9	$-\sqrt{2}$
P1,2/A50	1,2	0	50,0	0

A codificação dos níveis foi realizada atribuindo ao maior nível de cada fator o código 1 e ao menor -1, consequentemente o ponto central foi codificado com 0.

A codificação dos níveis seguiu a equação 1, dada por:

$$x_i = \frac{(X_i - C)}{I} \quad \text{Equação 1}$$

Em que:

- x_i é o valor a ser codificado (nível da variável X na escala real);
- C é o valor do nível intermediário (correspondente ao ponto central);
- I é o intervalo entre dois níveis do fator.

Os pontos axiais (2x2) são pontos adicionais do fatorial básico que têm como objetivo aumentar o número de graus de liberdade (GL) de tratamento para possibilitar o ajuste do modelo de regressão completo. São alocados a uma distância α ($\sqrt{2}$) do ponto central (PC), de forma que, ao rotacionar os pontos do fatorial básico, a configuração espacial permanece inalterada, conforme ilustra a Figura 4.1.

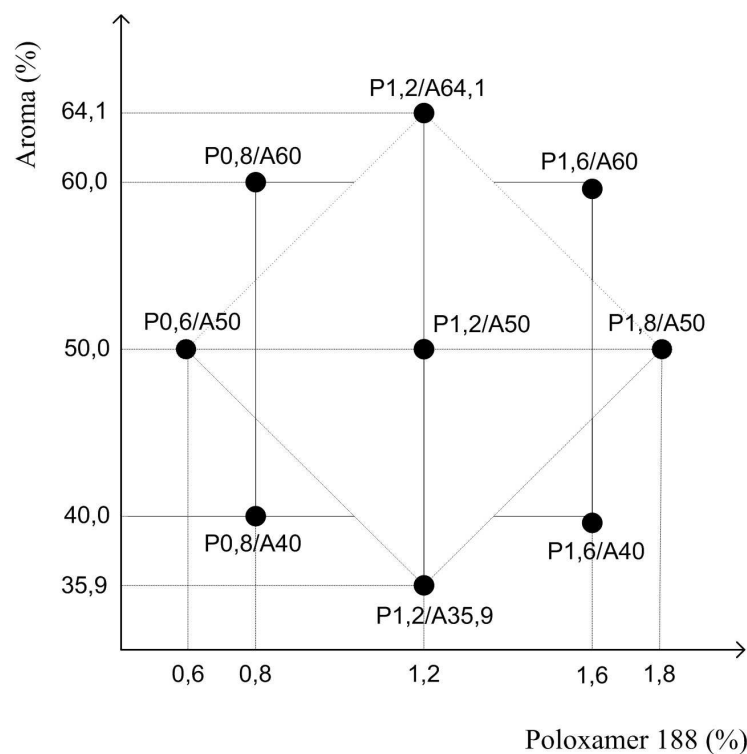


Figura 4.1. Disposição dos pontos experimentais no delineamento composto central rotacional (DCCR).

Os níveis de aroma em estudo foram definidos a partir de testes preliminares. Foram adicionadas diferentes concentrações do aroma a um volume fixo de ácido esteárico (2 mL) para determinar a concentração máxima de aroma que mantivesse o sistema (aroma + ácido esteárico) sólido à temperatura ambiente. A concentração máxima de aroma de coco foi de 75% em relação ao volume total do sistema. O nível máximo de aroma foi definido abaixo de 75% como medida preventiva. O nível mínimo deste constituinte foi determinado por meio de testes preliminares. Os níveis máximo (1) e mínimo (-1) de poloxamer 188 foram definidos por meio dos testes preliminares e revisão de literatura, sendo ajustados teores que permitiram a obtenção de nanoemulsões mais estáveis.

Os demais níveis foram determinados pelo próprio delineamento estatístico, de forma que todos os pontos se encontrassem a uma distância α do ponto central (PC).

Tamanho de partícula, Índice de polidispersão e Potencial Zeta

As medidas de tamanho médio (Z-ave), índice de polidispersão (PdI) e o potencial zeta (ζ) das SLNs foram realizadas por espectroscopia de correlação de fótons e anemometria Laser-Doppler utilizando o equipamento ZetasizerNano-ZS (Malvern Instruments Inc., Southborough, MA). Para a preparação das amostras, 0,5 mL da γ -nonalac-SLNs foi disperso em 10 mL de água deionizada (Milli-Q, Millipore, USA). As dispersões foram agitadas à temperatura ambiente e as medidas foram realizadas a 25 °C, em um ângulo de 173°.

Microscopia de Transmissão Eletrônica (MET)

A morfologia dos γ -nonalac-SLNs foi investigada utilizando um Microscópio Eletrônico de Transmissão Zeiss, modelo EM 109 a 120 kV, pertencente ao Núcleo de Microscopia e Microanálise da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, Brasil.

Para preparação das amostras, as nanoemulsões foram diluídas em água deionizada na proporção de 2:1000, depositadas sobre as grids de cobre mesh 300 e mantidas por 1 min. Em seguida, o excesso de material foi removido com papel filtro e as grids foram secas por 1 min à temperatura ambiente. Uma gota de ácido fosfotungístico 2% (m/v pH 6,5 em água deionizada) foi adicionada e mantida por 30 s. Após, o excesso de ácido fosfotungístico foi removido com papel filtro e as amostras foram mantidas em dessecador por 24h antes da observação por MET.

Eficiência de encapsulamento e Capacidade de carga

A eficiência de encapsulamento das nanopartículas contendo aroma de coco (γ -nonalac-SLNs) foi obtida a partir de um espectrofotômetro UV (BioMate™ 3 Spectrophotometer, Thermo Electron Corporation, Madison, USA). Primeiramente, uma curva de calibração foi preparada para medir a absorbância de soluções contendo concentrações conhecidas de γ -nonalactona (1,0-25,0 mg/mL) dissolvidas em diclorometano, em um comprimento de onda de 230 nm. A equação de regressão

foi: $y = 0,087x - 0,064$ ($R^2 = 0,99$), em que y é absorvância e x é a concentração de γ -nonalactona (mg/mL de solução).

A eficiência de encapsulamento das SLNs foi determinada pela quantificação da concentração de γ -nonalactona nanoencapsulada. Inicialmente, uma massa de 0,03g das nanopartículas contendo γ -nonalactona foi pesada em balança analítica (Mod. AUX 220, Shimadzu, Japão), diluída em 5 mL de diclorometano e então, foi realizada a medida da absorvância à 230 nm (medida 1). Para determinação da concentração de γ -nonalactona que não foi aprisionada na matriz lipídica, uma massa de 0,03g do pó liofilizado foi diluída em 10 mL de água deionizada, agitada por 30 minutos à temperatura ambiente e filtrada utilizando uma membrana de 8 μ m. O material que ficou retido na membrana de filtração foi dissolvido em 5 mL de diclorometano e a absorvância foi medida em um comprimento de onda de 230 nm (medida 2). A diferença entre as duas medidas de absorvância (medida 1 – medida 2) foi utilizada para determinar a quantidade de aroma retido na matriz lipídica (nanoencapsulado).

A partir da quantidade inicial de γ -nonalactona utilizada na preparação das nanopartículas, a percentagem de aroma (γ -nonalactona) nanoencapsulado (eficiência de encapsulamento - EE) foi obtida pela equação (2) e a capacidade de carga (CC) pela equação (3):

$$EE = \frac{C_A}{C_D} \times 100 \quad (\text{Equação 2})$$

$$CC = \frac{C_A}{C_C} \times 100 \quad (\text{Equação 3})$$

em que C_A é a quantidade de aroma encapsulado, C_D é a quantidade total de aroma e C_C é o peso total das nanopartículas.

