



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DOMÉSTICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE  
ALIMENTOS



**PERCEPÇÃO DO CONSUMIDOR QUANTO À ACEITABILIDADE DE  
EMBALAGENS COMESTÍVEIS NANOESTRUTURADAS EM ALIMENTOS**

ROBSON LUIS TRINDADE LUSTOSA

RECIFE/PE  
Agosto de 2015

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DOMÉSTICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE  
ALIMENTOS

ROBSON LUIS TRINDADE LUSTOSA

**PERCEPÇÃO DO CONSUMIDOR QUANTO À ACEITABILIDADE DE  
EMBALAGENS COMESTÍVEIS NANOESTRUTURADAS EM ALIMENTOS**

Dissertação apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação em  
Ciência e Tecnologia de Alimentos,  
da Universidade Federal Rural de  
Pernambuco, como requisito para  
obtenção do Grau de Mestre em  
Ciência e Tecnologia de Alimentos.

ORIENTADORA: Andrelina Maria Pinheiro Santos

CO-ORIENTADORA: Maria Inês Sucupira Maciel

RECIFE/PE

Agosto de 2015

Ficha Catalográfica

L972p Lustosa, Robson Luis Trindade  
Percepção do consumidor quanto à aceitabilidade de  
embalagens comestíveis nanoestruturadas em alimentos / Robson  
Luis Trindade Lustosa. – Recife, 2015.  
117 f.: il.

Orientador(a): Andrelina Maria Pinheiro Santos.  
Dissertação (Programa de Pós-graduação em Ciência e  
Tecnologia de Alimentos) –Universidade Federal Rural de  
Pernambuco, Departamento de Ciências Domésticas, Recife,  
2015.

Inclui apêndice(s) e referências.

1. Nanotecnologia 2. Embalagens comestíveis 3. Percepção  
4. Alimentos - Embalagens 5. Nanoalimentos I. Santos, Andreлина  
Maria Pinheiro, orientadora II. Título

CDD 664

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DOMÉSTICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE  
ALIMENTOS

**PERCEPÇÃO DO CONSUMIDOR QUANTO À ACEITABILIDADE DE  
EMBALAGENS COMESTÍVEIS NANOESTRUTURADAS EM ALIMENTOS**

**Por Robson Luis Trindade Lustosa**

Esta dissertação foi julgada para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos e aprovada em \_\_/\_\_/\_\_ pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimento em sua forma final.

Banca Examinadora:

---

Prof/a Dr/a. Samara Alvachian Cardoso Andrade  
UFPE

---

Prof/a Dr/a. Maria Alice Vasconcelos Rocha  
UFRPE

---

Prof/a Dr/a. Laura Duque Arrazola  
UFRPE

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus; aos meus pais e irmã, Carlos, Ana e Viviane, à minha família e aos amigos pelo incessante incentivo e por compreenderem a minha constante ausência durante a sua realização.

## **AGRADECIMENTOS**

À Prof<sup>a</sup> Andrelina Maria Pinheiro Santos, minha orientadora, pela oportunidade de realização deste trabalho e por fortalecer em mim o prazer da pesquisa;

À Prof<sup>a</sup> Maria Inês Sucupira Maciel, minha orientadora, pela mobilização e disponibilidade de orientar este estudo;

Às professoras do Programa de Pós-graduação nível Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos da UFRPE pela construção do aprendizado e pela “provocação” dos saberes com vistas a promover o desenvolvimento da sociedade;

A todos os colegas da turma 2013.2 do Programa de Pós-graduação nível Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos da UFRPE pela participação direta e indireta nessa “caminhada” de investigação e aprendizagem;

Aos meus monitores, Carla Graciela e Eron Ferreira, pelo apoio e acompanhamento nas atividades de campo;

A meus pais, irmã e minha família pelo apoio, mesmo que indireto, e pela paciência durante a realização deste projeto;

À Prof<sup>a</sup> Sandra Marinho e demais colegas docentes pelo incentivo à docência e à pesquisa;

À equipe administrativa e operacional do Programa de Pós-graduação nível Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos da UFRPE por todo apoio técnico.

“O consumidor “observa” os produtos, mas os produtos que ele “observa” não são realmente produtos; são produtos embalados”.

## RESUMO

A embalagem desempenha um papel importante na manutenção e determinação da qualidade e da vida de prateleira dos alimentos. Há o desenvolvimento crescente de embalagens poliméricas biodegradáveis e comestíveis haja vista preocupações com o meio ambiente. A nanotecnologia possibilita a geração e o desenvolvimento de filmes comestíveis aprimorando suas propriedades mecânicas, de barreira e antimicrobianas. A resistência à inovação é largamente influenciada tanto pela percepção de riscos quanto pelo nível de conhecimento do consumidor sobre a nova tecnologia, elementos estes que afetam a aceitabilidade de novos produtos e que podem provocar atitudes de resistências pelo consumidor. Apesar da aplicação da nanotecnologia pelas indústrias de alimentos, ocorre a rejeição por parte do consumidor frente à percepção dos possíveis riscos à saúde humana e ao meio ambiente. O consumidor tem revelado importante papel na consolidação destas tecnologias através do julgamento e da aceitação dos novos produtos, determinando, pois, seu sucesso ou fracasso comercial. Assim, a presente pesquisa tem como objetivo avaliar a percepção do consumidor quanto à aceitabilidade de embalagem comestível nanoestruturada à base de quitosana por consumidores da cidade do Recife (PE). O estudo apresentado no artigo 1 verificou a percepção do consumidor quanto à aceitabilidade de embalagens comestíveis nanoestruturadas a partir de pesquisa *Survey* com questionário composto de escala Likert de 5 pontos realizada com 361 consumidores. Os efeitos das variáveis sociodemográficas sobre as percepções dos consumidores foram analisados através de testes não paramétricos (Wilcoxon-Mann-Whitney, Kruskal Wallis e Gamma de Goodman-Kruskal). A intenção de compra foi avaliada considerando o efeito das percepções de benefícios e riscos sobre as atitudes do consumidor (teste de Wilcoxon) ao nível de 95% de confiança. Variáveis como idade, escolaridade e renda provocaram efeitos variados no que concerne às percepções de riscos e benefícios. Os resultados demonstraram que os consumidores, embora possuam pouco conhecimento acerca da nanotecnologia, demonstraram elevado interesse quanto ao uso desta nova tecnologia no desenvolvimento de embalagens para alimentos. As percepções de benefícios demonstraram efeito significativo ( $p < 0,05$ ) na aceitação e aquisição de produtos alimentares e embalagens com uso de nanotecnologia comparada com as percepções de riscos. O artigo 2 apresenta o estudo da aceitação da nanotecnologia através de grupo focal realizado com oito (8) indivíduos, em duas modalidades distintas de condução do grupo focal segundo a exposição de benefícios e riscos da nanotecnologia em alimentos e embalagens para alimentos. Os dados obtidos através do método de grupo focal foram inferenciados a partir da análise de conteúdo temático-categorial das falas transcritas dos respondentes. Os resultados obtidos nas discussões realizadas nos grupos focais apresentaram uma teia complexa de parâmetros envolvidos com a aceitação de embalagens comestíveis com uso de nanotecnologia, como as percepções de riscos e de benefícios, as preocupações quanto aos efeitos das nanopartículas nos organismos vivos e no meio ambiente, confiança nos diferentes *stakeholders* envolvidos com o desenvolvimento da ciência e de novas tecnologias. Em ambos os estudos, a comunicação e informação acerca da nanotecnologia foram apontadas como fator de importância para a aquisição e intenção de compra de produtos alimentares revestidos por embalagens comestíveis nanoestruturadas.

**Palavras-chave:** Nanotecnologia; embalagens comestíveis; percepção de benefícios, embalagens para alimentos, nanoalimentos



## ABSTRACT

Packaging plays an important role in the maintenance and determination of the quality and shelf life of food. There is increasing development of biodegradable polymer and edible packaging considering environmental concerns. Nanotechnology opportunities the generation and developing of edible films due to their mechanical properties, barrier and antimicrobial improvement. Resistance to innovation is largely influenced as much by perception of risk as by consumers' level of knowledge about the new technology, matters which affect the acceptability of new products and can cause resistance by the consumer attitudes. Despite the application of nanotechnology by the food industry, it could occur the rejection by the consumer because the perception of the possible human health and environmental risks. Consumer has revealed important role in the consolidation of these technologies through the judgment and acceptance of new products, determining therefore its success or commercial failure. Thus, the present study aims to evaluate consumer perceptions regarding the acceptability of edible packaging nanostructured based on chitosan by consumers in the city of Recife (PE). The study presented in article 1 the consumer perceptions regarding the acceptability of edible packaging nanostructured from a Survey questionnaire with 5-point Likert scale performed with 361 consumers. The effects of sociodemographic variables on consumers' perceptions were analyzed using nonparametric tests (Wilcoxon-Mann-Whitney, Kruskal Wallis and Gamma of Goodman-Kruskal). The purchase intention was evaluated considering the effect of perceptions of benefits and risks on consumer attitudes (Wilcoxon test) at 95% confidence. Variables such as age, education and income caused varying effects with respect to perceptions of risks and benefits. Results demonstrated that consumers, while having little knowledge of nanotechnology, have shown great interest in the use of this new technology in the development of food packaging. Benefits of perceptions showed significant effect ( $p < 0.05$ ) acceptance and purchase of food products and packaging with nanotechnology use compared to the risk perceptions. Article 2 presents the study of nanotechnology acceptance through focus group conducted with eight (8) individuals in two different modes driving the focus groups according to exposure benefits and risks of nanotechnology in food and food packaging. Data obtained from focus group method were analysed from the thematic-categorical content analysis of transcribed speech of respondents. Results obtained in focus group discussions showed a complex web of parameters involved with the acceptance of edible packaging using nanotechnology, how perceptions of risks and benefits, concerns about the effects of nanoparticles on living organisms and the environment, confidence in the different stakeholders involved in the development of science and new technologies. In both studies, communication and information about nanotechnology have been identified as important factor for the acquisition and willingness-to-pay for food products coated with nanostructured edible packaging.

**Key-words:** Nanotechnology, edible coatings, benefits perceptions, food packing, nanofood

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Frequência (%) das respostas dos participantes quanto ao conhecimento sobre Nanotecnologia.....	67
Figura 2. Frequência (%) das respostas dos participantes quanto aos benefícios da Nanotecnologia na produção de alimentos.....	70
Figura 3. Frequência (%) das respostas dos participantes quanto aos benefícios da Nanotecnologia na produção de embalagens para alimentos.....	72
Figura 4. Frequência (%) das respostas dos participantes quanto aos riscos da Nanotecnologia.....	73
Figura 5. Frequência (%) das respostas dos participantes quanto ao risco em consumir Nanoprodutos alimentares.....	76
Figura 6. Frequência (%) das respostas dos participantes quanto ao conhecimento sobre embalagens comestíveis.....	77
Figura 7. Frequência (%) das respostas dos participantes quanto às embalagens comestíveis.....	78
Figura 8. Frequência (%) das respostas dos participantes quanto à intenção de compra de Nanoprodutos alimentares.....	79

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Validação estatística dos questionários segundo as Regiões Político-Administrativas do município do Recife.....	56
Tabela 2 – Resultados do teste de Wilcoxon-Mann-Whitney comparando os gêneros feminino e masculino dentro das Regiões Político-Administrativas/RPA's.....	58
Tabela 3 – Efeitos da variável 'profissão' sobre as dimensões analíticas abordadas, segundo a estatística do teste de Kruskal-Wallis.....	59
Tabela 4 – Resultados do teste de Kruskal-Wallis comparando os grupos de profissões dentro das Regiões Político-Administrativas/RPA's.....	60
Tabela 5 – Resultados do teste Gamma de Goodman-Kruskal quanto à variável 'faixa etária' dentro das Regiões Político-Administrativas/RPA's.....	61
Tabela 6 – Resultados do teste Gamma de Goodman-Kruskal quanto à variável 'escolaridade' dentro das Regiões Político-Administrativas/RPA's.....	62
Tabela 7 – Resultados do teste Gamma de Goodman-Kruskal quanto à variável 'renda' dentro das Regiões Político-Administrativas/RPA's.....	63
Tabela 8 – Frequência (%) das respostas dos participantes quanto ao conhecimento sobre Nanotecnologia.....	67
Tabela 9 – Frequência (%) das respostas dos participantes quanto aos benefícios da Nanotecnologia na produção de alimentos.....	70
Tabela 10 – Frequência (%) das respostas dos participantes quanto aos benefícios da Nanotecnologia na produção de embalagens para alimentos.....	71
Tabela 11 – Frequência (%) das respostas dos participantes quanto aos riscos da Nanotecnologia.....	73
Tabela 12 – Média aritmética dos escores obtidos nas respostas às questões relacionadas com a percepção de riscos da Nanotecnologia.....	74
Tabela 13 – Frequência (%) das respostas dos participantes quanto ao risco em consumir Nanoprodutos alimentares.....	75
Tabela 14 – Frequência (%) das respostas dos participantes quanto ao conhecimento sobre embalagens comestíveis.....	76
Tabela 15 – Frequência (%) das respostas dos participantes quanto às embalagens comestíveis.....	78
Tabela 16 – Frequência (%) das respostas dos participantes quanto à intenção de compra de Nanoprodutos alimentares.....	79
Tabela 17 – Média aritmética dos escores obtidos nas respostas às questões relacionadas com a intenção de compra de produtos alimentares desenvolvidos pela Nanotecnologia.....	81
Tabela 18 – Resultados do teste de Wilcoxon comparando os escores relacionados com as percepções de benefícios, percepções de riscos e intenção de compra dentro das Regiões Político-Administrativas/RPA's.....	82

Tabela 19 – Média aritmética dos escores obtidos nas respostas às questões relacionadas com a percepção de riscos da Nanotecnologia dentro das Regiões Político-Administrativas/RPA's.....	83
--	----

## SUMÁRIO

1 Introdução.....	11
2 Problema de Pesquisa e Hipótese.....	14
3 Revisão da Literatura.....	16
3.1 Nanotecnologia.....	16
3.2 Aplicação Industrial.....	17
3.3 Nanotecnologia aplicada no setor de embalagens para alimentos.....	20
3.4 Filmes e revestimentos nanoestruturados.....	21
3.5 Nanotecnologia e a percepção e aceitação dos consumidores.....	23
4 Referências Bibliográficas.....	35
5 Resultados	
5.1 ARTIGO 1: Percepção, aceitação e intenção de compra dos consumidores quanto a embalagens comestíveis nanoestruturadas.....	45
5.2 ARTIGO 2: Percepção do consumidor quanto ao uso da nanotecnologia em embalagens comestíveis através de grupos focais.....	90
6 Considerações Finais.....	112
APÊNDICE A – Questionário da pesquisa <i>survey</i> .....	113
APÊNDICE B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	117
APÊNDICE C – Protocolo e roteiro do grupo focal.....	120
APÊNDICE D – Caracterização sociodemográfica dos participantes do <i>survey</i> segundo as Regiões Político-Administrativas/RPA do município do Recife.....	126

## 1 INTRODUÇÃO

A embalagem desempenha um papel importante na manutenção e determinação da qualidade e da validade comercial dos alimentos; além de conter e proteger o alimento do ambiente externo, atua como parte integral dos métodos de preservação empregados, assegurando a satisfação do consumidor através dos valores que carrega em si. A taxa e a magnitude de muitas mudanças de qualidade nos alimentos pode ser minimizada com o desenvolvimento de embalagens adequadamente projetadas para auxiliar no controle dos principais fatores extrínsecos que influenciam na deterioração, como a umidade, oxigênio, luz, temperatura e transporte de gases e aromas (ROBERTSON, 2012; BRODY, 2009).

Os materiais empregados para embalagens de alimentos consistem em uma variedade de polímeros à base de elementos petroquímicos, metais, vidro e papel, contudo tais materiais geram resíduos envolvidos com os danos ambientais. Neste contexto, há o desenvolvimento crescente de embalagens poliméricas biodegradáveis e comestíveis. Além de conter e proteger o alimento, as embalagens comestíveis são capazes de fornecer muitas vantagens funcionais, como, por exemplo, modificar o metabolismo do tecido vegetal, carrear antioxidantes e outros conservantes; enriquecer formulações e melhorar a integridade estrutural do produto (GALGANO et al., 2015; SILVESTRE; DURACCIO; CIMMINO, 2011; MAHALIK; NAMBIAR, 2010).

Uma variedade de polissacarídeos, proteínas e lípidos derivados de plantas e animais são utilizados, seja isoladamente ou em misturas, para a produção de filmes e revestimentos comestíveis. Dentre os polissacarídeos, a quitosana se destaca devido às suas diversas propriedades para a elaboração de filmes comestíveis, como propriedades de barreira a vapor d'água, gases, ação anti-oxidante e antimicrobiana, entre outros (LECETA et al.; 2013; YOUNES et al., 2012 ; MENDES et al., 2011; VÁSCONEZ et al., 2009 ; MUZZARELLI; MUZZARELLI, 2005 ).