Teste de reconstituição das nanopartículas liofilizadas

A solubilidade das nanopartículas liofilizadas foi avaliada após reconstituição em água. Uma massa de 20 mg de pó foi dispersa em 10 mL de água deionizada

(Milli-Q, Millipore, USA) e avaliada visualmente à temperatura ambiente ($\pm 25\text{ }^{\circ}\text{C}$) após agitação magnética por 30 minutos, agitação mecânica a 6800 rpm por 60 s e homogeneização a alta pressão a 150 MPa em 1 passe. As amostras foram analisadas qualitativamente, pela observação da presença de agregados.

Análise estatística

Na análise dos resultados, a seleção do modelo que explicou o efeito do poloxamer 188 e de aroma de coco nas medidas de tamanho de partícula, potencial zeta das nanopartículas e eficiência de encapsulamento deu-se a partir do modelo de segundo grau completo, dado pela equação 4.

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \beta_{21} X_{1i}^2 + \beta_{22} X_{2i}^2 + \beta_{12} X_{1i} X_{2i} + e_i \quad \text{Equação 4}$$

Em que:

- Y_i : é a variável resposta;
- β_0 : constante do modelo de regressão;
- β_1 e β_2 : efeito de primeira ordem do poloxamer 188 e do aroma, respectivamente;
- β_{21} e β_{22} : efeito de segunda ordem do poloxamer 188 e do aroma, respectivamente;
- β_{12} : interação entre o poloxamer 188 e o aroma;
- X_{1i} : teor de poloxamer 188 do tratamento;
- X_{2i} : teor de aroma do tratamento;
- e_i : representando o erro experimental NID ($0, \sigma^2$).

Para a seleção do modelo de melhor ajuste foi avaliada a falta de ajuste, os coeficientes da regressão e, por último, o coeficiente de exatidão (SQREGRESSÃO/SQTRATAMENTOS). As análises para ajuste do modelo proposto foram realizadas utilizando-se o software SAS® (Statistical Analysis System – SAS), versão 9.1, licenciado para uso da Universidade Federal de Viçosa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Determinação do tamanho médio, índice de polidispersão e potencial zeta

Os valores de tamanho médio, índice de polidispersão (PdI) e potencial zeta das nanopartículas contendo aroma de coco (γ -nonalac-SLNs) estão apresentados na Tabela 4.2. O diâmetro médio obtido para os tratamentos variou entre 408,53 a 676,73 nm. Todos os tratamentos apresentaram um comportamento praticamente unimodal, com baixo índice de polidispersão, o que indica uma homogeneidade da nanoemulsão.

Tabela 4.2. Diâmetro médio, índice de polidispersão (PdI) e potencial zeta das nanopartículas contendo aroma de coco (γ -nonalactona).

Tratamentos	Diâmetro Médio (nm)	PdI	Potencial Zeta (ζ) (mV)
P0,8/A60	676,73 $\pm$ 12,10	0,365 $\pm$ 0,01	-31,40 $\pm$ 0,75
P1,6/A60	543,87 $\pm$ 12,00	0,285 $\pm$ 0,04	-31,83 $\pm$ 0,68
P1,6/A40	487,00 $\pm$ 25,01	0,356 $\pm$ 0,03	-31,62 $\pm$ 0,70
P0,8/A40	589,93 $\pm$ 36,14	0,270 $\pm$ 0,05	-27,97 $\pm$ 0,38
P1,8/A50	530,10 $\pm$ 13,56	0,224 $\pm$ 0,01	-32,13 $\pm$ 0,76
P1,2/A64,1	443,43 $\pm$ 11,82	0,365 $\pm$ 0,01	-31,77 $\pm$ 0,21
P0,6/A50	628,80 $\pm$ 20,65	0,318 $\pm$ 0,01	-30,73 $\pm$ 0,93
P1,2/A35,9	408,53 $\pm$ 9,32	0,160 $\pm$ 0,04	-31,37 $\pm$ 0,23
P1,2/A50	463,17 $\pm$ 13,69	0,208 $\pm$ 0,03	-34,03 $\pm$ 1,29

A influência da concentração de poloxamer 188 (X_1) e de aroma de coco (X_2) no tamanho médio das nanopartículas (Y_1) foi modelada estatisticamente por meio da equação 5. O modelo completo de segunda ordem foi testado quanto à falta de ajuste e significância dos parâmetros da regressão e apresentou coeficiente de exatidão igual a 82,3%. Os efeitos de primeiro e segundo grau para o aroma e a interação não foram significativos, pelo teste t, ao nível de 10% de probabilidade. Sendo assim, apenas a concentração de poloxamer 188 afetou o tamanho médio das nanopartículas ($p < 0,10$).

$$Y_1 = 1298,31 - 1282,30X_1 + 485,65X_1^2$$

Equação 5

O efeito quadrático de X_1 indica que o tamanho da partícula diminui até a concentração de poloxamer igual a 1,32% (ponto de mínimo: tamanho médio das partículas = 451,87 nm). Este comportamento pode ser claramente observado na Figura 4.2. De acordo com McClements (2004), quando a concentração de surfactante está em excesso, ou seja, há mais surfactante presente do que o requerido para cobrir completamente a área superficial da partícula criada pelo homogeneizador, então o tamanho da partícula é relativamente independente da concentração do surfactante e depende primariamente da entrada de energia do homogeneizador. Nestas circunstâncias, o diâmetro médio das partículas depende das condições de escoamento predominantes no homogeneizador, que foram mantidas constantes. Porém, se o surfactante for capaz de formar múltiplas camadas na interface, a quantidade de surfactante na superfície pode aumentar à medida que a concentração total de surfactante no sistema é aumentada, formando, portanto, partículas maiores. Como o poloxamer é capaz de formar múltiplas camadas, a partir da concentração de 1,32%, houve um aumento do tamanho médio das partículas.

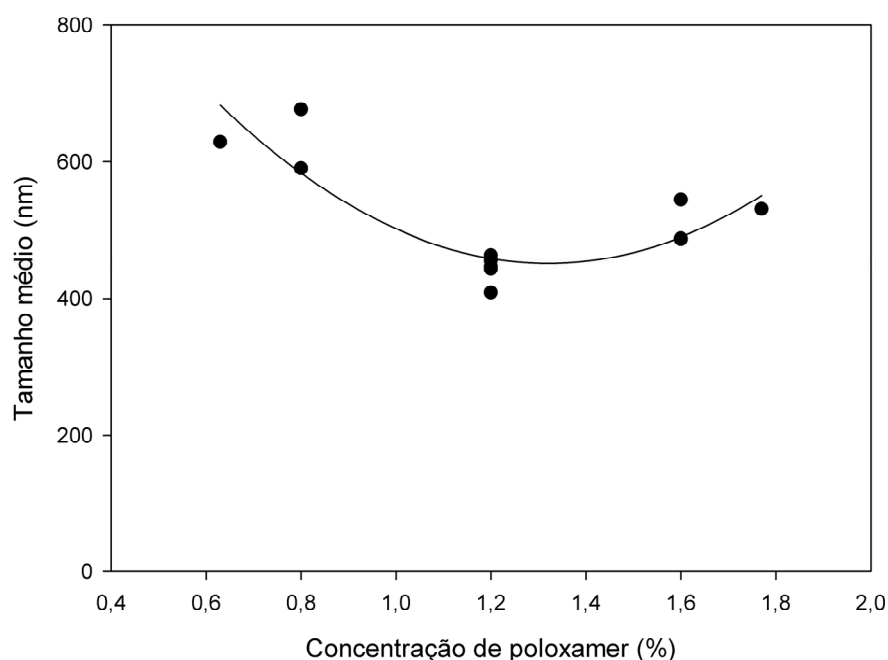


Figura 4.2. Tamanho médio da partícula em função da concentração de poloxamer (X_1).

A maioria das partículas em contato com um líquido adquire uma carga elétrica na sua superfície. A diferença de potencial elétrico entre a carga da superfície

e um determinado ponto é chamada de potencial zeta. O potencial zeta é influenciado pelas mudanças na interface com o meio dispersante, em razão da dissociação de grupos funcionais na superfície da partícula ou da adsorção de espécies iônicas presentes no meio aquoso de dispersão (HEURTAULT et al., 2003; SCHAFFAZICK et al., 2003). A medida de potencial zeta pode ser utilizada para prever a estabilidade de suspensões e emulsões coloidais. O potencial zeta dos tratamentos (pH=7,8) variou entre -27,97 mV e -34,23 mV. Exceto para a F4, todas as SLNs apresentaram valores acima de 30 mV (em módulo). Estes resultados sugerem que as nanopartículas apresentam estabilidade cinética, pois a agregação de partículas é menos comum de ocorrer em partículas carregadas (com valor de potencial zeta relativamente alto, $> |30|$ mV) devido à repulsão eletrostática entre elas (MARCATO, 2009; TEERANACHAIDEEKUL et al., 2007).

O efeito da concentração de poloxamer 188 (X_1) e aroma (X_2) na resposta do potencial zeta (Y_2) foi modelado estatisticamente e pode ser representado pela equação 6. O modelo completo de segunda ordem foi testado quanto à falta de ajuste e significância dos parâmetros da regressão e apresentou coeficiente de exatidão igual a 83,0%. Os efeitos da interação foram não significativos, pelo teste t, ao nível de 10% de probabilidade.

$$Y_2 = 13,34 - 20,91X_1 - 1,28X_2 + 7,93X_1^2 + 0,01X_2^2 \quad \text{Equação 6}$$

Como se pode observar na Figura 4.3, a concentração de poloxamer 188 (X_1) e de aroma (X_2) afetaram significativamente o valor do potencial zeta. A concentração de poloxamer e de aroma tiveram um efeito negativo na variável resposta, ou seja, o valor do potencial zeta diminuiu com o aumento da concentração destes compostos. Este resultado corrobora com o encontrado por Carvalho et al. (2013) ao avaliar a concentração ótima de poloxamer, lecitina e α -tocoferol para produção de SLNs. O poloxamer 188 é um surfactante não-iônico, portanto se espera que as partículas tenham carga neutra (Figura 4.4). Porém, na prática, as partículas estabilizadas por agentes tensoativos não-iônicos podem apresentar cargas, devido à presença de impurezas iônicas, por exemplo, ácidos graxos livres (MUNE et al., 2005; RAO & MCCLEMENTS, 2011). Além disso, como o sistema (γ -nonalac-SLNs) também é constituído por um ácido graxo, o ácido esteárico pode ter

difundido para a interface e contribuído para que as partículas tenham carga negativa. As concentrações de poloxamer 188 e de aroma de coco que minimizaram o potencial zeta foram de 1,30% e 51,31%, respectivamente (ponto de mínimo: potencial zeta = -33,74 mV).

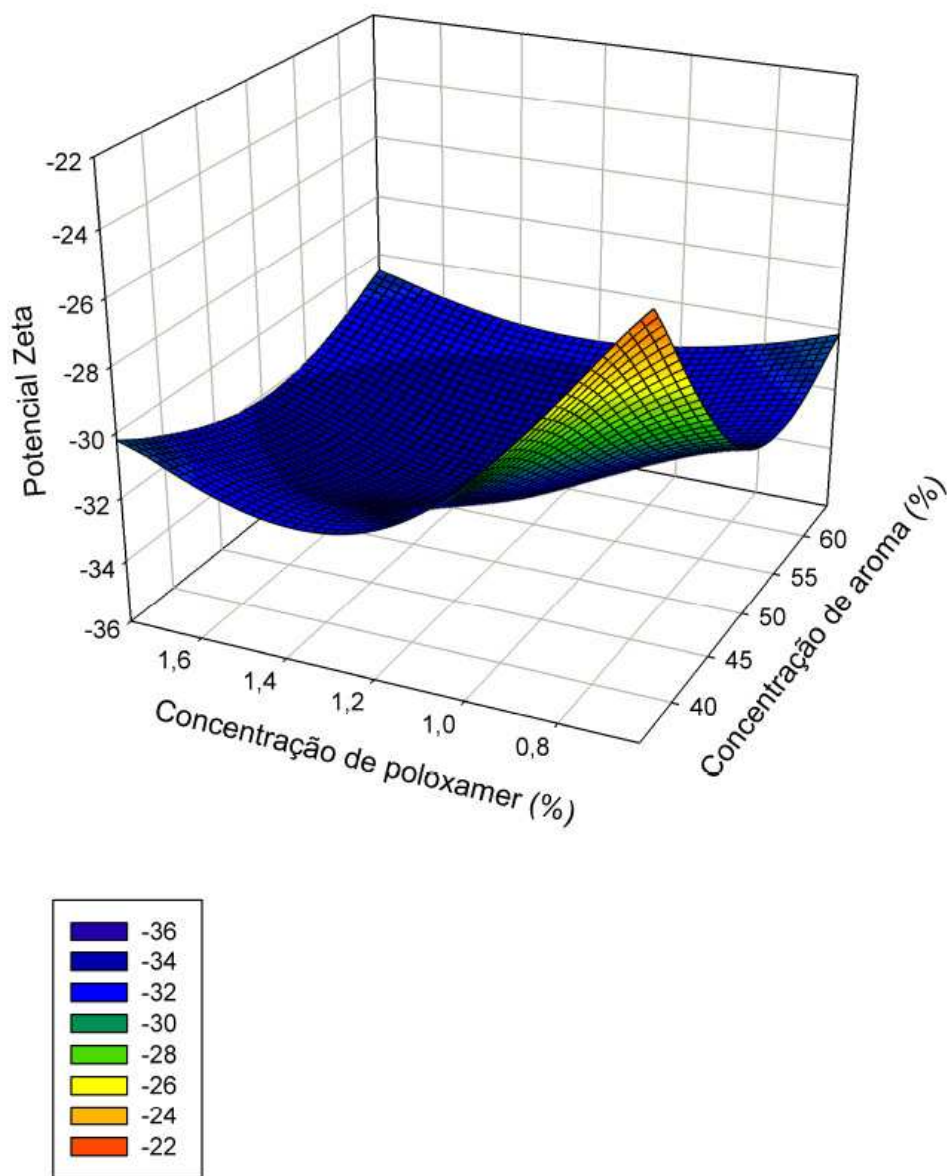


Figura 4.3. Potencial zeta em função da concentração de poloxamer (X_1) e de aroma (X_2).

Microscopia de Transmissão Eletrônica (MET)

As microscopias das γ -nonalac-SLNs estão apresentadas na Figura 4.4. As imagens obtidas por meio da microscopia de transmissão eletrônica indicam que o diâmetro médio das nanopartículas variou entre 400 nm e 700 nm, indicando, assim, que possuem tamanho nanométrico. Este resultado é semelhante ao tamanho obtido por espalhamento de luz. Além disso, as SLNs apresentaram uma morfologia esférica ou quase esférica.