A nanotecnologia envolve a aplicação e manipulação de moléculas e estruturas com uma dimensão entre 1 a 100nm. Em escala nanométrica, os materiais podem apresentar modificações em suas propriedades física, química e biológica, devido ao maior raio de superfície. Por esta característica que a nanotecnologia possibilita o desenvolvimento de materiais para embalagem com melhores propriedades mecânicas, de barreira e

antimicrobianas (PICOUET et al., 2014; KANMANI; LIM, 2013; ESPITIA et al., 2012; GRUÈRE, 2012; CHAUDHRY; CASTLE, 2011; DUNCAN, 2011; AZEREDO, 2009 ).

Embalagens para alimentos com nanomateriais antimicrobianos apresentam um aumento da fase lag, ou seja, a fase de adaptação dos microrganismos ao novo ambiente, retardando e reduzindo o seu nível de crescimento, aumentando assim a vida de prateleira do produto, bem como a sua qualidade e biossegurança. A combinação da quitosana com materiais nanoestruturados permite a geração de novos produtos, potencializando as propriedades de barreira do material polimérico e garantindo maior resistência antimicrobiana, demonstrando, a potencialidade deste novo material para o desenvolvimento de pesquisa e inovação em embalagens para alimentos (LIU; BERGRUND, 2012; MEDEIROS et al., 2012; CARNEIRO-DA-CUNHA et al., 2010; YOKSAN; CHIRACHANCHAI, 2010; AZEREDO, 2009; DU et al., 2009).

Apesar do interesse da aplicação da nanotecnologia pelas indústrias de alimentos a nível mundial, ainda ocorre a rejeição por parte do consumidor frente aos riscos percebidos. A falta de conhecimento acerca da nanotecnologia no setor de alimentos e seus efeitos potenciais suscitam preocupações no consumidor que pode apresentar aversão aos produtos nanoalimentares (BRADLEY et al., 2011; CHAUDHRY et al., 2008; TIEDE et al.; 2008). Pesquisas direcionadas para a investigação da aceitabilidade da nanotecnologia em alimentos demonstraram que as atitudes e a intenção de compra do consumidor variam de país para país, desenvolvidos e em desenvolvimento, conforme aspectos demográficos, envolvendo *status* socioeconômico e escolaridade (SCHNETTLER et al.; 2013; ROLLIN et al.; 2011).

Verifica-se, pois, que ao longo do surgimento das novas tecnologias frente às tecnologias convencionais, o consumidor tem revelado importante papel na consolidação destas através do julgamento e da aceitação da nova tecnologia e dos novos produtos, determinando, pois, seu sucesso ou fracasso comercial. Esta mesma situação vem sendo verificada com a nanotecnologia no setor de alimentos, seja no desenvolvimento de produtos ou embalagens. Assim, a relevância para o desenvolvimento desta pesquisa pode ser justificada por diversos temas transversais a esta investigação, como o potencial das embalagens comestíveis elaborados através da nanotecnologia e a aceitação de novas tecnologias no setor de alimentos.

A avaliação das concepções dos consumidores acerca do uso da nanotecnologia na produção de alimentos é de extrema importância para as indústrias do setor alimentício uma vez que possibilita compreender quais fatores intervêm na intenção de compra desses produtos, sendo determinante no momento de desenvolvimento tecnológico e uma ferramenta essencial no estudo de segmentação de mercado.

As atitudes do consumidor quanto a um alimento não estão baseadas apenas nos atributos sensoriais do produto e nem nos aspectos fisiológicos, mas também estão correlacionadas com outros fatores, como a experiência anterior, informação e conhecimento sobre o produto, crenças e atitudes baseadas nas percepções de riscos e benefícios.

No panorama do desenvolvimento da nanotecnologia no Brasil, Pernambuco se enquadra como um dos integrantes deste crescimento científico e tecnológico, todavia não há registros na região de pesquisas quanto à percepção do consumidor sobre nanoalimentos. Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar a percepção, aceitabilidade e intenção de compra do consumidor quanto às embalagens comestíveis nanoestruturadas aplicadas em alimentos. O estudo foi realizado através de questionários para realização de pesquisa *survey*, com a finalidade de verificar a percepção dos consumidores quanto às embalagens desenvolvidas aplicando a nanotecnologia através de testes estatísticos não paramétricos e por fim analisar a influência dos riscos e benefícios percebidos sobre nanotecnologia.



## 2 PROBLEMA DE PESQUISA E HIPÓTESE

Em um mercado onde ocorre o aumento da demanda por alimentos processados e com qualidade total (microbiológica, nutricional, sensorial entre outros), associados a uma crescente preocupação com a sustentabilidade e a responsabilidade ambiental, por parte dos consumidores, e que cada vez mais requerem o emprego de materiais renováveis e biodegradáveis, as embalagens comestíveis vêm sendo empregadas de forma favorável como materiais promissores para o revestimento de alimentos.

Todavia, apesar da nanotecnologia apresentar o potencial de aprimorar as embalagens dos produtos em suas propriedades mecânicas e de barreira e aumentar a qualidade nutricional, sensorial e microbiológica dos alimentos, estendendo, pois, sua validade comercial, os consumidores apresentam hesitação frente ao uso desta tecnologia pela indústria de alimentos. Assim, esta investigação buscou solucionar o seguinte problema da pesquisa: **Quais as percepções do consumidor que afetam a aceitabilidade de embalagem comestível nanoestruturada?**

Ao longo do surgimento das novas tecnologias frente às tecnologias convencionais, o consumidor tem revelado importante papel na consolidação destas através do julgamento e da aceitação da nova tecnologia e dos novos produtos, determinando, pois, seu sucesso ou fracasso comercial. Assim, a percepção do consumidor quanto à qualidade, segurança e confiança em relação à esta nova tecnologia empregada na indústria de alimentos certamente refletirá na intenção de compra e consumo do produto.

O comportamento do consumidor é um processo complexo e multifacetado que envolve a compreensão dos elementos pertinentes ao processo decisório os quais influenciam na tomada de decisão quanto à aquisição de um produto. Este processo pode ser construído de forma individual ou em grupo e está diretamente correlacionado com as atitudes do sujeito em selecionar, confiar, usar e descartar produtos e serviços, experiências ou ideias para satisfazer as suas necessidades, bem como os impactos que estes produtos e seus processos de produção têm sobre si, a sociedade e o meio ambiente (HAWKINS; MOTHERSBAUGH; BEST, 2012).

Assim, a fim de estabelecer uma conexão causal que possibilite alcançar respostas plausíveis ao problema desta pesquisa, formula-se a hipótese de que **as percepções dos**

**consumidores acerca dos riscos e dos benefícios advindos da aplicação da nanotecnologia pelo setor de alimentos afetam diretamente a aceitabilidade dos produtos alimentares desenvolvidos por esta nova tecnologia.**

### 3 REVISÃO DA LITERATURA

#### 3.1 Nanotecnologia

A nanotecnologia tem sido reportada em diversos veículos de comunicação como a tecnologia que terá maior desenvolvimento neste século XXI, sobretudo devido às potencialidades denotadas pelas mudanças das propriedades físico-químicas dos materiais desenvolvidos em escala nanométrica e, sobretudo, devido à capacidade de possibilitar o desenvolvimento de novos produtos inovadores em diversos setores, levando esta área do conhecimento a um nível de integração multidisciplinar e multi-industrial (BEUMER; BHATTACHARYA, 2013; CHEN; YADA, 2011; SOZER; KOKINI, 2009).

As pesquisas em nanotecnologia iniciaram, a nível mundial, por volta de 1990 e, quando os Estados Unidos criaram a *National Nanotechnology Initiative* (NNI), em 2000, diversos países desenvolvidos iniciaram um processo global de pesquisa e desenvolvimento da nanociência e da nanotecnologia. Atualmente, a vanguarda da pesquisa e desenvolvimento de produtos nanotecnológicos encontra-se concentrada nos Estados Unidos, Alemanha, Reino Unido, Japão e China (ROCO; MIRKIN; HERSAM, 2011; ABDI, 2010).

No Brasil, a partir de 2000, o Governo Federal reconheceu a importância da nanotecnologia e seu potencial de assegurar competitividade econômica no mercado externo. Logo, o Centro Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico/CNPq iniciou a apresentação de projetos nas áreas de materiais nanoestruturados, interfaces, nanotecnologia molecular, nanobiotecnologia e nanodispositivos semicondutores. Em 2005, foi criado o Programa Nacional de Nanotecnologia/PNN cujo objetivo era implantar e apoiar laboratórios, fomentar instituições e projetos para pesquisa e desenvolvimento de micro e nanotecnologias (ABDI, 2010; KAY; SHAPIRA, 2009).

Em 2014, através da Portaria n. 1.358/14, foi instituído o Comitê Interno de Nanotecnologia da Agência Nacional de Vigilância Sanitária o qual estará responsável em elaborar um banco de dados sobre nanopartículas e nanomateriais e as empresas que fazem uso dessas tecnologias, bem como elaborar normas e guias específicos para a avaliação e controle de produtos que empregam a nanotecnologia em seu processamento.

O avanço tecnológico e a grande variedade de sistemas nanométricos direciona a definição de nanotecnologia para além do referencial a um tamanho específico, caracterizando-a segundo a dependência das novas propriedades físicas, mecânicas, químicas, biológicas, entre outros, com a escala de tamanho nano ( $10^{-9}$ ), contudo a faixa de 1 a 100nm continua sendo largamente aceita por pesquisadores, organizações norte-americanas, europeias e internacionais (KREYLING; SEMMLER-BEHNKE; CHAUDHRY, 2010).

A *International Organization for Standardization/ISO* apresentou, em relação à nanotecnologia, em 2008, a ISO/TS 27687:2008 a qual descreve os conceitos empregados na área, como nanopartícula, nano-objeto e nanofibra. Em 2011, surgem a ISO/TS 80004-4:2011, a qual consiste em uma série de normas quanto ao vocabulário utilizado na área, e a ISO/TS 13121:2011, norma relacionada com os riscos da nanotecnologia para a saúde humana e ambiental (MUELLER et al., 2012; ISO, 2010).

Em uma análise e previsão a curto prazo do seu ciclo evolutivo, considerando o período de 2000 a 2020, categoriza-se o desenvolvimento de nanoproductos em quatro momentos ou gerações. O primeiro se refere à geração de produtos nanotecnológicos já existentes no mercado configurado como nanoestruturas passivas as quais apresentam apenas um comportamento reativo. A segunda geração é formada pelas nanoestruturas ativas, as quais modificam seu estado durante as operações. A terceira se compõe de nanosistemas integrados, onde a partir de técnicas de síntese e agregação, é possível a criação de sistemas de nanosistemas. A quarta geração é formada por nanosistemas heterogêneos e moleculares, onde cada molécula de um sistema integrado desempenha um papel específico (ABDI, 2010).

### 3.2 Aplicação Industrial

O mercado de nanotecnologia, demonstrado pelo seu potencial multi-industrial, tem gerado enorme interesse haja vista a sua grande plataforma tecnológica que possibilita a geração de inúmeros produtos, o que torna a nanotecnologia uma oportunidade interessante para as empresas de diversos setores. Segundo a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial/ABDI (2010), os setores que mais têm se destacado no lançamento de produtos

obtidos por via nanotecnológica, ou contendo nanotecnologia, são o de energia, iluminação, automobilístico, cosmético, farmacêutico, têxtil e de embalagens, sobretudo para alimentos. No que se refere ao setor de embalagens para alimentos, destaca-se o desenvolvimento de embalagens com melhores propriedades de barreira, à base de nanocompósitos; embalagens inteligentes, sensíveis a gases de decomposição de alimentos; e embalagens com propriedades antimicrobianas.

Segundo pesquisa desenvolvida pela *Lux Research* (2009), os investimentos e a movimentação financeira prevista em nanotecnologia para o ano de 2015, estarão na ordem de US\$ 2,5 trilhões, não refletem apenas um mercado, mas sim uma cadeia de valor a qual inclui uma rede baseada no processamento e desenvolvimento de bens de consumo, como os nanomateriais, os nanointermediários e as nanoaplicações. Para 2018, a consultora privada em tecnologias emergentes prevê investimentos de US\$ 4,4 trilhões de governos e empresas privadas. O *Project on Emerging Nanotechnology/PEN*, ligado ao *Woodrow Wilson International Center for Scholars*, responsável por várias pesquisas no campo da nanotecnologia, contém em seu inventário, *Nanotechnology Consumer Products Inventory*, o registro de 1.814 produtos, em 2014, com aplicação de nanomateriais na escala nanométrica.

As indústrias, que outrora concentraram seu tempo em uma fase de pesquisa e desenvolvimento da nanotecnologia, adentraram em uma fase de disponibilizar comercialmente os seus produtos no mercado. Ressalta-se que os produtos estão sendo comercializados em todo o mundo, mesmo antes de se ter uma legislação específica para sistemas contendo nanoestruturas, todavia três fatores centrais dificultam a regulamentação desses nanomateriais: o elevado grau de incerteza científica sobre a interação dos nanomateriais, devido às suas características físico-químicas, e suas implicações para a saúde e o meio ambiente; a compreensão dos comportamentos específicos que surgem como resultado dos efeitos quânticos advindos das variações de tamanho dentro da escala nanométrica; a escassez de dados sobre os produtos “nanoengenheirados”, incluindo método de processamento, utilização prevista e forma de eliminação, apesar de alguns órgãos governamentais incentivarem ou exigirem relatórios por parte das empresas que empregam nanomateriais em seus produtos (BEAUDRIE; KANDLIKAR; SATTERFIELD, 2013; ENGEMAN et al., 2012; SHAPIRA et al., 2011).

As mudanças significativas das características e propriedades físicas e químicas dos materiais em escala nanométrica são o principal ponto de preocupação e risco tendo em vista a alta reatividade dos materiais nesta dimensão, podendo ocorrer impactos negativos aos seres vivos, devido à inalação, absorção ou ingestão de nanopartículas, e ao meio ambiente, por deposição ou contaminação com esses materiais. Apesar da ocorrência natural de nanopartículas, a incorporação e o conseqüente descarte de produtos com nanopartículas podem provocar uma contaminação ambiental, seja do solo ou da água (BHATTACHARYY et al., 2011).

A falta de regulamentação quanto ao uso da nanotecnologia e a escassez de estudos quanto à possível toxicidade das nanopartículas geram uma lacuna a qual possibilita a construção de percepções negativas quanto à nanotecnologia, determinando uma apreensão na sociedade quanto aos riscos advindos do consumo de produtos nanotecnológicos. Muitos estudos estão voltados para verificar a toxicidade de nanopartículas inorgânicas, baseadas em óxidos metálicos, como o dióxido de titânio e dióxido de silício, ou metais, como ouro e prata (BRAYNER et al., 2013).

É crescente o número de produtos à base de nanomateriais seja em desenvolvimento ou já comercializado por setores os quais atuam intensivamente em tecnologia, tais como o de eletrônicos, medicina, fármacos, próteses e órteses, entre outros, perpassando por áreas como a de bens de consumo como têxtil, de cosméticos, e adentrando cada vez mais no setor de alimentos, tornando-se, portanto, uma realidade mais concreta (CUSHEN et al., 2012; CHAUDHRY; CASTLE, 2011).

A agricultura encontra-se largamente empregada para além da produção de gêneros alimentícios, focando o cultivo e o desenvolvimento de outras culturas vegetais, como grãos e oleaginosas, para a produção de biocombustíveis e demais *commodities* agrícolas, o que gera uma competitividade para a produção de alimentos para o abastecimento das populações. A nanotecnologia e a nanobiotecnologia surgem para possibilitar o melhor rendimento das áreas cultivadas, maximizando o valor das práticas agrícolas. A aplicação da nanotecnologia através do uso de nanomateriais em sementes, fertilizantes e pesticidas apresenta o potencial de apoiar o agricultor a contornar muitas das dificuldades e desafios correlacionados com a produção agrícola, aumentando o desenvolvimento e proteção das plantas, minimizando os impactos do uso de defensivos agrícolas e evitando a perda da

biodiversidade (SEKHON, 2014; BHATTACHARYY et al., 2011; CHEN; YADA, 2011; GHORMADE; DESHPANDE; PAKNIKAR, 2011).

A preservação dos alimentos, a fim de se evitar a contaminação e deterioração dos mesmos, tem sido uma constante preocupação para o setor de alimentos ao longo dos anos. Neste contexto, as embalagens para alimentos desempenham um importante papel para garantir a qualidade e segurança do produto que contém, e a demanda do consumidor por produtos seguros, com maior vida de prateleira, melhor relação de custo-benefício e conveniência, tem levado ao desenvolvimento de embalagens com novas propriedades e funções, como as embalagens ativas as quais podem empregar a nanotecnologia (ESPETIA et al., 2012; RESTUCCIA et al., 2010).