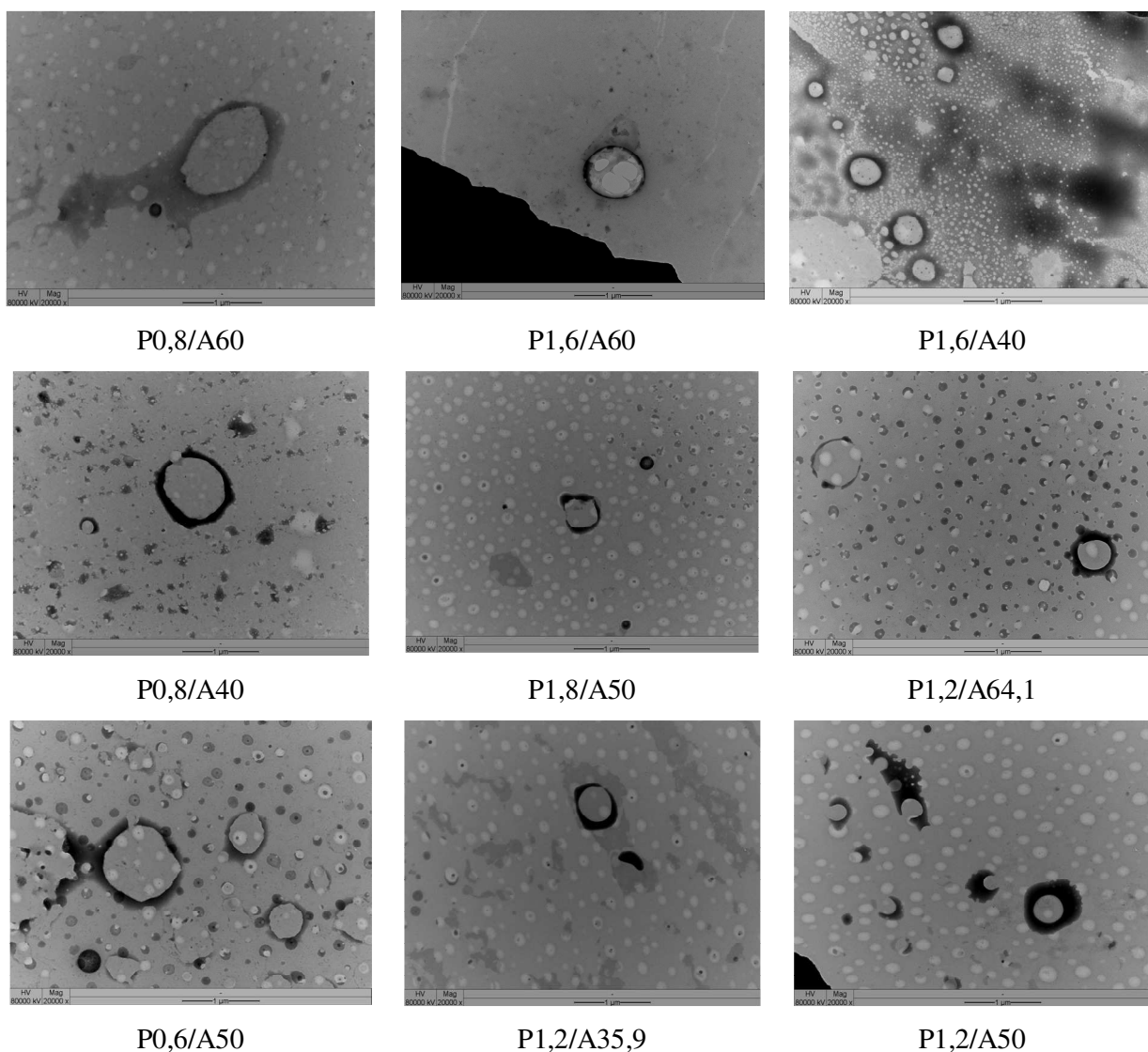


Figura 4.4. Fotomicrografias dos tratamentos γ -nonalac-SLNs com aumento de 20000 x.

Eficiência de encapsulamento

A eficiência de encapsulamento e a capacidade de carga variaram muito entre os tratamentos, com valor máximo de 86,06% e 4,99 g de aroma/100g de nanopartícula para P1,8/A50,0 e valor mínimo de 3,35% e 0,14 g de aroma/100g de nanopartícula para P0,8/A40 (Tabela 4.3).

Dentre as variáveis estudadas, a eficiência de encapsulamento foi a mais afetada pelo delineamento, sendo, portanto, decisiva para a escolha da condição ideal para produção das nanopartículas carreadoras de aroma de coco. De acordo com os resultados experimentais obtidos, o tratamento P1,8/A50,0 apresentou maior valor de eficiência (86,06%), portanto, a concentração de 1,8% de poloxamer e 50,0% de aroma foi considerada a condição ideal.

A eficiência de encapsulamento das nanopartículas foi obtida por espectrofotômetro UV. A técnica de espectrofotometria UV tem sido utilizada para determinar a eficiência de encapsulamento de compostos aromáticos, tais como maltol, furaneol, vanilina, metil cinamato, citral, mentol, geraniol, cânfora, eugenol e limoneno (ASTRAY et al., 2010; ELTAYED et al., 2013).

Tabela 4.3. Eficiência de encapsulamento e capacidade de carga das nanopartículas contendo aroma de coco (γ -nonalactona).

Tratamentos	Concentração de Poloxamer (%) (X_1)	Concentração de Aroma (%) (X_2)	Eficiência de Encapsulamento (%)	Capacidade de carga (g de aroma/100g de nanopartícula)
P0,8/A60	0,8	60,0	7,36	0,46
P1,6/A60	1,6	60,0	46,50	2,90
P1,6/A40	1,6	40,0	29,80	1,31
P0,8/A40	0,8	40,0	3,35	0,14
P1,8/A50	1,8	50,0	86,06	4,99
P1,2/A64,1	1,2	64,1	54,43	3,52
P0,6/A50	0,6	50,0	36,08	1,63
P1,2/A35,9	1,2	35,9	7,30	0,32
P1,2/A50	1,2	50,0	70,17	3,18

O modelo ajustado para a eficiência de encapsulamento (Y_3) em função da concentração de poloxamer 188 (X_1) e de aroma de coco (X_2) está apresentado pela

Equação 7. O modelo de segunda ordem completo foi testado quanto à falta de ajuste e significância dos parâmetros da regressão e apresentou coeficiente de exatidão igual a 81,9%. Os efeitos de primeiro e segundo grau para o poloxamer 188 e a interação foram não significativos, pelo teste t, ao nível de 10% de probabilidade. Sendo assim, a apenas concentração de aroma afetou a eficiência de encapsulamento. ($p < 0,10$).

$$Y_3 = -559,33 + 23,69X_2 - 0,23X_2^2 \quad \text{Equação 6}$$

O efeito quadrático de X_2 indica que a eficiência de encapsulamento aumenta até a concentração de aroma igual a 51,50% (ponto de máximo: eficiência de encapsulamento = 61,51%). Este comportamento pode ser observado na Figura 4.5. A redução da eficiência de encapsulamento, a partir da concentração de 51,50% de aroma, pode ser explicada pelo excesso de aroma no sistema que não interagiu com o ácido esteárico.

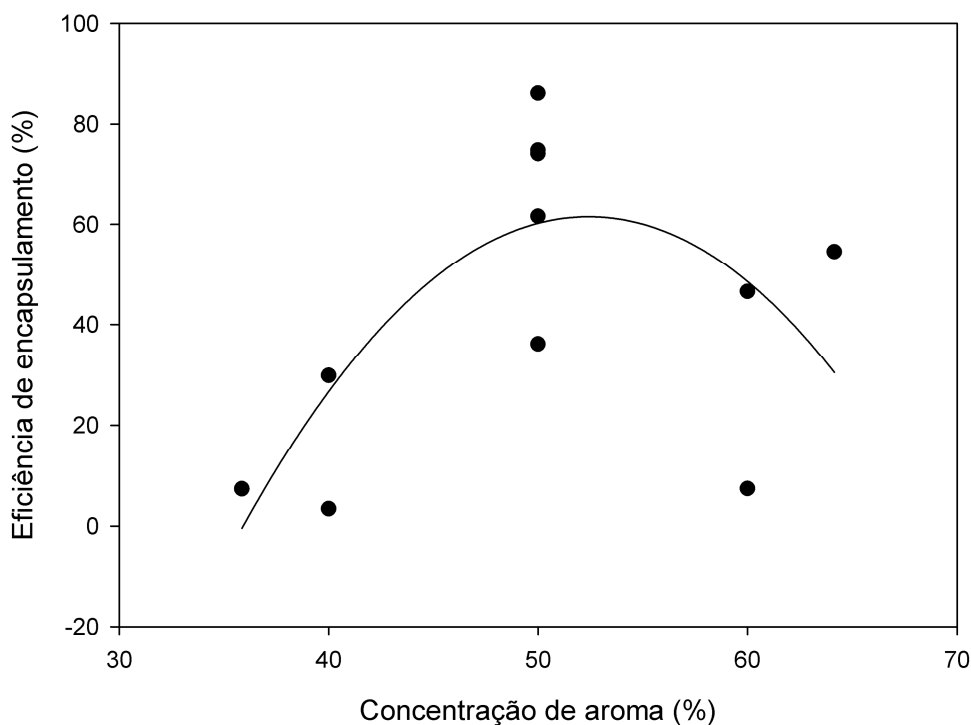


Figura 4.5. Eficiência de encapsulamento em função da concentração de aroma de coco (X_2).

Teste da reconstituição das nanopartículas liofilizadas

A liofilização das nanopartículas tem por objetivo torná-las sólidas, proteger o composto encapsulado, além de manter a sua integridade (ABDELWAHED et al., 2006 ab; KASPER et al., 2013). Na Figura 4.6 está apresentada as imagens do pó resultante da liofilização das nanopartículas provenientes do mesmo volume de nanoemulsão. É possível observar que o material liofilizado, no geral, possui aparência uniforme, coloração branca e textura fina. Nos tratamentos com maior concentração de aroma P1,2/A64,1, P0,8/A60 e P1,6/A60, houve formação de agregados e o material apresentou aspecto oleoso. Este comportamento confirma o resultado da eficiência, que sugere que, acima da concentração de 51,50%, o aroma está em excesso no sistema, ou seja, ele não está interagindo com a matriz lipídica.

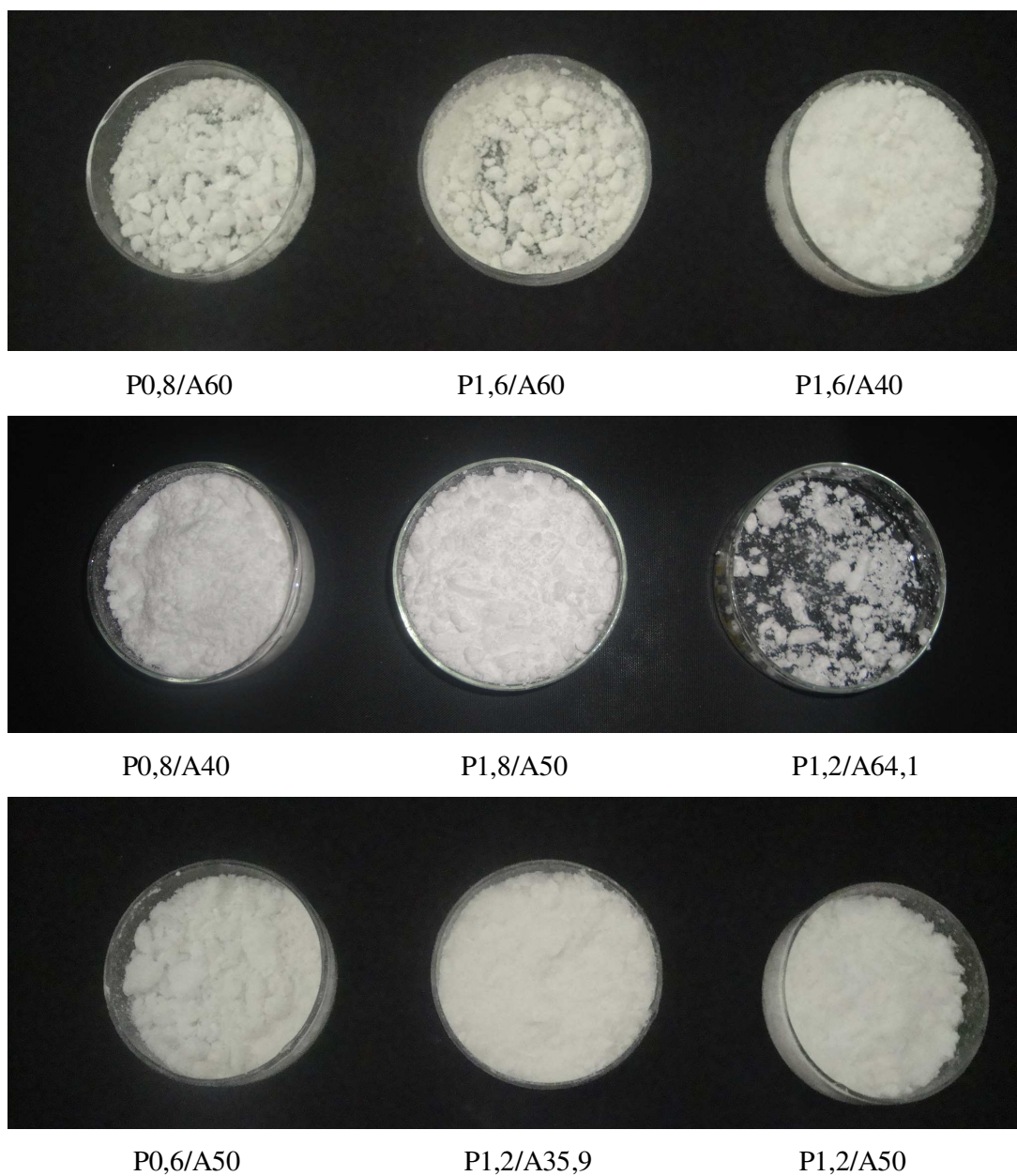


Figura 4.6. Nanopartículas sólidas lipídicas contendo aroma de coco após o processo de liofilização.

As nanopartículas liofilizadas foram reconstituídas em água deionizada para verificar a sua solubilidade (Figura 4.7). A liofilização levou à agregação das nanopartículas produzidas que não se dispersaram completamente em água quando submetidas à agitação magnética por 30 min. Segundo Abdelwahed et al. (2006), a liofilização expõe as nanocápsulas a condições de estresse, especialmente o congelamento, que podem desestabilizá-las e induzir a agregação. Porém, houve boa dispersão das nanopartículas, ao serem submetidas à agitação mecânica (6800 rpm),

permanecendo apenas alguns agregados macroscópicos, principalmente no tratamento P1,2/A35,9, que contém menor concentração de aroma. Após a homogeneização à alta pressão, as nanopartículas dispersaram-se completamente.

De um modo geral, as nanopartículas carreadoras de aroma de coco (γ -nonalac-SLNs) apresentaram boa solubilidade em água. A reconstituição de γ -nonalac-SLNs em água mostrou o grande potencial de sua aplicação em alimentos, especialmente aqueles com alto conteúdo de água, como água de coco e aqueles com teor reduzido de gordura.



P0,8/A60 P1,6/A60 P1,6/A40 P0,8/A40 P1,8/A50 P1,2/A64,1 P0,6/A50 P1,2/A35,9 P1,2/A50

Agitação magnética por 30 min.