### 3.3 Nanotecnologia aplicada no setor de embalagens para alimentos

A nanotecnologia no segmento de embalagens para alimentos surge como uma aplicação promissora a qual possibilita a geração de embalagens com novas funcionalidades, assegurando a segurança e a qualidade dos produtos (NEETHIRAJAN; JAYAS, 2011).

Sorrentino e colaboradores (2007), em seu estudo, apresentaram as perspectivas da pesquisa e da produção de materiais bionanocompósitos para aplicações em alimentos, como embalagens e revestimentos, tendo em vista o potencial apresentado pela descoberta e pelo desenvolvimento de novos materiais poliméricos, biodegradáveis, combinados com nanocompósitos inorgânicos. As nanopartículas metálicas são um dos mais promissores tipos de nanomateriais para o desenvolvimento de embalagens de alimentos, sobretudo devido à capacidade de atuar como antimicrobiano nesses produtos, sendo mais utilizadas em nanoaplicações o carbono, titânio, zinco, cobre, sílica e prata, o que oportuniza a criação de uma nova geração de embalagens ativas (DIZAJ et al., 2014; PANEA et al., 2014; SHANKAR; TENG; RHIM, 2014; SATIRIOU; PRATSINIS, 2010).

Embalagens contendo nanopartículas com propriedades antimicrobianas eficazes devido à elevada área de superfície em relação ao volume de nanopartículas, o que faz com que a reatividade aumente consideravelmente. A eficiência antimicrobiana desses tipos de polímeros nanocompósitos depende de diversos fatores, como a quantidade e o tamanho da

partícula, a sua distribuição na matriz polimérica, o grau de aglomeração das partículas, e a interação da área de superfície da nanopartícula com o polímero (SHANKAR; TENG; RHIM, 2014; RHIM; WANG; HONG, 2013). Para Espitia e colaboradores (2012), a incorporação dessas nanopartículas com propriedades antimicrobianas possibilitam eliminar a necessidade de adicionar aditivos antimicrobianos diretamente nos alimentos.

Os biopolímeros apresentam a vantagem de serem obtidos de fontes renováveis e por não agredirem o meio ambiente, contudo tais matérias-primas não podem competir fortemente com os plásticos convencionais haja vista suas propriedades físicas menos eficazes. Assim, esses biopolímeros têm sido formulados em associação com nanocompósitos e nanopartículas as quais aumentam em muitos casos as propriedades mecânicas e de barreira dos mesmos, bem como incorporar nestes materiais propriedades antimicrobianas e antioxidantes (BORDES; POLLET; AVÉROUS, 2009). Assim, o uso de nanobiocompósitos em embalagens para alimentos podem, não apenas proteger o alimento e aumentar a sua vida de prateleira, mas também possibilitam a redução dos impactos ao meio ambiente, solucionando o problema de acúmulo de resíduos em escala global.

### 3.4 Filmes e revestimento comestíveis nanoestruturados

O desenvolvimento de filmes e revestimentos comestíveis nanoestruturados, a maior parte cujas matérias primas advêm de fontes naturais renováveis, permitem uma redução dos impactos ambientais e dos custos com a coleta e disposição de resíduos comparados com os filmes poliméricos sintéticos, podendo também serem embalagens ativas com incorporação de compostos ativos melhora as propriedades mecânicas e de barreira, possibilitando o aumento da validade comercial dos alimentos.

A embalagem ativa é um sistema de embalagem que se refere à incorporação de certos aditivos, podendo estes estar soltos no espaço livre da embalagem (*headspace*), ligados à parte interior do material de embalagem ou incorporados nos próprios materiais de embalagem, com o objetivo de manter a qualidade do produto ou de se prolongar validade comercial. Em alguns casos, também altera as propriedades de permeabilidade da embalagem e/ou a concentração de compostos voláteis e diferentes gases durante o a vida de prateleira do produto. Este sistema pode adicionar, em pequenas quantidades,



antimicrobianos, antioxidantes ou outros agentes de melhoria de qualidade, através dos materiais de embalagem, para o alimento (DAY; POTTER, 2011).

Uma película de filme comestível pode ser definida como uma embalagem primária feita a partir de componentes comestíveis. Neste processo, uma fina camada de material comestível pode ser revestida diretamente em um alimento ou utilizado para formar um filme e ser utilizado como envoltório dos alimentos, sem alterar os ingredientes originais ou o método de processamento. Uma variedade de polissacarídeos, proteínas e lipídios derivados de plantas e animais são utilizados, seja isoladamente ou em misturas, para a produção dessas embalagens. As vantagens das embalagens (filmes e revestimentos) comestíveis são (BONILLA et al., 2012; FALGUERA et al., 2011; ROJAS-GRAÜ; SOLIVA-FORTUNY; MARTIN-BELLOSO, 2009):

- Podem ser consumidos com o produto embalado, não deixando embalagem residual para gerar resíduos;
- Contribuem para a redução da poluição do meio ambiente, uma vez que são susceptíveis à rápida degradação do que os polímeros de base petroquímica;
- Permitem a utilização de fontes renováveis;
- Aprimoram as propriedades sensoriais dos alimentos embalados;
- Podem complementar o valor nutritivo dos alimentos;
- Podem ser utilizados para a embalagem individual de alimentos;
- Podem ser aplicados dentro de alimentos heterogêneos nas interfaces entre as diferentes camadas de componentes e sob medida para impedir que a umidade entre os componentes e a migração de solutos;
- Funcionam como transportadores para agentes antimicrobianos e antioxidantes;
- Pode ser utilizados para a microencapsulação de aromatizante de alimentos;
- Podem ser utilizados em conjunto com materiais de embalagem de alimentos formando películas de multicamadas não comestível, caso em que as películas comestíveis seriam a camada interna em contato direto com o alimento.

A funcionalidade e desempenho de filmes comestíveis dependem das suas propriedades de barreira e mecânicas, as quais por sua vez dependem da composição da película, o seu processo de formação e o método de aplicação para o produto. O grau de

coesão afeta as propriedades da película, como a resistência, a flexibilidade, a permeabilidade, entre outros. A coesão do filme é favorecida por polímeros em cadeia de ordem elevada. Coesão forte reduz as propriedades de flexibilidade, e de barreira de gás e vapor d'água, devido ao aumento da porosidade. O grau de coesão depende da estrutura química do biopolímero, dos processos de fabricação e dos parâmetros envolvidos com estes (temperatura, pressão, tipo de solvente e de diluição, da técnica de aplicação, a evaporação de solvente, entre outros), a presença de plastificantes e aditivos de ligação cruzada e, por último, a espessura final do filme.

Filmes e revestimentos comestíveis devem ter propriedades sensoriais o mais neutro possível (claro, transparente, inodoro, insípido, entre outros) de modo a não interferir na aceitabilidade e no estímulo ao consumo do produto e sem serem percebidos quando comidos. Os compostos usados na elaboração das embalagens comestíveis, filmes ou revestimentos, devem ser regularizados pelo *Codex Alimentarius* e ser reconhecidos como GRAS (*Generally Recognized As Safe*), compostos geralmente reconhecidos como seguros pelo FDA (*Food and Drug Administration*).

### 3.5 Nanotecnologia e a percepção e aceitação do consumidor

Medir opiniões e atitudes implica em construir indicadores que sejam capazes de, quantitativamente, expressar opiniões e atitudes as quais possuem uma característica qualitativa e, dessa forma, servir como indutor de desempenho e comportamento.

O desenvolvimento estratégico de tecnologias emergentes, como a nanotecnologia, é determinado pela sua aceitação pelo público, que por sua vez pode ser influenciada pela percepção dos consumidores sobre os riscos e benefícios associados às suas aplicações. A compreensão do contexto histórico-social e cultural os quais determinam as atitudes das pessoas diante das tecnologias emergentes tornou-se um critério determinante para uma favorável implementação e comercialização. Valores culturais e sociais não são estáticos, uma vez que são determinados por fatores biofísicos e socioeconômicos os quais estão em constante modificação (FREWER et al., 2014; FISCHER et al., 2013; GUPTA; FISCHER; FREWER, 2012; RONTELTAP; FISCHER; TOBI, 2011).

A percepção de risco representa uma visão pessoal do indivíduo sobre um risco inerente o qual pode ocorrer em uma situação particular. As atitudes de risco estão

correlacionadas como uma pessoa se propõe a aceitar determinado risco. Assim, a percepção de risco pode ser entendida como o risco que o consumidor acredita que existe ao consumir determinado alimento, enquanto a atitude de risco refere-se à maneira como o indivíduo reage diante do risco percebido, gerando diferentes níveis de aversão ao risco (DOHMEN et al., 2011; SJÖBERG, 2000).

Uma das primeiras sondagens de opinião pública sobre a nanotecnologia fora realizada pela *Royal Society* e a *Royal Academy of Engineering*, na Inglaterra, para estudar e verificar temas relacionados com a nanotecnologia e a nanociência, envolvendo questões como saúde, segurança, meio ambiente, ética e outros aspectos sociais, o que gerou um relatório publicado em 29 de julho de 2004 (ROYAL SOCIETY, 2004).

Antes do desenvolvimento deste relatório no Reino Unido, houve a realização de duas pesquisas acerca da percepção pública quanto à nanotecnologia: uma em 2001 (BAINBRIDGE, 2002), nos Estados Unidos, e a outra em 2002 (GASKELL et al., 2003), em 15 países pertencentes à União Européia, compondo o relatório *Eurobarometer 58.0*. Ambos os *surveys*, uma metodologia de pesquisas de opinião que obtém informações quantitativas sobre uma população, apresentaram dificuldade em refletir genuinamente uma percepção mais generalista da população pesquisada tendo em vista o modo como foram realizados. A pesquisa norte-americana foi realizada apenas via *internet*, o que *a priori* determinou uma seleção natural de sujeitos que estavam envolvidos com tecnologia. A segunda pesquisa, baseada em apresentar os impactos futuros da nanotecnologia, em um prazo de 20 anos, não possibilitou uma interpretação adequada, além do fato de que mais de 50% da amostra não soube responder aos questionamentos apresentados por não compreender a definição de nanotecnologia (ROYAL SOCIETY, 2004).

Desde o relatório *Nanoscience and nanotechnologies: opportunities and uncertainties*, elaborado pela *Royal Society* e *Royal Academy of Engineering*, em 2004, vários estudos foram desenvolvidos nos Estados Unidos e na Europa para avaliar a percepção e atitudes do consumidor frente à nanotecnologia, dentro de diversas variáveis as quais afetam a aceitação desta nova tecnologia, entre critérios demográficos e heurísticos, como familiaridade e conhecimento sobre nanotecnologia (DIJKSTRA; CRITCHLEY, 2014; FISCHER et al., 2013; PIDGEON et al., 2009; SMITH et al., 2008; GASKELL et al., 2004), predisposições culturais (KAHAN et al., 2009), afeição e

confiança (RETZBACH et al., 2011; SIEGRIST et al., 2007; MACOUBRIE, 2006; LEE; SCHEUFELE; LEWENSTEIN, 2005; COBB; MACOUBRIE, 2004), e religiosidade (BROSSARD et al., 2009; SCHEUFELE et al., 2008), muitos dos quais foram conduzidos apenas como *surveys* e em outros foram realizados experimentos para identificar e analisar as atitudes e percepções dos indivíduos com base no paradigma psicométrico.

Alguns trabalhos têm demonstrado que os consumidores estão temerosos em relação aos novos alimentos processados a partir de novas tecnologias e que esta aversão estaria correlacionada com aspectos inerentes à percepção de riscos outrora debatidos, como conhecimento técnico, informação e comunicação (BIEBERSTEIN et al., 2013; CHEN et al., 2012; RONTELTAP et al., 2007).

Verificou-se que as percepções de riscos e benefícios, e não apenas a percepção de riscos pode determinar o comportamento do consumidor quanto às variadas aplicações da nanotecnologia, embora seja incerta a maneira como esses indivíduos definem o *trade-off*, ou seja, o momento de conflito cognitivo de escolhas, para mobilizar estas percepções e realizar uma tomada de decisão quanto a um produto específico utilizando nanotecnologias (FREWER et al., 2014; CONTI; SATTERFIELD; HARTHORN, 2011; RETZBACH et al., 2011).

É notório que os níveis de percepção dos benefícios e dos riscos correlacionados com os novos produtos e as novas tecnologias, além da confiança por parte dos consumidores e o impacto de constructos psicológicos, como a neofobia, provocam alterações comportamentais nos consumidores, levando-os a exibir atitudes negativas e menor expectativa quanto ao produto, afetando a aceitabilidade de tecnologias emergentes na produção de alimentos (BARRENA; SÁNCHEZ, 2013; SIEGRIST et al., 2008).

Frewer e colaboradores (2014) salientam que a integração das inovações nanotecnológicas com as necessidades e os contextos vivenciados pela população, como por exemplo, a demanda por alimentos funcionais e com melhoramento nutricional, podem favorecer a aceitação de alimentos processados os quais empregarem a nanotecnologia para conferir benefícios à saúde humana.

As preocupações éticas e politizadas advindas da percepção pública quanto aos organismos geneticamente modificados/OGM constituíram estes produtos como alimentos

não naturais, embora as aplicações desta tecnologia estivessem voltadas para a produção agrícola, o que implicou em uma maior percepção de riscos e baixa percepção de benefícios, e transformou a Biotecnologia com manipulação genética em um paradigma negativo quanto às tecnologias emergentes empregadas no setor agrícola e de alimentos (FREWER et al., 2013).

Muitos estudos têm debatido acerca da percepção de riscos pelos consumidores quanto às suas concepções da nanotecnologia, cujos autores levantaram, em congruência, hipóteses relacionadas com a familiaridade da população com a nanotecnologia e o reconhecimento dos benefícios frente a aversão aos riscos (SATTEFIELD et al., 2009; SIEGRIST et al., 2008).

Conti e colaboradores (2011) conduziram um estudo através da metodologia *survey* com 1100 pessoas nos Estados Unidos e verificaram como as informações sobre a pesquisa e o desenvolvimento em nanotecnologia, através da exposição de riscos e benefícios na aplicação da nanotecnologia e aspectos de vulnerabilidade, risco ambiental, igualdade e justiça social, demonstraram elevada ambivalência quanto à aceitabilidade desta tecnologia quando lhes eram apresentadas mensagens que apresentavam riscos e/ou benefícios.

A grande preocupação das organizações e empresas investidoras em nanotecnologia é que o comportamento do consumidor possa se manifestar negativamente quanto à esta tecnologia de forma como o que ocorrera com a biotecnologia nos Estados Unidos e na Europa, o que gerou uma aversão pública quanto aos produtos oriundos desta tecnologia. As inquietações públicas sobre a biotecnologia possibilitaram a construção de um debate entre grupos sociais, Organizações Não Governamentais/ONGs e demais instituições onde se pautam preocupações quanto aos possíveis riscos à saúde e ao ambiente. E essas preocupações apontam um único dilema: as mesmas propriedades as quais tornam os nanomateriais diferenciados de suas formas micro ou macroscópicas também fazem com que seus efeitos quanto à saúde e ao meio ambiente sejam desconhecidos e de difícil avaliação (BEAUDRIE; KANDLIKAR; SATTEFIELD, 2013).

Para Satterfield e colaboradores (2009), variáveis psicométricas, como confiança e afeição continuam influenciando a percepção de riscos neste contexto quanto à aceitação de novas tecnologias, contudo estes níveis variam conforme as características demográficas e culturais dos indivíduos. Para os autores, a percepção é um elemento

crítico uma vez que o comportamento humano é resultante daquilo que se acredita ou se confia e, ainda, porque a percepção e seus vieses não são facilmente modificados a partir da apreensão de novos conhecimentos. A percepção de risco seria, portanto, o resultado de fatores sociais e psicológicos e não apenas um reflexo de um déficit de conhecimento.

Segundo as inferências de Satterfield e colaboradores (2009), poder-se-ia dizer que a percepção de riscos e benefícios e a sua aceitação ou não em relação à nanotecnologia tende a variar de país para país, uma vez que os posicionamentos da população também variam de acordo com as condições sociais, econômicas, naturais, políticas, institucionais e religiosas dos locais onde estes indivíduos estão inseridos e os impactos que a nanotecnologia pode causar sobre a agricultura, o meio ambiente, à saúde humana, a sociedade e o desenvolvimento tecnológico e científico. Contudo, Frewer e colaboradores (2014) denotam que, apesar da diversidade de pesquisas realizadas em diferentes países quanto às atitudes e comportamento do consumidor frente à nanotecnologia, não existem evidências devidamente contextualizadas que confirmem diferenças de percepções entre as populações de países desenvolvidos e em desenvolvimento.