P0,8/A60 P1,6/A60 P1,6/A40 P0,8/A40 P1,8/A50 P1,2/A64,1 P0,6/A50 P1,2/A35,9 P1,2/A50

Agitação mecânica a 6800 rpm por 60s.



P0,8/A60 P1,6/A60 P1,6/A40 P0,8/A40 P1,8/A50 P1,2/A64,1 P0,6/A50 P1,2/A35,9 P1,2/A50

Homogeneização a 150MPa e 1 ciclo.

Figura 4.7. Teste da suspensão de nanopartículas preparadas com diferentes concentrações de poloxamer e aroma de coco, dispersos em água por processos de agitação distintos.

CONCLUSÃO

Nanopartículas sólidas lipídicas carreadoras de aroma de coco (γ -nonalactona) foram desenvolvidas com sucesso. Os fatores avaliados, concentração de aroma e de poloxamer, afetaram as propriedades físicas das nanopartículas. O tamanho médio da partícula foi afetado pela concentração de poloxamer, a eficiência de encapsulamento pela concentração de aroma e o potencial zeta pela concentração dos dois fatores. A eficiência de encapsulamento foi o parâmetro mais influenciado pelos fatores em estudo, desta forma, a condição ideal para produção de γ -nonalac-SLNs foi determinada pelo tratamento que forneceu maior valor de eficiência. Assim a condição ideal foi 1,8% de poloxamer 188 e 50,0% de γ -nonalactona, que forneceu uma eficiência de encapsulamento igual a 86,06%, tamanho médio da partícula igual a 530,10 nm e o potencial zeta de -32,13 mV. O valor de potencial zeta superior a 30 mV, em módulo, indica que as nanopartículas possuem estabilidade cinética. As nanopartículas reconstituídas em meio aquoso, após liofilização, apresentaram boa solubilidade ao serem submetidas à agitação mecânica e alta pressão. Portanto, as nanopartículas carreadoras de aroma de coco têm grande potencial para ser aplicadas em alimentos em geral, constituindo uma alternativa para aqueles com teor reduzido de gordura.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Núcleo de Microscopia e Microanálise da Universidade Federal de Viçosa por disponibilizar os equipamentos e pelo apoio técnico na análise de microscopia eletrônica de transmissão. Os autores agradecem especialmente à Karla Veloso Gonçalves Ribeiro e ao Gilmar Valente pelo apoio técnico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDELWAHED, W.; DEGOBERT, G.; FESSI, H. Freeze-drying of nanocapsules: impact of annealing on the drying process. **Int J Pharm**, v.324, n.1, p.74-82. 2006a.

- ABDELWAHED, W.; DEGOBERT, G.; FESSI, H. Investigation of nanocapsules stabilization by amorphous excipients during freeze-drying and storage. **European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics**, v.63, p.87-94. 2006b.
- ASTRAY, G.; MEJUTO J. C.; MORALES, J.; RIAL-OTERO, R.; SIMAL-GÁNDARA, J.; Factors controlling flavors binding constants to cyclodextrins and their applications in foods. **Food Research International**, n. 43, p. 1212–1218, 2010.
- BRAUSS, M. S.; LINFORTH, R. S. T.; CAYEUX, I.; HARVEY, B.; TAYLOR, A. J. Altering the Fat Content Affects Flavor Release in a Model Yogurt System. **Journal of Agriculture. Food Chemical**, v. 47, p. 2055-2059, 1999.
- CHAUDHRY, Q.; CASTLE, L.; WATKINS, R. (Eds.). **Nanotechnologies in Food**. Royal Society of Chemistry Publishers, Cambridge, UK, 2010.
- CHAUDHRY, Q.; SCOTTER, M.; BLACKBURN, J.; ROSS, B.; BOXALL, A.; CASTLE, L.; AITKEN, R.; WATKINS, R. Applications and implications of nanotechnologies for the food sector. **Food Additives and Contaminants**, v. 25, n. 3, p. 241-258, 2008.
- DE VELDE, F .V.; DE HOOG, E. H. A.; RUIJSCHOP, R. Sensory perception of emulsions: Translating science into products. **Agro Food Industry Hi-Tech**, v. 19, p. 50–52, 2008.
- DRAKE, M. A.; MIRACLE, R. E.; MCMAHON, D. J. Impact of fat reduction on flavor and flavor chemistry of Cheddar cheeses. **Journal of Dairy Science**, v. 93, p. 5069–5081, 2010.
- DUDO, A.; CHOI, C. H.; S CHEUFELE, D. A. Food nanotechnology in the news. Coverage patterns and thematic emphases during the last decade. **Appetite**, v. 56, p. 78–89, 2011.
- ELTAYEB, M.; BAKHSHI, P. K.; STRIDE, E.; EDIRISINGHE, M. Preparation of solid lipid nanoparticles containing active compound by electrohydrodynamic spraying. **Food Research International**, v. 53, p. 88–95, 2013.
- FRICKER, G.; KROMP, T.; WENDEL, A.; BLUME, A.; ZIRKEL, J.; REBMANN, H.; SETZER, C.; QUINKERT, R.-O.; MARTIN, F.; MÜLLER-GOYMANN, C.

Phospholipids and lipid-based formulations in oral drug delivery. **Pharmaceutical Research**, v. 27, p. 1469–1486, 2010.

FRØST, M. B.; HEYMANN, H.; BREDIE, W. L. P.; DIJKSTERHUIS, G. B.; MARTENS, M. Sensory measurement of dynamic flavour intensity in ice cream with different fat levels and flavourings. **Food Quality and Preference**, v.16, p. 305–314, 2005.

GHARSALLAOUI, A.; ROUDAUT, G.; CHAMBIN, O.; VOILLEY, A.; SAUREL, R., Applications of spray-drying in microencapsulation of food ingredients: An Overview. **Food Research International**, v. 40, p. 1107-1121, 2007.

GRUÈRE, G. P. Implications of nanotechnology growth in food and agriculture in OECD countries. **Food Policy**, v. 37, p.191–198, 2012.

HELGASON, T.; AWAD, T.S.; KRISTBERGSSON, K.; McCLEMENTS, D.J.; WEISS, J. Effect of surfactant surface coverage on formation of solid lipid nanoparticles (SLN). **Journal Colloid Interface**, v. 34, n. 1, p. 75-81, 2009.

HEURTAULT, B.; SAULNIER, P.; PECH, B.; PROUST, J.-E.; BENOIT, J.-P. Physicochemical stability of colloidal lipid particles. **Biomaterials**, v. 24, p. 4283–4300, 2003.

HOPPERT, K.; ZAHN, S.; PUSCHMANN, A.; ULLMANN, I.; ROHM, H. Quantification of sensory difference thresholds for fat and sweetness in dairy-based emulsions. **Food Quality and Preference**, v. 26, p. 52–57, 2012.

KASPER, J.C.; WINTER, G.; FRIESS, W. Recent advances and further challenges in lyophilization. **European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics**, 2013. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.ejpb.2013.05.019>.

LUBBERS, S.; LANDY, P.; VOILLEY, A. Retention and release of aroma compounds in food containing proteins. **Journal of Food Technology**, v. 52, p. 68–74, 1998.

MADENE, A.; JACQUOT, M.; SCHER, N.; DESOBRY, S. Flavour encapsulation and controlled release – a review. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 41, p. 1-21, 2006.

MARCATO, P. D. Preparação, caracterização e aplicações em fármacos e cosméticos de nanopartículas lipídicas sólidas. **Revista Eletrônica de Farmácia**, v. 6, p. 1-37, 2009.

McCLEMENTS, D. J. **Food emulsions: principles, practices, and techniques**. 2th edition. _____: CRC Press. 2004.