Apesar da percepção de risco não ser originária *per se* do grau de conhecimento do indivíduo acerca da nova tecnologia, esta aversão eleva-se e a tecnologia em questão é temida de acordo com o contexto em que a mesma é apresentada, por não ser familiar, por ser involuntariamente imposta ou por carrear em si uma representação negativa a qual afeta diretamente as variáveis psicológicas citadas. Aspectos como a oferta de produtos elaborados com novas tecnologias disponíveis no mercado sem regulações e sem proteção à saúde humana e ao meio ambiente adequadas pelas agências e órgãos reguladores governamentais também são observados com criticidade (McCOMAS; BESLEY, 2011; SATTERFIELD et al., 2009).

Características demográficas afetam a percepção de riscos, como gênero, idade, raça, nível sócio-econômico e escolaridade, variando conforme estas variáveis (BESLEY, 2010; SATTERFIELD et al., 2009; SMITH et al., 2008). A percepção de risco também está correlacionada com aspectos atitudinais, como uma posição de vulnerabilidade ou de injustiça, um ceticismo ou desconfiança na ciência e tecnologia e nas políticas correlacionadas com estas (CONTI; SATTERFIELD; HARTHORN, 2011; McCOMAS; BESLEY, 2011; RETZBACH et al., 2011). Ainda, podem ser incluídas outras dimensões

as quais afetam as atitudes do público, no contexto da nanotecnologia, como a familiaridade e conhecimento da nanotecnologia, bem como o conhecimento e as percepções sobre ciência e tecnologia (RETZBACH et al., 2011; BESLEY, 2010; SATTERFIELD et al., 2009).

Os campos de aplicação da nanotecnologia também determinam o nível de aversão ou aceitação dos produtos (FREWER et al., 2014; STAMPFLI; SIEGRIST; KASTENHOLZ, 2010). Uma vez que a nanotecnologia apresenta uma ampla gama de aplicações em diversos setores industriais, a percepção do consumidor varia segundo o produto desenvolvido. Em algumas pesquisas, a atitude aversiva quanto aos possíveis riscos advindos da nanotecnologia foram mais representativos quando se tratava da sua aplicação diretamente em alimentos do que nas embalagens para alimento (SIEGRIST, 2008; SIEGRIST et al., 2007).

Aspectos culturais ligados à personalidade, como individualidade e hierarquicidade, igualdade e comunitarismo, relacionadas com uma visão de mundo pessoal afetam a percepção pública quanto à nanotecnologia, revelando que o conhecimento das pessoas sobre a nanotecnologia não apresenta uniformidade quanto à percepção de benefícios ou riscos. No experimento de Kahan e colaboradores (2009), realizado com 1.862 adultos nos Estados Unidos, os sujeitos não reagiram de forma uniforme e muito menos de maneira positiva quando expostos às informações balanceadas sobre os riscos e os benefícios da nanotecnologia. Houveram reações extremamente divergentes, todavia de forma consistente com suas predisposições culturais, demonstrando que os sujeitos agiam segundo suas personalidades. Os individualistas perceberam os benefícios como maiores do que os riscos (86%), enquanto os igualitários tiveram maior percepção de riscos. Os autores sugerem que os indivíduos tendem a selecionar as informações de acordo com suas predisposições culturais e políticas as quais direcionam o seu modo de se relacionar com a sociedade, com o mundo.

Fischer e colaboradores (2013), em sua pesquisa experimental com 618 indivíduos, no Reino Unido, apoiaram-se na hipótese de que as opiniões do público sobre a nanotecnologia poderia modificar-se conforme aumenta-se a exposição de informações. Realizaram-se dois experimentos e verificou-se que disponibilizar maiores informações

sobre os riscos e benefícios não influenciaram significativamente as atitudes dos sujeitos investigados, gerando ambivalência entre alguns indivíduos.

Kahan e colaboradores (2009) verificaram que tanto os sujeitos com relativa familiaridade com a nanotecnologia quanto os sujeitos com nenhuma familiaridade apresentaram uma variação pouco significativa quando lhes eram disponibilizadas as informações balanceadas sobre os riscos e os benefícios da nanotecnologia, demonstrando, portanto, que a lacuna de conhecimento e familiaridade com a nanotecnologia não é elemento primordial para afetar consideravelmente a percepção de riscos e benefícios da nanotecnologia.

Ambivalência quanto às atitudes dos consumidores frente aos riscos e benefícios informados foram percebidas nos trabalhos de Fischer e colaboradores (2013), embora tenham sido oferecidas informações balanceadas quanto a estes aspectos. Brown, Shearer e Harthorn (2011) corroboram que essa atitude ambivalente deve-se ao fato de se haver desconhecimento e limitada disponibilidade de produtos identificados com aplicação de nanotecnologia, o que dificulta a mobilização do consumidor para a tomada de decisão e um posicionamento concreto.

Retzbach e colaboradores (2011) acreditam que a percepção pública positiva quanto à nanotecnologia apresenta-se bastante susceptível a mudanças, envolvendo, sobretudo, o contexto sócio histórico no qual as pessoas estão inseridas; e tal qual ocorrera com outras inovações tecnológicas que receberam, inicialmente, expectativas positivas da população, a ocorrência, por exemplo, de um grave acidente ambiental com nanopartículas ou a comunicação apreensiva de *experts* e cientistas quanto aos riscos da nanotecnologia poderão disseminar manifestações negativas.

O desenvolvimento estratégico de novas tecnologias, como o caso da nanotecnologia, é determinado pela sua aceitação pelo público consumidor a qual pode ser influenciada pela percepção desses sujeitos sobre os riscos e os benefícios associados às aplicações específicas desta tecnologia. A compreensão e percepção do público consumidor frente à esta inovação tecnológica correlacionado com o receio e desconhecimento da população e as percepções de risco e preocupações das comunidades científicas possibilitam, portanto, a geração de altos níveis de incerteza (FISCHER et al., 2013).



O mercado de nanotecnologia, demonstrado pelo seu potencial multi-industrial, tem gerado enorme interesse haja vista a sua grande plataforma tecnológica que possibilita a geração de inúmeros produtos, o que torna a nanotecnologia uma oportunidade interessante para as empresas de diversos setores industriais a qual possibilita, dentro de um contexto global de competitividade econômica dependente de inovação e desenvolvimento tecnológico, a geração de uma diversidade de aplicações e produtos em áreas diversificadas, oportunizando e revelando, assim, uma série de impactos sociais e econômicos de grande amplitude (CUSHEN et al., 2012; CHAUDHRY; CASTLE, 2011).

No Brasil, a partir de 2000, o Governo Federal reconheceu a importância da nanotecnologia e seu potencial de assegurar competitividade econômica no mercado externo. Os setores que mais têm se destacado no lançamento de produtos obtidos por via nanotecnológica, ou contendo nanotecnologia, são o de energia, iluminação, automobilístico, cosmético, farmacêutico, têxtil e de embalagens, sobretudo para alimentos. No que se refere ao setor de embalagens para alimentos, destaca-se o desenvolvimento de embalagens com melhores propriedades de barreira, à base de nanocompósitos; embalagens inteligentes, sensíveis a gases de decomposição de alimentos; e embalagens com propriedades antimicrobianas (ABDI, 2010).

Com o crescente investimento e desenvolvimento da nanotecnologia no Brasil, Pernambuco se enquadra como um dos integrantes deste crescimento científico e tecnológico, todavia não há registros na região de pesquisas quanto à percepção do consumidor sobre nanoalimentos envolvendo benefícios e riscos do uso dessa nova tecnologia. A nanotecnologia apresenta um amplo espectro de possibilidades tecnológicas, podendo ser aplicável em diversos setores, apresentando potencial para beneficiar a saúde humana e o meio ambiente, contudo os possíveis riscos e impactos que a produção, uso e descarte das nanopartículas presentes nos produtos desenvolvidos por esta tecnologia possa causar aos seres vivos e meio ambiente expostos a estes nanomateriais (SZAKAL et al., 2014; CUSHEN et al., 2012; PIDGEON; HARTHORN; SATTERFIELD, 2011; OBERDÖRSTER, 2010).

Avaliar a percepção e aceitação destas novas embalagens irá direcionar os centros de pesquisas e indústrias a verificar e analisar o grau de compreensão dos consumidores sobre nanotecnologia e sua aplicação nas embalagens, auxiliando de maneira segura a

inserção destes novos produtos no mercado consumidor, identificar a maneira que as informações e o nível destas informações podem garantir um amplo conhecimento sobre o tema e assim um alto grau de aceitação que elevará de forma segura a intenção de compra do consumidor por ter a certeza de estará adquirindo produtos de qualidade nutricional, sensorial e ao mesmo tempo com um menor impacto para o meio ambiente.

### 3.6 Estatística não-paramétrica

Os testes não paramétricos são substitutos dos testes paramétricos, como o ANOVA, sendo bastante aplicados para se analisar dados qualitativos em pesquisas de comportamento, especialmente nos casos em que as amostras são pequenas, a distribuição dos dados não é normal e há ocorrência de dados discrepantes (*outliers*). Metodologicamente, os testes não paramétricos apresentados abaixo seguem os mesmos procedimentos, descritos a seguir (SHENSKI, 2003):

- Estabelecer as hipóteses a partir da definição da hipótese nula ( $H_0$ ) e da hipótese alternativa ( $H_1$ ).
- Determinar o nível de significância do teste, no qual se definiu  $\alpha=0,05$ .
- Determinar a Regra de Decisão segundo os valores observados, os valores críticos e o nível de significância do teste.

O teste U de Mann-Whitney é aplicado a fim de averiguar se as duas variáveis nominais independentes, categorizadas por gênero, eram estatisticamente diferentes, ou seja, a aplicação do referido teste objetiva comparar os dois grupos de gênero, masculino e feminino, e verificar se há relação estatisticamente significativa face às dimensões analíticas abordadas no questionário (DE LA LAMA et al., 2013).

O teste U de Mann-Whitney é baseado nos postos determinados pelos valores obtidos, combinando-se os dois grupos de interesse. Para tal, o teste de Mann-Whitney testa a igualdade das medianas, onde os valores de U calculados pelo teste permitem avaliar o grau de entrelaçamento dos dados dos dois grupos após a ordenação. Neste tipo de teste, verifica-se a hipótese de que as amostras têm a mesma distribuição de valores, isto

é, a soma dos postos para o grupo 1 não é diferente da soma dos postos para o grupo 2. Para este teste, as hipóteses utilizadas foram:

H0: Não há diferença nos escores dos dois grupos, ou seja, as percepções e atitudes do gênero masculino não são diferentes das do gênero feminino.

H1: Há diferença entre os escores dos dois grupos.

Para valores razoavelmente grandes do tamanho das amostras  $n_1$  e  $n_2$  (onde  $9 \leq n_2 \leq 20$ ), pode-se atribuir posto 1 ao mais baixo escore do grupo combinado de  $(n_1+n_2)$  escores e se atribui posto 2 ao escore seguinte. Assim, determina-se o valor U referente ao teste de Mann-Whitney utilizando a tabela K para verificação dos valores críticos de U, que neste estudo, foram verificados para um teste bilateral ao nível de significância de 0,05. O menor dos valores de U é aquele cuja distribuição amostral constitui a base da tabela K. A fórmula aplicada nesta situação é expressa pela equação 1, sendo aplicada de forma equivalente para os dois grupos investigados, onde o valor de n será substituído por  $n_1$  para o grupo 1 e  $n_2$  para o grupo 2.

$$U = n_1 * n_2 + \frac{n(n+1)}{2} - R \quad (1)$$

onde, U = valor referente ao teste de Mann-Whitney;  $n_1$  = tamanho da amostra referente ao grupo 1;  $n_2$  = tamanho da amostra referente ao grupo2; n=tamanho da amostra referente ao grupo 1 ou 2, conforme a análise

Conforme  $n_1$  e  $n_2$  aumentam, a distribuição amostral de U tende rapidamente à distribuição Normal. Assim, considerando-se os tamanhos das amostras (exceto onde o tamanho da amostra  $n_2$  está compreendida entre 9 e 20) e a categorização dos dois grupos, masculino e feminino, e o número de observações no segundo grupo ( $n_2 > 20$ ), o teste teve de ser calculado através de uma aproximação à distribuição Normal, através do valor de Z que é dado pela fórmula apresentada na equação 2:

$$Z = \frac{U - \frac{n_1 * n_2}{2}}{\sqrt{\frac{n_1 * n_2 (n_1 + n_2 + 1)}{12}}} \quad (2)$$

onde, Z = valor Z observado;  $n_1$  = tamanho da amostra referente ao grupo 1;  $n_2$  = tamanho da amostra referente ao grupo2; U = menor dos dois valores de U encontrado.

O teste de Kruskal-Wallis é utilizado para analisar a relação entre a variável nominal independente (profissão) com as variáveis independentes ordinais, ou seja, para aferir se a variável sócio demográfica “profissão” exerce influência nas dimensões analíticas empregadas como parâmetros de análise nesta pesquisa. Assim como o teste de Mann-Whitney, o teste de Kruskal-Wallis é utilizado quando se pretende testar a hipótese de que várias amostras têm a mesma distribuição e, estatisticamente, o mesmo se baseia nos postos dos valores observados em cada grupo. Cada uma das n observações é substituída por um posto, isto é, todos os escores de todas as amostras combinadas são dispostos em uma única série de postos, onde ao menor escore atribui-se o posto 1, ao seguinte o posto 2 e assim sucessivamente até o maior posto. Dependendo do tamanho da amostra, a estatística do teste H de Kruskal-Wallis é realizada com uma distribuição aproximada do qui-quadrado. Assim, o valor observado de H (Hcalc) é comparado com um qui-quadrado ( $\chi^2_{\alpha,gl}$ ) com (k – 1) graus de liberdade. As hipóteses utilizadas nesse teste, com referência no nível de significância de 0,05, foram:

H0: Os grupos têm a mesma distribuição de valores, ou seja, as percepções e atitudes são as mesmas para as diferentes profissões investigadas na pesquisa.

H1: Os grupos não têm a mesma distribuição de valores.

Se o valor calculado de H for maior do que o qui-quadrado tabelado, ou ainda, se o valor de probabilidade (p – valor) for menor do que o nível de significância ( $\alpha = 0,05$ ), rejeita-se a Hipótese Nula (H0). O teste de Kruskal-Wallis é calculado através da fórmula apresentada pela equação 3:

$$H = \left[ \frac{12}{(N * (N + 1))} \right] * \left[ \frac{\sum R_1^2}{n_1} + \frac{\sum R_2^2}{n_2} + \dots + \frac{\sum R_i^2}{n_i} \right] - 3 * (N + 1) \quad (3)$$

onde, H = valor numérico referente ao teste de Kruskal-Wallis; N = número de dados em todos os grupos; n = número indivíduos em cada grupo; ni = número de indivíduos contidos no –inésimo grupo;  $\sum R$  = somatório dos postos em cada grupo.

O teste de Kruskal-Wallis não indica entre que grupos ocorrem as diferenças. Assim, é necessário realizar o procedimento não-paramétrico de comparações múltiplas, como uma complementação ao teste de Kruskal-Wallis, a fim de identificar as diferenças significativas entre os grupos tomados dois a dois.

As medidas de associação são medidas que indicam a força de associação entre duas variáveis. O teste Gamma de Goodman-Kruskal mede a correlação entre duas variáveis de nível ordinal e requer que estas apresentem uma ordenação entre as categorias, indicando também o sentido dessa correlação, cujos resultados numéricos podem variar de - 1,00 a + 1,00 (SMITH JR et al., 2014). O coeficiente G (gamma) baseia-se unicamente no número de pares concordantes e/ou discordantes das observações dos grupos de análise. As fórmulas para determinação do teste Gamma de Goodman-Kruskal estão expressas nas equações 4 e 5, onde esta última é aplicada ao teste de significância de Gamma, quando o tamanho da amostra é muito grande ( $n > 50$ ).

$G = \frac{nC - nD}{nC + nD}$	onde, G = valor numérico referente ao teste Gamma; nC = valor referente ao número de pares concordantes; nD = valor referente ao número de pares discordantes.	(4)
-------------------------------	--	-----

$Z = G * \sqrt{\frac{nC + nD}{N(1 - G^2)}}$	onde, Z = valor numérico referente ao valor Z observado; G = resultado do teste Gamma; nC = valor referente ao número de pares concordantes; nD = valor referente ao número de pares discordantes; N = tamanho da amostra.	(5)
---	--	-----

As hipóteses utilizadas nesse teste, com referência no nível de significância de 0,05, são:

H0: Os grupos têm a mesma distribuição de valores.

H1: Os grupos não têm a mesma distribuição de valores.