MEHNERT, W., MADER, K. Solid lipid nanoparticles: production, characterization and applications. **Advanced Drug Delivery Reviews**, v.47, p.165-196, 2001.

MÜLLER, R. H.; MÄDER, K.; GOHLA, S. Solid lipid nanoparticles (SLN) for controlled drug delivery - a review of the state of the art. **European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics**, v. 50, p. 161-177, 2000.

MUNE, S.; DECKER, E. A.; MCCLEMENTS, D. J. Influence of droplet characteristics on the formation of oil-in-water emulsions stabilized by surfactant-chitosan layers. **Langmuir**, v. 21, p. 6228–6234, 2005.

RAO J. J.; MCCLEMENTS D. J. Food-grade microemulsions, nanoemulsions and emulsions: fabrication from sucrose monopalmitate & lemon oil. **Food Hydrocolloids**, v. 25, p. 1413–1423, 2011.

ROLLIN, F.; KENNEDY, J.; WILLS, J. Consumers and new food technologies. **Trends in Food Science & Technology**, v. 22, p. 99–111, 2011.

SANGUANSRI, P.; AUGUSTIN, M. A. Nanoscale materials development - a food industry perspective. **Trends in Food Science & Technology**, v. 17, p. 547-556, 2006.

SAS INSTITUTE. **SAS user's guide**: release 6.03. Cary: Statistical Analysis System Institute, 1988. 1028p.

SCHAFFAZICK, S. R.; GUTERRES, S. S.; FREITAS, L. L.; POHLMANN, A. R. Caracterização e estabilidade físico-química de sistemas poliméricos nanoparticulados para administração de fármacos. **Química Nova**, v. 26, p. 726- 737, 2003.

SCHWARZ, C.; MEHNERT, W.; LUCKS, J. S.; MÜLLER, R. H. Solid lipid nanoparticles (SLN) for controlled drug delivery. I. Production, characterization and sterilization. **Journal of Controlled Release**, v. 30, p. 83-96, 1994.

SEETAPAN, N.; BEJRAPHA, P.; SRINUANCHAI, W.; RUKTANONCHAI, U. R. Rheological and morphological characterizations on physical stability of gammaoryzanol-loaded solid lipid nanoparticles (SLNs). **Micron**, v. 41, p. 51–58, 2010.

STAMPANONI, C. R.; PICCINALI, P.; SIGRIST, S. The influence of fat, sugar and non-fat milk solids on selected taste, flavor and texture parameters of a vanilla ice-cream. **Food Quality and Preference**, v. 2, p. 69-79, 1996.

TEERANACHAIDEEKUL, V.; MULLER, R. H.; JUNYAPRASERT, V. B. Encapsulation of ascorbyl palmitate in nanostructured lipid carriers (NLC)--effects of formulation parameters on physicochemical stability. **International Journal of Pharmaceutics**, v. 340, p.198-206, 2007.

VIGHI, E.; RUOZI, B.; MONTANARI, M.; BATTINI, R.; LEO, E. pDNA condensation capacity and in vitro gene delivery properties of cationic solid lipid nanoparticles. **International Journal of Pharmaceutics**, v. 389, p. 254–261, 2010.

WADHWANI, R.; MCMAHON, D. J. Color of low-fat cheese influences flavor perception and consumer liking. **Journal of Dairy Science**, v. 95, p. 2336-2346, 2012.

CONCLUSÃO GERAL

Este trabalho disponibilizou para língua portuguesa uma ferramenta psicométrica bastante simples e relevante para ser utilizada na avaliação da neofobia dos consumidores brasileiros em relação à tecnologia de alimentos. A escala de neofobia em relação às tecnologias de alimentos (FTNS - Food Technology Neophobia Scale) foi devidamente traduzida e validada para a língua portuguesa.

O estudo da neofobia em relação à tecnologia de alimentos foi realizado pela primeira vez, com consumidores brasileiros, por meio do questionário FTNS e forneceu dados interessantes para a sua efetiva aplicação. Indivíduos de baixa escolaridade e de menor renda foram significativamente mais neofóbicos, indicando, assim, que a falta de conhecimento gera medo e insegurança. Os consumidores apresentaram baixa familiaridade com as novas tecnologias, e estão mais dispostos a experimentar alimentos produzidos por tecnologias que promovam algum benefício à saúde. Compreender a neofobia em relação à tecnologia de alimentos pode ser um importante diferencial para a indústria de alimentos, especialmente para aquelas que trabalham no mercado de alimentos não-convencionais. A aplicação de estratégias de marketing apropriadas que consideram as características neofóbicas ou neofílicas dos consumidores pode fazer com que o produto alcance uma vantagem competitiva e seja bem-sucedido no mercado.

A técnica exploratória de Associação de Palavras foi valiosa para entender as percepções dos consumidores em relação à nanotecnologia. Os consumidores associam os alimentos produzidos a partir da nanotecnologia com novidade, industrializada, insegurança e curiosidade. Isto indica que a sua aceitação no mercado depende das informações fornecidas sobre os riscos e benefícios associados a esta nova tecnologia e a confiança em estar consumindo um alimento seguro.

Nanopartículas sólidas lipídicas carreadoras de aroma de coco (γ -nonalac-SLNs) foram desenvolvidas e caracterizadas. A condição ideal foi 1,8% de poloxamer 188 e 50,0% de γ -nonalactona, que possibilitou a obtenção de aroma de coco nanoencapsulado, com estabilidade cinética, destinado às indústrias de aromas e alimentos. Além disso, a adição de aroma nanoencapsulado na produção de alimentos com isenção ou com baixo nível de gordura poderá minimizar o problema do sabor e aroma desses alimentos, tornando-os semelhantes àqueles com maior nível de gordura.

No entanto, pesquisas futuras devem ser realizadas a fim de avaliar a estabilidade desses nanocompostos a diferentes condições de processamento e armazenamento, além da sua aplicação em uma base alimentícia de forma a caracterizar sensorialmente o aroma e avaliar a aceitação sensorial do novo produto.

Enfim, a aplicação da nanotecnologia na produção de aromas encapsulados tem grande potencial de promover benefícios para os consumidores e para o setor de alimentos. Porém, o sucesso desta nova tecnologia depende da aceitação dos consumidores. Neste sentido, as instituições de pesquisa e a indústria de alimentos devem fornecer aos consumidores informações verdadeiras e confiáveis sobre os riscos e benefícios associados aos alimentos produzidos pela nanotecnologia, promovendo uma comercialização mais transparente e a conscientização do consumidor.

ANEXOS

9. Novas tecnologias empregadas na produção de alimentos podem causar, a longo prazo, efeitos negativos ao meio ambiente.



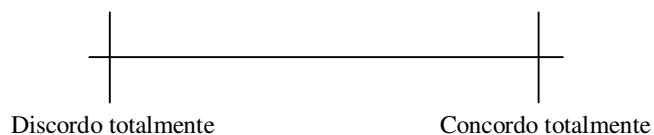
10. Pode ser arriscado mudar rapidamente para novas tecnologias empregadas na produção de alimentos.



11. A sociedade não deve depender demais de tecnologias para resolver os seus problemas alimentares.



12. Não faz sentido experimentar alimentos produzidos a partir de alta tecnologia, porque os que eu consumo já são bons o suficiente.

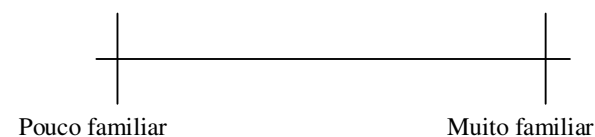


13. A mídia geralmente fornece uma visão equilibrada e imparcial das novas tecnologias empregadas na produção de alimentos.