#### 4 REFERÊNCIAS

- ABDI. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. **Panorama Nanotecnologia**. Série Cadernos da Indústria/ABDI, v. XIX, Brasília, 2010.
- AZEREDO, H. M. C. (2009). Nanocomposites for food packaging applications. **Food Research International**, v. 42, 2009, pp. 1240 – 1253.
- BAINBRIDGE, W. S. Public attitudes toward nanotechnology. (2002). **Journal of Nanoparticle Research**, v.04, 2002, pp. 561 – 570.
- BARRENA, R.; SÁNCHEZ, M. (2013). Neophobia, personal consumer values and novel food acceptance. **Food Quality and Preference**, v. 27, n.01, jan. 2013, pp. 72 – 84.
- BEAUDRIE, C. E. H.; KANDLIKAR, M.; SATTERFIELD, T. (2013). From cradle-to-grave at the nanoscale: gaps in the U.S. regulatory oversight along the nanomaterial life cycle. **Environmental Science & Technology**, v. 47, n. 11, maio 2013, pp. 5524 – 5534.
- BERUBE, D. M.; CUMMINGS, C. L.; FRITH, J. H.; BINDER, A. R.; OLDENDICK, R. (2011). Comparing nanoparticle risk perceptions to other known EHS risks. **Journal of Nanoparticle Research**, v. 13, n.04, ago. 2011, pp. 3089 – 3099.
- BESLEY, J. (2010). Current research on public perceptions of nanotechnology. **Emerging Health Threats**, v. 03, n. 08, set. 2010, pp [N.i.].
- BEUMER, K; BHATTACHARYA, S. (2013). Emerging technologies in India: developments, debates and silences about nanotechnology. **Science and Public Policy**, v.16, n.01, maio 2013, pp. 01 – 16.
- BIEBERSTEIN, A.; ROOSEN, J.; MARETTE, S.; BLANCHEMANCHE,S.; VANDERMOERE, F. (2013). Consumer choices for nano-food and nano-packaging in France and Germany. **European Review of Agricultural Economics**, v. 40, n.01, 2013, pp. 73 – 94.
- BONILLA, J.; ATARÉS, L.; VARGAS, M.; CHIRALT, A. (2012). Edible films and coatings to prevent the detrimental effect of oxygen on food quality: possibilities and limitations. **Journal of Food Engineering**, v. 110, n. 02, maio 2012, pp. 208 – 213.
- BORDES, P.; POLLET, E.; AVÉROUS, L. (2009). Nano-biocomposites: biodegradable polyester/nanoclay systems. **Progress in Polymer Science**, v. 34, n. 02, fev. 2009, pp. 125 – 155.
- BRADLEY, E. L.; CASTLE, L.; CHAUDHRY, Q. (2011). Applications of nanomaterials in food packaging with a consideration of opportunities for developing countries. **Trends in Food Science & Technology**, v. 22, n. 11, nov. 2011, pp. 604 – 610.
- BRAYNER, R.; FIÉVET, F.; CORADIN, T. **Nanomaterials: a danger or a promise? A chemical and biological perspective**. Londres: Springer London, 2013.

BRODY, A. L. Development of packaging for food products. In: BRODY, A. L.; LORD, J. B. **Developing new food products for a changing marketplace**. 2. ed. Florida (USA): CRC Press, 2007. 616p

BROSSARD, D.; SCHEUFELE, D. A.; KIM, E.; LEWENSTEIN, B. V. (2009). Religiosity as a perceptual filter: examining processes of opinion formation about nanotechnology. **Public Understanding of Science**, v. 18, n. 05, set. 2009, pp. 546 – 558.

BROWN, J. B. R.; SHEARER, C.; HARTHORN, B. H. (2011). From Biotech to Nanotech: public debates about technological modification of food. **Environment and Society: Advances in Research**, v. 02, n. 01, 2011, pp. 149 – 169.

CARNEIRO-DA-CUNHA, M. G.; CERQUEIRA, M. A.; SOUZA, B. W. S.; CARVALHO, S.; QUINTAS, M. A. C.; TEIXEIRA, A. C.; VICENTE, A. A. (2010). Physical and thermal properties of a chitosan/alginate nanolayered PET film. **Carbohydrate Polymers**, v. 82, 2010, pp. 153 – 159.

CHATERJEE, T.; CHATERJEE, B. K.; MAJUMDAR, D.; CHAKRABARTI, P. (2015). Antibacterial effect of silver nanoparticles and the modelling of bacterial growth kinetics using a modified Gompertz model. **Biochimica et Biophysica Acta (BBA) – General Subjects**, v.1850, n. 02, fev. 2015, pp.299 – 306.

CHAUDHRY, Q.; CASTLE, L. (2011). Food applications of nanotechnologies: an overview of opportunities and challenges for developing countries. **Trends in Food Science & Technology**, v. 22, n. 11, nov. 2011, pp. 595 – 603.

CHAUDHRY, Q.; SCOTTER, M.; BLACKBURN, J.; ROSS, B.; BOXALL, A.; CASTLE, L.; AITKEN, R.; WATKINS, R. (2008). Applications and implications of nanotechnologies for the food sector. **Food Additives & Contaminants: Part A**, v. 25, n. 03, 2008, pp. 241 – 258.

CHEN, H.; YADA, R. (2011). Nanotechnologies in agriculture: new tools for sustainable development. **Trends in Food Science & Technology**, v. 22, n. 11, nov. 2011, pp. 585 – 594.

COBB, M. D.; MACOUBRIE, J. (2004). Public perceptions about nanotechnology: risks, benefits and trust. **Journal of Nanoparticle Research**, v. 06, n. 04, ago.2004, pp. 395 – 405.

CONTI, J.; SATTERFIELD, T.; HARTHORN, B. H. (2011). Vulnerability and social justice as factors in emergent U.S. nanotechnology risk perceptions. **Risk Analysis**, v. 31, n. 11, nov. 2011, pp. 1734 – 1748.

COSTELL, E.; TÁRREGA, A.; BAYARRI, S. (2010). Food acceptance: the role of consumer perceptions and attitudes. **Chemossensory perception**, v.03, 2010, pp. 42 – 50.

CURRAL, S. C.; KING, E. B.; LANE, N.; MADERA, J.; TURNER, S. (2006). What drives public acceptance of nanotechnology? **Nature Nanotechnology**, v. 01, n. 03, dez. 2006, pp. 153 – 155.

CUSHEN, M.; KERRY, J.; MORRIS, M.; ROMERO, M. CRUZ; CUMMINS, E. (2012). Nanotechnologies in the food industry – recent developments, risks and regulations. **Trends in Food Science & Technology**, v. 24, n. 01, mar. 2012, pp. 30 – 46.

DAY, B.P.F.; POTTER, L. Active Packaging. In: COLES, R.; KIRWAN, M. (Ed). **Food and Beverage Packaging Technology**. 2 ed. Wiley-Blackwell, 2011. p. 251-262

DE LA LAMA, G.C.M.; SEPÚLVEDA, W.S.; VILLARROEL, M.; MARÍA, G.A. (2013). Attitudes of meat retailers to animal welfare in Spain. **Meat Science**, v. 95, n.03, nov. 2013, pp. 569 – 575.

DIJKSTRA, A. M.; CRITCHLEY, C. R. (2014). Nanotechnology in Dutch science cafés: public risk perceptions contextualised. **Public Understanding of Science**, v. 08, maio 2014, pp.

DIZAJ, S. M.; LOTFIPOUR, F.; JALALI, M. B.; ZARRINTAN, M. H.; ADIBKIA, K. (2014). Antimicrobial activity of the metals and metal oxide nanoparticles. **Materials Science and Engineering:C**, v. 44, nov. 2014, pp. 278 – 284.

DOHMEN, T.; FALK, A.; HUFFMAN, D.; SUNDE, U.; SCHUPP, J.; WAGNER, G. (2011). Individual risk attitudes: measurement, determinants, and behavioural consequences. **Journal of the European Economic Association**, v.09, n.03, jun. 2011, pp. 522 – 550.

DU, W. L.; NIU, S. S.; XU, Y. L.; XU, Z. R.; FAN, C. L. (2009). Antibacterial activity of chitosan tripolyphosphate nanoparticles loaded with various metal ions. **Carbohydrate Polymers**, v. 75, 2009, pp. 385 – 389.

DUNCAN, T. V. (2011). Applications of nanotechnology in food packaging and food safety: barrier materials, antimicrobials and sensors. **Journal of Colloid and Interface Science**, v. 363, n. 01, nov. 2011, pp. 01 – 24.

ELSABEE, M. Z.; ABDU, E. S. (2013). Chitosan based edible films and coatings: a review. **Materials Science and Engineering:C**, v. 33, n.04, maio 2013, pp. 1819 – 1841.

ENGEMAN, C. D.; BAUMGARTNER, L.; CARR, B. M.; FISH, A. M.; MEYERHOFER, J. D.; SATTERFIELD, T. A.; HOLDEN, P. A.; HARTHORN, B. H. (2012). Governance implications of nanomaterials companies' inconsistent risk perceptions and safety practices. **Journal of Nanoparticle Research**, v.14, fev. 2012, pp. 749 – 761.

ESPITIA, P. J. P.; SOARES, N. F. F.; COIMBRA, J. S. R.; ANDRADE, N. J.; CRUZ, R. S.; MEDEIROS, E. A. A. (2012). Zinc Oxide Nanoparticles: synthesis, antimicrobial activity and food packaging applications. **Food and Bioprocess Technology**, v. 05, n. 05, jul. 2012, pp. 1447 – 1464.

FALGUERA, V.; QUINTERO, J. P.; JIMÉNEZ, A.; MUÑOZ, J. A.; IBARZ, A. (2011). Edible films and coatings: structures, active functions and trends in their use. **Trends in Food Science & Technology**, v. 22, n. 06, jun. 2011, pp. 292 – 303.

FATHI, M.; MARTÍN, Á.; McCLEMENTS, D. J. (2014). Nanoencapsulation of food ingredients using carbohydrate based delivery systems. **Trends in Food Science & Technology**, v. 39, n. 01, set. 2014, pp. 18 – 39.



FERNÁNDEZ-RUIZ, V.; CLARET, A.; CHAYA, C. (2013). Testing a spanish-version of the Food Neophobia Scale. **Food Quality and Preference**, v. 28, n. 01, abr. 2013, pp. 222 – 225.

FISCHER, A. R. H.; DIJK, H.; JONGE, J.; ROWE, G.; FREWER, L. J. (2013). Attitudes and attitudinal ambivalence change towards nanotechnology applied to food production. **Public Understanding of Science**, v. 22, n. 07, out. 2013, pp. 817 – 831.

FREWER, L. J.; GUPTA, N.; GEORGE, S.; FISCHER, A. R. H.; GILES, E. L.; COLES, D. (2014). Consumer attitudes towards nanotechnologies applied to food production. **Trends in Food Science & Technology**, v. 40, n. 02, dez. 2014, pp. 211 – 225.

FREWER, L. J.; LANS, I. A. van der; FISCHER, A. R.; REINDERS, M. J.; MENOZZI, D.; ZHANG, X.; BERG, I van den; ZIMMERMANN, K. L. (2013). Public perceptions of agri-food applications of genetic modification – a systematic review and meta-analysis. **Trends in Food Science & Technology**, v. 30, n. 02, 2013, pp. 142 – 152.

FREWER, L. J.; BERGMANN, K.; BRENNAN, M.; LION, R.; MEERTENS, R.; ROWE, G.; SIEGRIST, M.; VEREIJKEN, C.(2011). Consumer response to agri-food technologies: implications for predicting consumer acceptance of emerging food technologies. **Trends in Food Science & Technology**, v. 22, n. 08, 2011, pp. 442 – 456.

GALGANO, F.; CONDELLI, N.; FAVATI, F.; DI BIANCO, V.; PERRETTI, G.; CARUSO, M. C. (2015). Biodegradable packaging and edible coating for fresh-cut fruits and vegetables. **Italian Journal of Food Science**, v.27, 2015, pp. 02 – 20.

GASKELL, G.; EYCK, T. T.; JACKSON, J.; VELTRI, G. (2005). Imagining nanotechnology: cultural support for technical innovation in Europe and the United States. **Public Understanding of Science**, v. 14, n. 01, jan. 2005, pp. 81 – 90.

GASKELL, G.; EYCK, T. T.; JACKSON, J.; VELTRI, G. (2004). Public attitudes towards nanotechnology in Europe and the United States. **Nature Materials**, v. 03, n. 08, 2004, p.496.

GASKELL, G.; ALLUM, N.; STARES, S. (2003). **Europeans and Biotechnology in 2002 (Eurobarometer 58.0)**: report to the EC Directorate General for Research from the project ‘Life Sciences in European Society’. Bruxelles (Bélgica): DG Research, 2003. 69p.

GEISER, M.; KREYLING, W. G. (2010). Deposition and biokinetics of inhaled nanoparticles. **Particle and Fibre Toxicology**, v. 07, n. 02, jan. 2010, pp. 01 – 17.

GHORMADE, V.; DESHPANDE, M. V.; PAKNIKAR, K. M. (2011). Perspectives for nano-biotechnology enabled protection and nutrition of plants. **Biotechnology Advances**, v. 29, n. 06, dez. 2011, pp. 792 – 803.

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

GUPTA, N.; FISCHER, A. R.; FREWER, L. J.(2012). Socio-psychological determinants of public acceptance of technologies: a review. **Public Understanding of Science**, v. 21, n. 07, 2012, pp. 782 – 795.

HAWKINS, D.; MOTHERSBAUGH, D.; BEST, R. **Consumer behaviour**: building marketing strategies. 12 ed. McGraw-Hill, 2012. 832p.

HO, S. S.; SCHEUFELE, D. A.; CORLEY, E. A. (2013). Factors influencing public risk – benefits considerations of nanotechnology: assessing the effects of mass media, interpersonal communication, and elaborative processing. **Public Understanding of Science**, v. 22, n. 05, 2013, pp. 606 – 623.

ISO. International Organisation for Standardisation. (2010). **ISO Nanotechnologies**, vocabulary, core terms, Geneva, 2010.

KAHAN, D. M.; BRAMAN, D.; SLOVIC, P.; GASTIL, J.; COHEN, G. (2009). Cultural cognition of the risks and benefits of nanotechnology. **Nature Nanotechnology**, v. 04, 2009, pp. 87 – 90.

KAHAN, D. M. (2009). Nanotechnology and society: the evolution of risk perceptions. **Nature Nanotechnology**, v. 04, 2009, pp. 705 – 706.

KANMANI, P.; RHIM, J.W. (2014). Properties and characterization of bionanocomposite films prepared with various biopolymers and ZnO nanoparticles. **Carbohydrate Polymers**, v. 106, jun. 2014, pp. 190 – 199.

KANMANI, P.; LIM, S. T. (2013). Synthesis and structural characterization of silver nanoparticles using bacterial exopolysaccharide and its antimicrobial activity against food and multidrug resistant pathogens. **Process Biochemistry**, v. 48, 2013, pp. 1099 – 1106.

KAY, L.; SHAPIRA, P. (2009). Developing nanotechnology in Latin America. **Journal of Nanoparticle Research**, v. 11, n. 02, fev. 2009, pp. 259 – 278.

KIM, J.; YEO, S. K.; BROSSARD, D.; SCHEUFELE, D. A.; XENOS, M. A. (2014). Disentangling the influence of value predispositions and risk/benefits perceptions on support of nanotechnology among the american public. **Risk Analysis**, v. 34, n. 05, maio 2014, pp. 965 – 980.

KLEIJNEN, M.; LEE, N.; WETZELS, M. (2009). An exploration of consumer resistance to innovation and its antecedents. **Journal of Economic Psychology**, v. 30, 2009, pp. 344 – 357.

KREYLING, W.G.; SEMMLER-BEHNKE, M.; CHAUDHRY, Q. (2010). A complementary definition of nanomaterial. **NanoToday**, v. 05, n.03, jun. 2010, pp.165 – 168.

LECETA, I.; GUERRERO, P.; IBARBURU, I.; DUEÑAS, M. T.; CABA, K. (2013). Characterization and antimicrobial analysis of chitosan-based films. **Journal of Food Engineering**, v. 116, 2013, pp. 889 – 899.

LEE, C.; SCHEUFELE, D. A. (2006). The influence of knowledge and deference toward scientific authority: a media effects model for public attitudes towards nanotechnology. **Journalism & Mass Communication Quarterly**, v. 83, n. 04, 2006, pp. 819 – 834.

- LEE, C.; SCHEUFELE, D. A.; LEWENSTEIN, B. (2005). Public attitudes toward emerging technologies: examining the interactive effects of cognitions and affect on public attitudes toward nanotechnology. **Science Communication**, v. 27, n. 02, dez. 2005, pp. 240 – 267.
- LEMIRE, J. A.; HARRISON, J. J.; TURNER, R. J. (2013). Antimicrobial activity of metals: mechanisms, molecular targets and applications. **Nature Reviews Microbiology**, v. 11, maio 2013, pp. 371 – 384.
- LIU, A.; BERGLUND, L. A. (2012). Clay nanopaper composites of nacre-like structure based on montmorillonite and cellulose nanofibers – improvements due to chitosan addition. **Carbohydrate Polymers**, v. 87, n. 01, 2012, pp. 53 – 60.
- MACOUBRIE, J. (2006). Nanotechnology: public concerns, reasoning and trust in government. **Public Understanding of Science**, v. 15, n. 02, 2006, pp. 221 – 241.
- MAHALIK, N.P.; NAMBIAR, A.N. (2010). Trends in food packaging and manufacturing systems and technology. **Trends in Food Science & Technology**, v. 21, n. 03, mar. 2010, pp. 117 – 128.
- MCCOMAS, K. A.; BESLEY, J. C. (2011). Fairness and nanotechnology concern. **Risk Analysis**, v. 31, n. 11, nov. 2011, pp. 1749 – 1761.
- MEDEIROS, B. G. S.; PINHEIRO, A. C.; CARNEIRO-DA-CUNHA, M. G.; VICENTE, A. A. (2012). Development and characterization of a nanomultilayer coating of pectin and chitosan – evaluation of its gas barrier properties and application on ‘Tommy Atkins’ mangoes. **Journal of Food Engineering**, v. 110, 2012, pp. 457 – 464.
- MIHINDUKULASURIYA, S. D. F.; LIM, L. T. (2014). Nanotechnology development in food packaging: a review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 40, n. 02, dez. 2014, pp. 149 – 167.
- MUELLER, N.C.; BRUGGEN, B. van der; KEUTER, V.; LUIS, P.; MELIN, T.; PRONK, W.; REISEWITZ, R.; RICKERBY, D.; RIOS, G. M.; WENNEKES, W.; NOWACK, B. (2012). Nanofiltration and nanostructure membranes – should they be considered nanotechnology or not? **Journal of Hazardous Materials**, v. 211 – 212, abr. 2012, pp. 275 – 280.
- NAIK, K.; KOWSHIK, M. (2014). Anti-Quorum Sensing activity of AgCl-TiO<sub>2</sub> nanoparticles with potential use as active food packaging material. **Journal of Applied Microbiology**, 2014, pp.
- NEETHIRAJAN, S.; JAYAS, D. S. (2011). Nanotechnology for the food and bioprocessing industries. **Food and Bioprocessing Technology**, v. 04, n.01, jan. 2011, pp. 39 – 47.
- PANEA, B.; RIPOLL, G.; GONZÁLEZ, J.; FERNÁNDEZ-CUELLO, A.; ALBERTÍ, P. (2014). Effect of nanocomposite packaging containing different proportions of ZnO and Ag on chicken breast meat quality. **Journal of Food Engineering**, v. 123, fev. 2014, pp. 104 – 112.

- PICOUET, P. A.; FERNANDEZ, A.; REALINI, C. E.; LLORET, E. (2014). Influence of PA6 nanocomposite films on the stability of vacuum-aged beef loins during storage in modified atmospheres. **Meat Science**, v. 96, 2014, pp. 574 – 580.
- PIDGEON, N.; HARTHORN, B. H.; SATTERFIELD, T. (2011). Nanotechnology risk perceptions and communications: emerging technologies, emerging challenges. **Risk Analysis**, v. 31, n. 11, nov. 2011, pp. 1694 – 1700.
- PIDGEON, N.; HARTHORN, B. H.; BRYANT, K.; HAYDEN, T. R. (2009). Deliberating the risks of nanotechnologies for energy and health applications in the United States and United Kingdom. **Nature Nanotechnology**, v. 04, 2009, pp. 95 – 98.
- RANJAN, S.; DASGUPTA, N.; CHAKRABORTY, A. R.; SAMUEL, S. M.; RAMALINGAM, C.; SHANKER, R.; KUMAR, A. (2014). Nanoscience and nanotechnologies in food industries: opportunities and research trends. **Journal of Nanoparticle Research**, v.16, n. 06, 2014, pp. 01 – 23.
- RESTUCCIA, D.; SPIZZIRRI, U. G.; PARISI, O. I.; CIRILLO, G.; CURCIO, M.; IEMMA, F.; PUOCI, F.; VINCI, G.; PICCI, N. (2010). New EU regulation aspects and global market of active and intelligent packaging for food industry applications. **Food Control**, v. 21, n. 11, nov. 2010, pp. 1425 – 1435.
- RETBACH, A.; MARSCHALL, J.; RAHNKE, M.; OTTO, L.; MAIER, M. (2011). Public understanding of science and the perception of nanotechnology: the roles of interest in science, methodological knowledge, epistemological beliefs, and beliefs about science. **Journal of Nanoparticle Research**, v. 13, n. 12, dez. 2011, pp. 6231 – 6244.
- RHIM, J. W.; WANG, L. F.; HONG, S. I. (2013). Preparation and characterization of agar/silver nanoparticles composite films with antimicrobial activity. **Food Hydrocolloids**, v. 33, n. 02, dez. 2013, pp. 327 – 335.
- ROBERTSON, Gordon L. **Food packaging: principles and practice**. 3.ed. New York (USA): CRC Press, 2012. 687p.
- ROCO, M.C.; MIRKIN, C.A.; HERSAM, M.C. (2011). Nanotechnology research directions for societal needs in 2020: summary of international study. **Journal of Nanoparticle Research**, v. 13, n.03, mar. 2011, pp. 897 – 919.
- ROJAS-GRAÜ, M.A.; SOLIVA-FORTUNY, R.; MARTIN-BELLOSO, O. (2009). Edible coatings to incorporate active ingredients to fresh-cut fruits: a review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 20, n.10, out. 2009, pp. 438 – 447.
- ROLLIN, F.; KENNEDY, J.; WILLS, J. (2011). Consumer and new food technologies. **Trends in Food Science & Technology**, v. 22, 2011, pp. 99 – 111.
- RONTELTAP, A.; FISCHER, A. R. H.; TOBI, H. (2011). Societal responses to nanotechnology: converging technologies – converging societal response research? **Journal of Nanoparticle Research**, v. 13, n. 10, 2011, pp. 4399 – 4410.

ROYAL SOCIETY. The Royal Society & The Royal Academy of Engineering. **Nanoscience and nanotechnologies: opportunities and uncertainties**. Plymouth: Latimer Trend, 2004.

SATTERFIELD, T.; KANDLIKAR, M.; BEAUDRIE, C. E. H.; HARTHORN, B. H. (2009). Anticipating the perceived risk of nanotechnologies. **Nature Nanotechnology**, v.04, n.01, 20 set. 2009, pp. 752-758.

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

SCHEUFELE, D. A.; CORLEY, E. A.; SHIH, T. J.; DARLYMPLE, K. E.; HO, S. S. (2008). Religious beliefs and public attitudes toward nanotechnology in Europe and the United States. **Nature Nanotechnology**, v.04, dez. 2008, pp. 91 – 94.

SCHEUFELLE, D.A.; LEWENSTEIN, B.V. (2005). The public and nanotechnology: how citizens make sense of emerging technologies. **Journal of Nanoparticle Research**, v. 07, n.06, dez. 2005, pp. 659 – 667.

SEKHON, B. S. (2014). Nanotechnology in agri-food production? An overview. **Nanotechnology, Science and Applications**, v. 07, abr. 2014, pp. 31 – 53.

SHANKAR, S.; TENG, X.; RHIM, J. W. (2014). Properties and characterization of agar/CuNP bionanocomposite films prepared with different copper salts and reducing agents. **Carbohydrate Polymers**, v. 114, dez. 2014, pp. 484 – 492.

SHAPIRA, P.; YOUTIE, J.; KAY, L. (2011). National innovation systems and the globalization of nanotechnology innovation. **The Journal of Technology Transfer**, v. 36, n. 06, dez. 2011, pp. 587 – 604.

SIEGRIST, M. (2008). Factors influencing public acceptance of innovative food technologies and products. **Trends in Food Science & Technology**, v. 19, n. 11, 2008, pp. 603 – 608.

SIEGRIST, M.; STAMPFLI, N.; KASTENHOLZ, H.; KELLER, C. (2008). Perceived risks and perceived benefits of different nanotechnology foods and nanotechnology food packaging. **Appetite**, v. 51, n. 02, set. 2008, pp. 283 – 290.

SIEGRIST, M.; COUSIN, M.E.; KASTENHOLZ, H.; WIEK, A. (2007). Public acceptance of nanotechnology foods and food packaging: the influence of affect and trust. **Appetite**, v. 49, n. 02, set. 2007, pp. 459 – 466.

SILVA, H. D.; CERQUEIRA, M. A.; VICENTE, A. A. (2012). Nanoemulsions for food applications: development and characterization. **Food and Bioprocess Technology**, v. 05, n.03, abr. 2012, pp. 854 – 867.

SILVESTRE, C.; DURACCIO, D.; CIMMINO, S. (2011). Food packaging based on polymer nanomaterials. **Progress in Polymer Science**, v. 36, n. 12, dez. 2011, pp. 1766 – 1782.

SINGH, G.; STEPHAN, C.; WESTERHOFF, P.; CARLANDER, D.; DUNCAN, T. V. (2014). Measurement methods to detect, characterize, and quantify Engineered Nanomaterials in Foods. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 13, n. 04, jun. 2014, pp. 693 – 704.

SJÖBERG, L. (2000). Factors in risk perception. **Risk Analysis**, v. 20, n.01, fev. 2000, pp. 01 – 12.

SMITH, S. E. S.; HODGOOD, H. D.; MICHELSON, E. S.; STOWE, M. H. (2008). Americans' nanotechnology risk perception: assessing opinion change. **Journal of Industrial Ecology**, v. 12, n. 03, 2008, pp. 459 – 473.

SMITH JR, W.J.; LIU, Z.; SAFI, A.S.; CHIEF, K. (2014). Climate change perception, observation and policy support in rural Nevada: a comparative analysis of native americans, non-native ranchers and farmers and mainstream America. **Environmental Science & Policy**, v. 42, out. 2014, pp. 101 – 122.

SONG, X.; LI, R.; LI, H.; HU, Z.; MUSTAPHA, A.; LIN, M. (2014). Characterization and quantification of zinc oxide and titanium dioxide nanoparticles in foods. **Food and Bioprocess Technology**, v. 07, n. 02, fev. 2014, pp. 456 – 462.

SORRENTINO, A.; GORRASI, G.; VITTORIA, V. (2007). Potential perspectives of bio-nanocomposites for food packaging applications. **Trends in Food Science & Technology**, v. 18, 2007, pp. 84 – 95.

SOTIRIOU, G. A.; PRATSINIS, S. E. (2010). Antibacterial activity of nanosilver ions and particles. **Environmental Science & Technology**, v. 44, n. 14, 2010, pp. 5649 – 5654.

SOZER, N.; KOKINI, J.L. (2009). Nanotechnology and its applications in the food sector. **Trends in Biotechnology**, v. 27, n.01, fev. 2009, pp. 82 – 89.

STAMPFLI, N.; SIEGRIST, M.; KASTENHOLZ, H. (2010). Acceptance of nanotechnology in food and food packaging: a path model analysis. **Journal of Risk Research**, v. 13, n. 03, 2010, pp. 353 – 365.

SZAKAL, C.; ROBERTS, S. M.; WESTERHOFF, P.; BARTHOLOMAEUS, A.; BUCK, N.; ILLUMINATO, I.; CANADY, R.; ROGERS, M. (2014). Measurement of nanomaterials in foods: integrative considerations of challenges and future prospects. **ACS Nano**, v. 08, n. 04, 2014, pp. 3128 – 3135.

TIEDE, K.; BOXALL, A. B.A.; TEAR, S. P.; LEWIS, J.; DAVID, H.; HASSELLÖV, M. (2008). Detection and characterization of engineered nanoparticles in food and the environment. **Food Additives & Contaminants: Part A**, v. 25, n. 07, 2008, pp. 795 – 821.

VANDERMOERE, F.; BLANCHEMANCHE, S.; BIEBERSTEIN, A.; MARETTE, S.; ROOSEN, J. (2011). The public understanding of nanotechnology in the food domain: the hidden role of views on science, technology, and nature. **Public Understanding of Science**, v. 20, n. 02, mar. 2011, pp. 195 – 206.

VANDERMOERE, F.; BLANCHEMANCHE, S.; BIEBERSTEIN, A.; MARETTE, S.; ROOSEN, J. (2010). The morality of attitudes toward nanotechnology: about God, techno-

scientific progress, and interfering with nature. **Journal of Nanoparticle Research**, v. 12, n.02, fev. 2010, pp. 373 – 381.

VÁSCONEZ, M. B.; FLORES, S. K.; CAMPOS, C. A.; ALVARADO, J.; GERSCHENSON, L. N. (2009). Antimicrobial activity and physical properties of chitosan-tapioca starch based edible films and coatings. **Food Research International**, v. 42, n. 7, Ago. 2009, pp. 762-769.

WEISS, A. S.; IHL, M.; SOBRAL, P. J. A.; GUILLÉN, M. C. G.; BIFANI, V. Natural additives in bioactive edible films and coatings: functionality and applications in foods. **Food Engineering Reviews**, v.05, n.04, pp. 200 – 216.

YOKSAN, R.; CHIRACHANCHAI, S. (2010). Silver nano-particles loaded chitosan-starch based films: fabrication and evaluation of tensile, barrier and antimicrobial properties. **Materials Science and Engineering: C**, v. 30, n. 06, 2010, pp. 891 – 897.

YOUNES, I.; SELLIMI, S.; RINAUDO, M.; JELLOULI, K.; NASRI, M. (2014). Influence of acetylation degree and molecular weight of homogeneous chitosans on antibacterial and antifungal activities. **International Journal of Food Microbiology**, v. 185, ago. 2014, pp. 57 – 63.

YOUNES, I.; HAJJI, S.; FRACHET, V.; RINAUDO, M.; JELLOULI, K.; NASRI, M.(2014). Chitin extraction from shrimp shell using enzymatic treatment. Antitumor, antioxidant and antimicrobial activities of chitosan. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 69, 2014, pp. 489 – 498.

YOUNES, I.; GHORBEL-BELLAJ, O.; NASRI, R.; CHAABOUNI, M.; RINAUDO, M.; NASRI, M. (2012). Chitin and chitosan preparation from shrimp shells using optimized enzymatic deproteinization. **Process Biochemistry**, v. 47, n. 12, 2012, pp. 2032 – 2039.

## 5 Resultados

5.1 Artigo 01: Percepção, aceitação e intenção de compra dos consumidores quanto a embalagens comestíveis nanoestruturadas.

### Resumo

A nanotecnologia permite a geração de produtos inovadores no setor de alimentos, sobretudo o de embalagens, contudo diversos estudos tem demonstrado a atitude cética dos consumidores diante desta nova tecnologia. A avaliação das concepções dos consumidores acerca do uso da nanotecnologia é de extrema importância uma vez que possibilita compreender quais fatores intervêm na sua aceitação. Este trabalho verificou a percepção do consumidor quanto à aceitabilidade de embalagens comestíveis nanoestruturadas a partir de pesquisa *Survey* com questionário composto de escala Likert de 5 pontos realizada com 361 consumidores em Recife (Pernambuco, Brasil). Os efeitos das variáveis sociodemográficas sobre as percepções dos consumidores foram analisados através de testes não paramétricos (Wilcoxon-Mann-Whitney, Kruskal Wallis e Gamma de Goodman-Kruskal). A intenção de compra foi avaliada considerando o efeito das percepções de benefícios e riscos sobre as atitudes do consumidor (teste de Wilcoxon). Variáveis como idade, escolaridade e renda provocaram efeitos variados no que concerne às percepções de riscos e benefícios. Os resultados demonstraram que os consumidores, embora possuam pouco conhecimento acerca da nanotecnologia e de embalagens comestíveis, demonstraram elevado interesse quanto ao uso desta nova tecnologia no desenvolvimento de embalagens para alimentos o que é demonstrado pela sua atitude confiante frente ao tema. As percepções de benefícios demonstraram efeito significativo ( $p < 0,05$ ) na aceitação e aquisição de produtos alimentares e embalagens com uso de nanotecnologia comparada com as percepções de riscos. A comunicação e informação acerca da nova tecnologia foram apontadas como fator de importância para a aquisição de produtos alimentares obtidos por tecnologias não convencionais.