Parte 2: Por favor, usando a escala abaixo indique qual a sua familiaridade com os produtos obtidos pelas tecnologias a seguir:

1. Iogurte enriquecido com proteínas bioativas



2. Iogurte transgênico



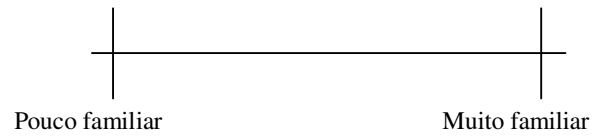
3. Iogurte pasteurizado



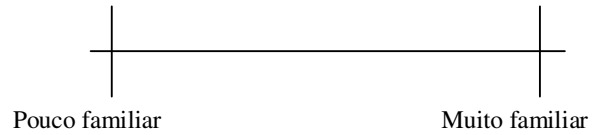
4. Iogurte com nanocompostos



5. Iogurte tradicional

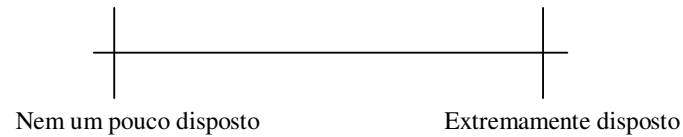


6. Iogurte orgânico



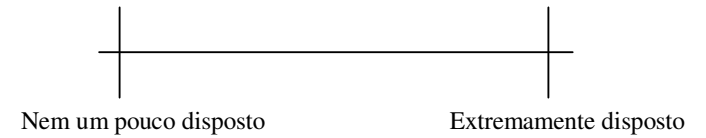
Parte 3: Por favor, usando a escala abaixo indique qual a sua disposição em experimentar os produtos obtidos a partir das tecnologias a seguir:

1. Iogurte enriquecido com proteínas bioativas

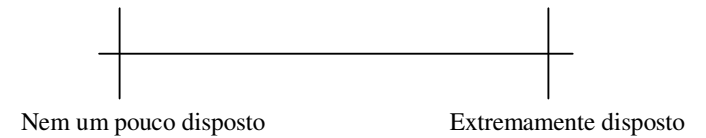


2.

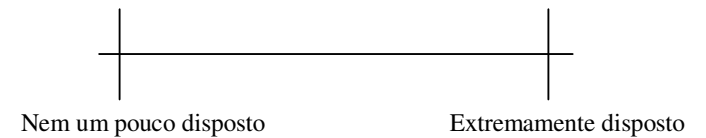
Iogurte transgênico



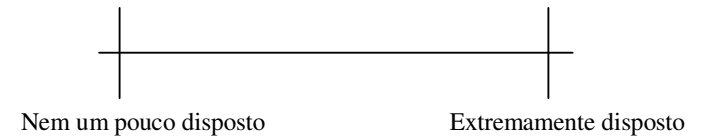
3. Iogurte pasteurizado



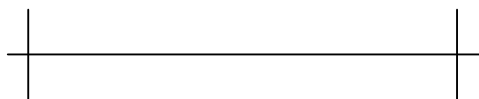
4. Iogurte com nanocompostos



5. Iogurte tradicional



6. Iogurte orgânico



Parte 4:
Dados
os
Pessoais

Nem um pouco disposto

Extremamente disposto

1. Sexo: ☐ Masculino ☐ Feminino **2. Nasc.:** (Ano): _____

1. Estado Civil:

☐ Solteiro ☐ Casado ☐ União estável ☐ Viúvo ☐ Outro

2. Grau de instrução:

☐ 1º grau incompleto ☐ 2º grau completo ☐ Superior
☐ 1º grau completo ☐ 2º grau incompleto ☐ Pós-Graduado

3. Em média, qual categoria de renda familiar mensal, você se enquadra?

☐ R\$ 415,00 a R\$ 679,00 ☐ R\$ 680,00 a R\$961,00
☐ R\$ 962,00 a R\$ 1458,00 ☐ R\$ 1459,00 a R\$2655,00
☐ R\$ 2656,00 a R\$ 4753,00 ☐ R\$ 4754,00 a 8294,00
☐ R\$ 8295,00 a R\$11479,00 ☐ Acima de R\$ 11480,00
☐ Desempregado

4. Quantas pessoas vivem desta renda?

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ Outro: _____



O Departamento de Tecnologia de Alimentos, da Universidade Federal de Viçosa, está realizando uma pesquisa com consumidores de iogurte da cidade de Viçosa.

1) Dados Pessoais

- 3. Estado Civil:**
☐ Solteiro ☐ Casado ☐ União estável ☐ Viúvo ☐ Outro

- 4. Grau de instrução:**
- | | | |
|---|---|---------------------------------------|
| ☐ 1º grau incompleto | ☐ 2º grau completo | ☐ Superior |
| ☐ 1º grau completo | ☐ 2º grau incompleto | ☐ Pós-Graduado |

- | | |
|--|---|
| ☐ R\$ 415,00 a R\$ 679,00 | ☐ R\$ 680,00 a R\$961,00 |
| ☐ R\$ 962,00 a R\$ 1458,00 | ☐ R\$ 1459,00 a R\$2655,00 |
| ☐ R\$ 2656,00 a R\$ 4753,00 | ☐ R\$ 4754,00 a 8294,00 |
| ☐ R\$ 8295,00 a R\$11479,00 | ☐ Acima de R\$ 11480,00 |
| | ☐ Desempregado |

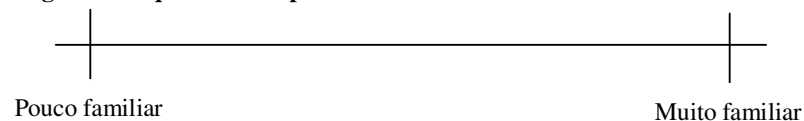
- ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ Outro:_____

- Utilizando a escala abaixo indique a frequência média com a qual você costuma consumir iogurte.

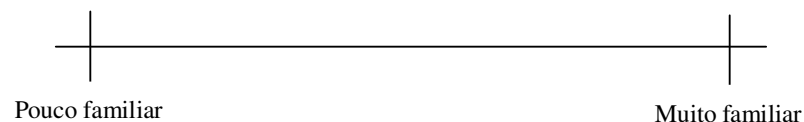
- | | |
|--|--|
| ☐ Todos os dias | ☐ De 15 em 15 dias |
| ☐ Três vezes por semana | ☐ Uma vez ao mês |
| ☐ Duas vezes por semana | ☐ Menos de uma vez ao mês |
| ☐ Uma vez por semana | ☐ Nunca consumo |

- 3) **Questionário de familiaridade:** Por favor, usando a escala abaixo indique qual a sua familiaridade com os produtos obtidos pelas tecnologias a seguir:

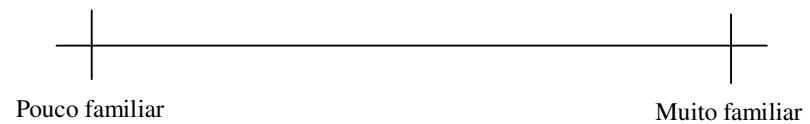
- ### 1. Iogurte enriquecido com proteínas bioativas



- ## 2. Iogurte transgênico



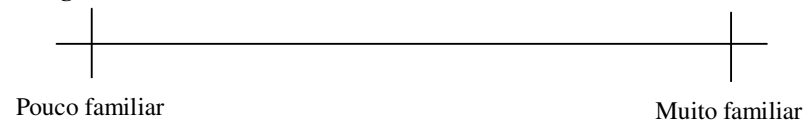
- ### 3. Iogurte pasteurizado



4. Iogurte com nanocompostos



5. Iogurte tradicional



6. Iogurte orgânico