Palavras-chave: Nanotecnologia; embalagens comestíveis; percepção de benefícios, embalagens para alimentos, nanoalimentos

### Abstract

Nanotechnology allows the generation of innovative products in the food sector, especially in food packaging, but several reports have shown the skeptical attitude of consumers on this new technology. The evaluation of consumers' conceptions towards nanotechnology application is extremely important to understand which factors are involved in its acceptance. This study conducted a survey applying a questionnaire 5-point Likert scale with 361 consumers in Recife (Pernambuco, Brazil) to investigate the consumers' perceptions regarding the acceptability of nanostructured edible coating. The effects of sociodemographic variables on consumers' perceptions were analyzed using nonparametric tests (Wilcoxon-Mann-Whitney, Kruskal Wallis and Goodman-Kruskal gamma). The purchase intention was evaluated considering the effect of perceptions of benefits and risks on consumer attitudes (Wilcoxon test). Variables such as age, education and income caused varying effects with respect to perceptions of risks and benefits. Results showed although consumers' low awareness of nanotechnology and edible coating, data suggest



high interest in the use of this new technology in the development of food packaging which is demonstrated by their confident attitude towards the subject. Benefits claims outweigh risk perceptions and showed significant effect on the acceptance and willingness-to-buy nano-foods and nano-packaging. Even so, communication and information about this new technology has been identified as important factor for the willingness-to-buy food products obtained by nonconventional technologies.

Key-words: Nanotechnology, edible coatings, benefits perceptions, food packing, nanofood

## **1 Introdução**

A nanotecnologia tem sido reportada em diversos veículos de comunicação como a tecnologia que terá maior desenvolvimento neste século XXI, sobretudo devido às potencialidades denotadas pelas mudanças das propriedades físico-químicas dos materiais desenvolvidos em escala nanométrica e, sobretudo, devido à capacidade de possibilitar o desenvolvimento de novos produtos inovadores em diversos setores, levando esta área do conhecimento à um nível de integração multidisciplinar e multi-industrial (BEUMER; BHATTACHARYA, 2013; CHEN; YADA, 2011; SOZER; KOKINI, 2009).

Apesar de a nanotecnologia apresentar potencial enquanto inovação tecnológica no setor de alimentos (GRUÈRE, 2012; CHAUDHRY; CASTLE, 2011; DUNCAN, 2011; FREWER et al., 2011), diversos estudos tem demonstrado a atitude cética dos consumidores quanto à percepção e aceitação desta nova tecnologia (BROWN; FATEHI; KUZMA, 2015; BIEBERSTEIN et al., 2013; SCHNETTLER et al., 2013; STAMPFLI; SIEGRIST; KASTENHOLZ, 2010), da mesma maneira que tem sido reportado acerca das atitudes dos consumidores em países desenvolvidos e em desenvolvimento ao se abordar a aplicação das diversas tecnologias inovadoras implementadas na cadeia produtiva de alimentos, do campo à indústria, sobretudo devido à necessidade de informação acerca dessas novas tecnologias (VERNEAU et al., 2014; SCHNETTLER et al., 2013, ROLLIN; KENNEDY; WILLS, 2011; RONTELTAP et al., 2007; CARDELO; SCHUTZ; LESHER, 2007; DA COSTA et al., 2000).

As atitudes do consumidor quanto a um alimento não estão baseadas apenas nos atributos sensoriais do produto e nem nos aspectos fisiológicos, mas também estão correlacionadas com outros fatores, como a experiência anterior, informação e

conhecimento sobre o produto, crenças e atitudes baseadas nas percepções de riscos e benefícios. Desde o relatório *Nanoscience and nanotechnologies: opportunities and uncertainties*, elaborado pela *Royal Society e Royal Academy of Engineering*, em 2004, vários estudos foram desenvolvidos nos Estados Unidos e na Europa para avaliar a percepção e atitudes do consumidor frente à nanotecnologia, dentro de diversas variáveis as quais afetam a aceitação desta nova tecnologia, entre critérios demográficos e heurísticos, como familiaridade e conhecimento sobre nanotecnologia (DIJKSTRA; CRITCHLEY, 2014; FISCHER et al., 2013; PIDGEON et al., 2009; SMITH et al., 2008; GASKELL et al., 2004), predisposições culturais (KAHAN et al., 2009), afeição e confiança (RETZBACH et al., 2011; SIEGRIST et al., 2007; MACOUBRIE, 2006; LEE; SCHEUFELE; LEWENSTEIN, 2005; COBB; MACOUBRIE, 2004), e religiosidade (BROSSARD et al., 2009; SCHEUFELE et al., 2008), conhecimento técnico, informação e comunicação (BIEBERSTEIN et al., 2013; CHEN et al., 2012).

A avaliação das concepções dos consumidores acerca do uso da nanotecnologia na produção de alimentos é de extrema importância para as indústrias do setor alimentício uma vez que possibilita compreender quais fatores intervêm nas percepções e, conseqüentemente, na intenção de compra desses produtos (FREWER et al., 2014; ROOSEN et al., 2014; FREWER et al., 2011; CONTI; SATTERFIELD; HARTHORN, 2011; RETZBACH et al., 2011), sendo, portanto, determinante no momento de desenvolvimento tecnológico e uma ferramenta essencial no estudo de segmentação de mercado. Poucas investigações têm sido realizadas em países em desenvolvimento, como é o caso do Brasil (VIDIGAL et al., 2015; SCHNETTLER et al., 2013).

Assim, este trabalho visou avaliar o grau de percepção do consumidor quanto à aceitabilidade de embalagens comestíveis nanoestruturadas aplicadas em alimentos a partir da análise estatística de dados obtidos através de questionário utilizado em pesquisa *Survey* realizada com consumidores regulares de alimentos no município do Recife (Pernambuco, Brasil). Os efeitos das variáveis sociodemográficas sobre as concepções e percepções dos entrevistados acerca dos riscos e benefícios na nanotecnologia pela indústria de alimentos, com ênfase no desenvolvimento de embalagens comestíveis nanoestruturadas, foram analisados através de testes estatísticos não paramétricos. A intenção de compra desses produtos nanoalimentares também foi avaliada considerando o efeito das percepções de

benefícios e riscos sobre as atitudes do consumidor quanto à aquisição desses novos produtos.

## **2 Material e métodos**

### **2.1 Instrumento de coleta de dados**

Este trabalho caracteriza-se como uma pesquisa exploratória e descritiva qualitativa uma vez que objetivou gerar conhecimentos a respeito das concepções do consumidor quanto ao uso da nanotecnologia em embalagens para alimentos. Para tal, foram realizadas entrevistas a partir de um questionário estruturado do tipo metadespartidas (*split-half*) formado por questões fechadas onde todos os respondentes foram submetidos às mesmas perguntas e às mesmas alternativas de respostas as quais foram marcadas em uma escala numérica do tipo Likert, nas quais os respondentes são forçados a polarizar suas opiniões dentro de uma escala com cinco níveis de mensuração, onde cada nível está associado a uma intensidade semântica gradiente, de 1 (totalmente contrário) a 5 (totalmente favorável), sendo que o nível 3 (nem favorável nem contrário) representa uma situação intermediária de indiferença, à maneira de questionários empregados em outros estudos relacionados à neofobia alimentar (PERREA; GRUNERT; KRYSTALLIS, 2015; SCHNETLER et al., 2013).

A coleta de dados foi realizada em duas etapas: a primeira consistia de perguntas elaboradas a fim de se construir dados socioeconômicos e demográficos acerca da amostra, ou seja, do público-alvo desta pesquisa (gênero, faixa etária, renda salarial familiar e escolaridade/nível de instrução). Na segunda fase, os demais enunciados pertencentes ao questionário foram baseados nos referenciais teóricos pertinentes às percepções do consumidor quanto ao uso de novas tecnologias na produção de alimentos, abordando como dimensões analíticas deste estudo: grau de conhecimento sobre nanotecnologia; benefícios e riscos percebidos quanto à nanotecnologia em alimentos e embalagens para alimentos; conhecimento e percepções quanto às embalagens comestíveis nanoestruturadas; e intenção de compra.

## 2.2 Amostra

A amostra desta pesquisa apresenta-se heterogênea em relação à variável de interesse (percepção de riscos e de benefícios da nanotecnologia), uma vez que as opiniões dos indivíduos podem apresentar variações dependendo da classe social, idade, escolaridade e profissão. Assim, a amostra foi dividida em estratos homogêneos tendo como base os grupamentos etários definidos por idade, buscando-se, portanto, que haja homogeneidade em cada grupo, dentro de seus estratos, apesar da ocorrência de heterogeneidade entre os estratos de acordo com suas características sociodemográficas e econômicas.

Optou-se pela classificação etária adulta uma vez que esta representa a categoria economicamente ativa da população geral. Devido à grande diversidade de agrupamentos etários proposta pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística/IBGE, optou-se por agrupar a referida classe participante desta pesquisa na categoria adulto, considerando o número de habitantes com idade entre 19 a 59 anos de idade. Os demais grupos de idade foram categorizados em crianças (menos de 1 ano até 11 anos de idade) e adolescentes (12 a 18 anos de idade) conforme o Estatuto da Criança e do Adolescente (Lei nº 8.069 de 13 de julho de 1990) e, idosos, de 60 anos ou mais de idade, de acordo com o Estatuto do Idoso (Lei nº 10.741 de 01 de outubro de 2003). Contudo, a fim de facilitar os cálculos para determinação do tamanho da amostra, os sujeitos com idade em 18 anos foram incluídos na categoria adultos, haja vista a categorização de faixa etária realizada pelo IBGE no Censo Demográfico de 2010 a qual incluía os indivíduos que apresentaram esta idade na data de referência da pesquisa.

A cidade do Recife (PE) foi escolhida como *locus* da pesquisa por ser o município que concentra o maior crescimento populacional estadual e a população alvo da pesquisa foi composta por consumidores regulares de alimentos distribuídos nas seis (06) Regiões Político-Administrativas (RPA) do município do Recife, entrevistados no mês de março de 2015. O cálculo do tamanho da amostra, de 361 indivíduos, foi realizado conforme procedimento adotado por Vidigal e colaboradores (2015) com base no Censo Demográfico de 2010.

Assim, o cálculo do tamanho da amostra foi realizado com base nos dados disponibilizados pelo Censo Demográfico de 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e

Estatística/IBGE, o qual definiu para o ano de sua realização uma população de 1.537.707 habitantes, considerando a proporção amostral da população de adultos no município do Recife (958.752) e das demais categorias etárias (578.955), e, a partir de um grau de confiança de 95% ( $\alpha = 0,05$ ) e erro máximo de estimativa seja de  $\pm 5\%$  ( $E=0,05$ ), através da seguinte fórmula proposta por Bolfarine e Bussab (2005), representada pela equação 1:

$n = \frac{Z^2 * p * q}{E^2}$	<p>onde, Z = valor crítico que corresponde ao grau de confiança desejado; p = proporção populacional de indivíduos que pertence à categoria de interesse no estudo; q = proporção populacional de indivíduos que não pertence à categoria de interesse no estudo (<math>q=1 - p</math>)</p>
-------------------------------	---

(1)

O questionário empregado para a coleta de dados dos entrevistados nos estabelecimentos de autosserviço no município do Recife compunha-se de um quadro com escalas nominais para registro e identificação das características demográficas dos respondentes as quais foram empregadas como variáveis independentes nesta pesquisa, não apenas para traçar e estabelecer o perfil sociodemográfico dos consumidores, mas, sobretudo, para estabelecer uma análise estatística através do cruzamento de dados entre as variáveis independentes (características demográficas) com as variáveis dependentes (dimensões analíticas). Alguns trabalhos demonstraram que as características demográficas afetam a percepção de riscos, como gênero, idade, raça, nível sócio-econômico e escolaridade, variando conforme estas variáveis (VIDIGAL et al., 2015; BESLEY, 2010; SATTERFIELD et al., 2009; SMITH et al., 2008).

Foram aplicados ao todo 361 questionários em 18 bairros distribuídos nas Regiões Político Administrativas/RPA's. Os bairros foram selecionados aleatoriamente, uma vez que os mesmos foram codificados numericamente a partir do algarismo 1 (um) até o total de bairros registrados em cada região. Utilizou-se um programa de geração numérica randomizada (*Random Number Generator*) disponível *online* via *website* ([www.random.org](http://www.random.org)) para se fazer a seleção aleatória dos locais de pesquisa segundo os códigos numéricos registrados na listagem dos bairros. O programa utilizado emprega a abordagem *True Random Number Generator* (TRNG) para a geração de números aleatórios, o qual extrai a aleatoriedade de fenômenos físicos, evitando-se, portanto, um padrão de seleção sequencial pelo computador através de fórmulas matemáticas ou tabelas pré-calculadas.

Quanto à caracterização sociodemográfica obtida através das entrevistas, verifica-se que **58,72 %** foram preenchidos por indivíduos do sexo feminino e **41,28 %** do sexo masculino, com faixa etária predominante entre 18 e 29 anos de idade (**36,56%**), dentre adultos com idade mínima de 18 anos e máxima de 59 anos, faixa etária foco desta pesquisa. Quanto à escolaridade os respondentes caracterizam-se predominantemente com nível de instrução no ensino médio (**45,71%**), seguido do ensino superior (**27,98%**). No que concerne à característica socioeconômica renda x moradores, predomina o número de residências que apresentam 3 moradores cuja proporção percentual encontra-se expressa em **31,03%**, prevalecendo o rendimento familiar na faixa de 2 a 5 salários mínimos (**43,49%**).

### 2.3 Entrevistas

O contato com o consumidor foi feito a partir de abordagem direta ao acaso com os indivíduos adultos presentes em estabelecimentos de autosserviço, com base no procedimento realizado por Schnettler e colaboradores (2013) e Caracciolo, Coppola e Verneau (2011). Devido à diversidade de estabelecimentos de autosserviço existentes e a necessidade de realizar esta pesquisa de forma sistemática, as lojas foram agrupadas em categorias, segundo o critério do número de caixas (*checkouts*).

No segmento de autosserviço, segundo a Associação Brasileira de Supermercados/ABRAS (2014), o porte das lojas pode ser definido de acordo com o número de *checkouts*, os estabelecimentos de autosserviço ficam classificados em: de 01 a 09 caixas – pequeno porte; de 10 a 19 caixas – médio porte; de 20 a 49 caixas – grande porte; a partir de 50 caixas – hipermercados. Para a realização desta pesquisa, optou-se pelos estabelecimentos de autosserviço de pequeno e médio porte, muitos dos quais cognominados de mercados e supermercados de bairro ou vizinhança, haja vista o interesse em abordar, com maior proporção de respondentes, consumidores pertencentes ao bairro pesquisado dentro da Região Político Administrativa/RPA.

Foram feitos contatos com entidades de classe, em etapa preliminar, como a Associação Pernambucana de Supermercados e os Sindicatos envolvidos com este setor comercial (SINDVAREJISTA e SESSEPE), contudo os mesmos informaram não possuir

ficha de cadastro dos estabelecimentos de autosserviço. Ainda, devido aos elevados custos e indisponibilidade de tempo, não seria possível realizar um rastreamento dos estabelecimentos de autosserviço dentro dos bairros selecionados, seu devido mapeamento e a elaboração de roteiros de percurso para a realização da pesquisa de campo.

Assim, a escolha dos estabelecimentos de autosserviço foi feita de forma intencional através de indicação e contato direto nos bairros sorteados (*respondent-driven*) uma vez que não foi possibilitada a elaboração de uma listagem de estabelecimentos de autosserviço para realização de sorteio aleatório. Cuidados metodológicos foram adotados para garantir que o levantamento reproduzisse da forma mais aproximada possível o tamanho e as opiniões da amostra desta pesquisa. Entre esses cuidados, se destacam:

- A pesquisa não foi realizada em períodos atípicos, como festividades e feriados, o que poderia provocar deslocamentos incomuns de indivíduos não pertencentes à região pesquisada;
- O retorno aos locais pesquisados, em turnos distintos, para garantir a continuidade à coleta de dados e garantir a abrangência de cobertura nas áreas com maior densidade populacional.

A validação do instrumento de coleta de dados serve para dar validade científica ao instrumento em função do perfil da população a ser entrevistada. O pré-teste do questionário foi realizado no mês de dezembro de 2014 e oportunizou identificar aspectos os quais poderiam afetar o resultado final da pesquisa, como redundância e ausência de alguns indicadores. A validade aparente do instrumento de coleta de dados foi garantida, uma vez que a sua elaboração foi apoiada em estudos semelhantes para o desenvolvimento das questões e a construção da escala utilizada (SCHNETTLER et al., 2013; CARACCILO; COPOLA; VERNEAU, 2011). O aproveitamento de construtos utilizados por outros pesquisadores ofereceu subsídios necessários para que o questionário apresentasse validade de conteúdo, e, conseqüentemente, validade de critério e de construto, refletindo, portanto, o verdadeiro significado teórico de medir as atitudes e percepções do consumidor quanto ao uso da nanotecnologia em embalagens comestíveis para alimentos.

O questionário definitivo foi aplicado junto aos consumidores conforme sua posição na fila no momento de pagamento dos gêneros alimentícios (*check-out*). Assim, a fim de assegurar uma sincronização do tempo de espera na fila dos caixas e o tempo de realização das entrevistas, optou-se por abordar os últimos indivíduos na fila, conforme o tempo de atendimento pelas operadoras de caixa. Esta abordagem ao acaso possibilitou garantir a escolha aleatória dos indivíduos da população amostral e, sobretudo, a diminuição de recusas à pesquisa. O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido/TCLE desta pesquisa foi apresentado a cada respondente voluntário, sendo solicitado ao mesmo a leitura atenciosa do documento, o registro dos seus dados, da firma e da data de pesquisa. O número de registro desta pesquisa correspondente ao Certificado de Apresentação para Apreciação Ética/CAAE é 42767215.4.0000.5640, com parecer favorável consubstanciado nº 988.689 do Comitê de Ética em Pesquisa/CEP da Faculdade Estácio Recife, instituição de Ensino Superior indicada pela Comissão Nacional de Ética em Pesquisa/CONEP para avaliação do projeto desta pesquisa.

#### 2.4 Validação dos questionários

Os dados obtidos a partir dos questionários preenchidos foram destinados à realização das análises estatísticas de correlação das variáveis, a fim de verificar e estudar a relação linear entre as duas metades das questões formuladas, no modelo de questionário aplicado (*split-half*), envolvendo as percepções de benefícios e de riscos, a partir da determinação do fator  $r$  de correlação linear de Pearson, como em trabalhos realizados para verificação da associação entre as variáveis de risco, incerteza e preferências alimentares (RUSSEL; WORSLEY, 2008), o ajuste dos valores encontrados pelo coeficiente de correção de Spearman-Brown e a determinação do coeficiente de correlação para postos de Spearman para uma interpretação conjunta dos coeficientes de correlação de Pearson e de Spearman.

A verificação da significância estatística do coeficiente de correlação de Pearson foi feita a partir do Teste de Hipóteses e a interpretação da magnitude do coeficiente de correlação de Pearson foi feita a partir do cálculo para o coeficiente de determinação ( $R^2$ ). Ainda, fora verificado o Coeficiente  $\alpha$  de Cronbach, objetivando verificar a consistência interna entre as questões aplicadas, assim como aplicado na validação de questionários de



Escala de Neofobia de Alimentos em estudos que verificaram a percepção do consumidor quanto à escolha e consumo de alimentos (STRATTON et al., 2015) e às novas tecnologias em alimentos (FERNÁNDEZ-RUIZ; CLARET; CHAYA, 2013; LIN; LIN; WU, 2013; SCHNETTLER et al., 2013).

## 2.5 Análise estatística

Os dados obtidos através do questionário foram transcritos para planilhas eletrônicas para formação de arquivos de banco de dados padronizados no programa *software Microsoft Excel™* a fim de serem empregados para o cálculo dos testes estatísticos, para a construção de representações gráficas dos dados levantados. As variáveis e escalas possuíam identificação numérica e foram inseridas conforme a padronização numérica definida no planejamento desta pesquisa, em uma escala de 1 a 5, sendo as variáveis nominais transformadas em variáveis numéricas. Para auxílio na análise estatística dos dados foi utilizado o *software Statistical Package for Social Science (SPSS)*, versão 20.0 (SPSS inc., Chicago).

Na análise conjunta das variáveis, objetivou-se verificar a associação das diversas variáveis independentes (faixa etária, gênero, renda familiar, escolaridade e profissão) com as variáveis dependentes (conhecimento sobre nanotecnologia, conhecimento sobre embalagens comestíveis, percepção de benefícios da nanotecnologia, percepção de benefícios de embalagens comestíveis, percepção de riscos da nanotecnologia, temor de consumo de produtos nanotecnológicos, intenção de compra de produtos nanotecnológicos) tal qual realizado em estudos quanto à neofobia em alimentos (VIDIGAL et al., 2015; SCHNETTLER et al., 2013). Os enunciados pertencentes ao questionário (APENDICE A) foram elaborados com base em estudos pertinentes às percepções do consumidor quanto ao uso de novas tecnologias na produção de alimentos (ROLLIN et al., 2011; RONTELTAP et al., 2007).

Logo, os dados sociodemográficos levantados através do método *Survey* foram utilizados para caracterizar o perfil dos consumidores respondentes e verificar se ocorrem diferenças quanto ao nível de percepção da nanotecnologia, aplicando-se, estatisticamente, o teste U de Wilcoxon-Mann-Whitney, para gênero; o teste Kruskal Wallis, para profissão;

e teste Gamma de Goodman-Kruskal, para faixa etária, escolaridade e renda. O teste de Wilcoxon foi utilizado para comparar os escores dos grupos de consumidores a fim de verificar se existem diferenças significativas quanto às percepções de benefícios, percepções de riscos e intenção de compra de produtos desenvolvidos através da nanotecnologia.

Esses testes não paramétricos foram utilizados para as análises dos efeitos experimentais evocados nas assertivas componentes do instrumento de coleta de dados utilizado nesta pesquisa haja vista que há grande disparidade no que concerne ao tamanho das amostras distribuídas nas Regiões Político-Administrativas/RPA's pesquisadas (RPA1:n=17; RPA2:n=51; RPA3:n=73; RPA4:n=66; RPA5:n=62; RPA6:n=90). Ainda, nesta pesquisa foi utilizado um instrumento de coleta de dados com escalas ordinais a qual redefiniu o nível de mensuração das variáveis, de nominal para ordinal, considerando a representação de uma ordenação (SHENSKI, 2003).

### **3 Resultados e discussão**

#### **3.1 Validade e confiabilidade dos questionários**

Os resultados dos testes estatísticos aplicados para a validação e avaliar a confiabilidade dos questionários, Pearson ( $r$ ), Spearman ( $r_s$ ), Spearman-Brown ( $r$ ) coeficiente de determinação ( $R^2$ ), Teste de Hipóteses ( $t$ ) e Cronbach ( $\alpha$ ), estão apresentados na Tabela 01. Considerando que valores de  $r \geq 0,7$  e que os valores obtidos no teste de hipóteses, onde o valor numérico do  $t$  encontrado em cada RPA é maior do que o do  $t$  crítico tabelado ( $t=2,101$ ,  $\alpha=0,05$ ), os resultados indicam uma forte correlação entre as duas metades do questionário *split-half*, o que permite inferir que as questões estão associadas.

Tabela 1 – Validação estatística dos questionários segundo as Regiões Político-Administrativas/RPA do município do Recife.

(RPA)	Pearson (r)	Spearman (rs)	Spearman-Brown	(R <sup>2</sup> )	Teste de Hipóteses (t)	Cronbach ( $\alpha$ )
<b>RPA 1 (Centro)</b>	0,85	0,87	0,92	0,73	6,53*	0,93
<b>RPA 2 (Norte)</b>	0,77	0,76	0,87	0,59	8,43*	0,93
<b>RPA 3 (Noroeste)</b>	0,82	0,84	0,90	0,68	12,33*	0,93
<b>RPA 4 (Oeste)</b>	0,85	0,81	0,92	0,73	13,25*	0,95
<b>RPA 5 (Sudoeste)</b>	0,74	0,67	0,85	0,55	8,52*	0,90
<b>RPA 6 (Sul)</b>	0,77	0,73	0,87	0,59	11,29*	0,90

\*t tabelado ( $\alpha=0,05$ ) = 2,10. Fonte: Elaborado pelo autor.

Em relação ao coeficiente de Spearman, observa-se pela análise da Tabela 1 valores positivos superiores ao do coeficiente de Pearson para as RPA's 1 e 3, ocorrendo o inverso para as demais RPA's, o que pode indicar, respectivamente, uma relação não linear monótona crescente entre as questões das duas metades do questionário aplicado (*split-half*); e a possibilidade de presença de valores discrepantes (*outliers*) os quais podem reduzir a correlação entre as questões.

Verifica-se que o valor calculado de t em todas as RPAs (Tabela 1) é superior ao valor crítico de t (2,101) encontrado na tabela para t-Student para (n – 2) graus de liberdade a um nível de significância de p<0,05%, permitindo concluir que as duas metades do questionário, elaboradas segundo o método *split-half* estão significativamente correlacionadas. Assim, refuta-se a hipótese nula a qual indica que as duas metades das questões do modelo de questionário aplicado não estão correlacionadas.

A magnitude do coeficiente de correlação de Pearson pode ser interpretada em termos de uma variação de uma variável que é explicada pela variação da outra variável. Observa-se, por exemplo, que o valor do coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>) obtido para a RPA 1 indica que aproximadamente 73% da variância da primeira metade do questionário *split-half* é explicada pela variância da segunda metade. Ainda, este resultado aponta que 27% da variância da segunda metade do questionário se deve a outros fatores os quais não

estão correlacionados com à outra metade do questionário *split-half*. A mesma análise e interpretação pode ser feita para as demais Regiões Político-Administrativas do Recife.

Os valores numéricos elevados encontrados para o coeficiente  $\alpha$  de Cronbach (Tabela 1) demonstram confiabilidade das medidas, uma vez que a determinação do  $\alpha$  produz valores entre 0 e 1  $\{\alpha \in \mathbb{R} / -\infty < \alpha \leq 1 \wedge \alpha \neq 0\}$ , onde valores entre 0,7 e 0,9 demonstram confiabilidade das medidas, embora valores mais próximos de 1 possam indicar redundância de construtos (PETERSON; KIM, 2013), o questionário aplicado apresentou forte consistência interna em todas as questões propostas e, conseqüentemente, uma intercorrelação entre os itens do questionário conforme as dimensões analíticas analisadas.

Os resultados dos testes de correlação e de consistência interna permitem verificar que a validade aparente do questionário foi garantida, uma vez que a sua elaboração foi apoiada em estudos semelhantes para o desenvolvimento das questões e a construção da escala utilizada. O aproveitamento de construtos utilizados por outros pesquisadores quanto à neofobia em nanoalimentos (VIDIGAL et al., 2015; SCHNETTLER et al., 2013) ofereceu subsídios necessários para que o questionário apresentasse validade de conteúdo, e, conseqüentemente, validade de critério e de construto, refletindo, portanto, o verdadeiro significado teórico de medir as atitudes e percepções do consumidor quanto ao uso da nanotecnologia em embalagens comestíveis para alimentos.

### 3.2 Testes não paramétricos

A estatística do teste de Wilcoxon-Mann-Whitney foi calculada para a Região Político-Administrativa RPA 1 com base na determinação do valor U do referido teste haja vista o tamanho da amostra, onde o valor U crítico é 16,0 ( $\alpha=0,05$ ). Este cálculo foi realizado haja vista o tamanho da amostra nesta área estar compreendido entre 9 e 20, conforme metodologia proposta por Shenski (2003). Nas demais Regiões Político-Administrativas/RPA's, o teste de hipóteses é definido a partir da avaliação do valor Z calculado comparado ao valor Z crítico é 1,96 ( $\alpha=0,05$ ). Pelos resultados do teste de Wilcoxon-Mann-Whitney (Tabela 2) verificou-se que, na comparação das respostas dos indivíduos pertencentes aos gêneros feminino e masculino, não é possível afirmar que

existem diferenças significativas entre o conhecimento e as percepções de homens e mulheres quanto à nanotecnologia e quanto às embalagens comestíveis.

Na Região Político-Administrativa RPA 4, pelo resultado do teste de Wilcoxon-Mann-Whitney (Tabela 2) é possível inferir que o ‘gênero’ afetou a percepção dos indivíduos quanto aos benefícios da nanotecnologia em alimentos, assim como na Região Político-Administrativa RPA 5, na qual verifica-se que o valor Z calculado para as dimensões analíticas ‘Conhecimento sobre embalagens comestíveis’, ‘Percepção de embalagens comestíveis’ e ‘Intenção de compra de nanoprodutos alimentares e embalagens’ é superior ao valor Z crítico ( $\alpha=0,05$ ), apontando que as percepções e atitudes do gênero masculino são diferentes das do gênero feminino na avaliação dos tópicos citados. Alguns estudos os quais avaliaram os fatores que afetam a percepção da nanotecnologia em alimentos apontaram não haver influência da variável ‘gênero’ quanto à aceitação da nanotecnologia (VIDIGAL et al., 2015; YUE et al., 2015).

Tabela 2 – Resultados do teste de Wilcoxon-Mann-Whitney comparando os gêneros feminino e masculino dentro das Regiões Político-Administrativas/RPA’s.

<b>Dimensões Analíticas</b>	<b>RPA 1</b>	<b>RPA 2</b>	<b>RPA 3</b>	<b>RPA 4</b>	<b>RPA 5</b>	<b>RPA 6</b>
<b>Conhecimento sobre nanotecnologia</b>	20,5*	0,60**	0,74**	0,26**	0,92**	0,74**
	0,107***	0,558***	0,464***	0,800***	0,361***	0,537***
<b>Percepção de benefícios da nanotecnologia em alimentos</b>	35,5*	1,45**	0,07**	2,93**	1,17**	0,52**
	0,819***	0,149***	0,950***	0,003***	0,245***	0,605***
<b>Percepção de benefícios da nanotecnologia em embalagens para alimentos</b>	24,5*	0,49**	0,66**	0,64**	0,77**	1,49**
	0,210***	0,632***	0,509***	0,526***	0,447***	0,222***
<b>Percepção de riscos da nanotecnologia</b>	34,0*	0,29**	1,52**	0,60**	1,85**	1,20**
	0,715***	0,775***	0,128***	0,554***	0,065***	0,231***
<b>Risco em consumir nanoprodutos alimentares</b>	26,0*	0,06**	1,44**	0,48**	1,25**	1,14**
	0,271***	0,961***	0,151***	0,637***	0,213***	0,256***
<b>Conhecimento sobre embalagens comestíveis</b>	35,5*	0,27**	1,26**	0,50**	2,76**	1,34**
	0,814***	0,792***	0,210***	0,618***	0,005***	0,180***
<b>Percepção de embalagens comestíveis</b>	35,5*	0,67**	0,39**	0,32**	2,59**	0,74**
	0,820***	0,508***	0,699***	0,753***	0,024***	0,462***
<b>Intenção de compra de nanoprodutos alimentares</b>	35,0*	1,28**	0,73**	0,05**	2,52**	1,30**
	0,784***	0,204***	0,467***	0,968***	0,011***	0,196***

\*Ucrit ( $\alpha=0,05$ ) = 16,0. \*\* Zcrit. ( $\alpha=0,05$ )=1,96. \*\*\*diferença significativa: p-valor<0,05.

As Tabelas 3 e 4 apresentam os resultados do teste de Kruskal-Wallis quanto à avaliação do efeito da ‘profissão’ sobre as dimensões analíticas abordadas e dentro das

Regiões Político-Administrativas/RPA's. Os resultados do teste de Kruskal-Wallis (Tabela 3) permitiram verificar que os valores calculados do quiquadrado são superiores ao valor crítico ( $\chi^2 = 22,36$ ; gl = 13,  $p < 0,05$ ), possibilitando inferir que os variados grupos relacionados à 'profissão' não provêm da mesma população, ou seja, existem diferenças de concepções entre os indivíduos quanto à nanotecnologia e embalagens comestíveis de acordo com sua área de atuação profissional.

Como o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis por si só não indica entre quais grupos, especificamente, ocorrem as diferenças, realizou-se o procedimento não-paramétrico de comparações múltiplas, complementação do teste de Kruskal-Wallis, a fim de identificar as diferenças significativas entre os grupos tomados dois a dois. Os entrevistados pertencentes ao grupo de profissões pertencentes à categoria 'Atividades Administrativas' foi o que apresentou maior contraste comparado com outras atividades profissionais. Os graus de liberdade indicados nas Tabelas 3 e 4 foram definidos de acordo com o número de agrupamentos profissionais dos participantes, identificados ao longo das entrevistas. As profissões indicadas pelos respondentes foram categorizadas segundo a Classificação Nacional de Atividade Econômicas/CNAE versão 2.0 publicada *online* pelo IBGE ([www.cnae.ibge.gov.br](http://www.cnae.ibge.gov.br)), a fim de facilitar a categorização dos mesmos.

Tabela 3 – Efeitos da variável 'profissão' sobre as dimensões analíticas abordadas, segundo a estatística do teste de Kruskal-Wallis.

<b>Dimensões Analíticas</b>	<b><math>\chi^2</math>*</b>	<b>gl</b>	<b>p-valor**</b>
<b>Conhecimento sobre nanotecnologia</b>	27,08	13	0,012
<b>Percepção de benefícios da nanotecnologia em alimentos</b>	26,87	13	0,013
<b>Percepção de benefícios da nanotecnologia em embalagens para alimentos</b>	27,63	13	0,010
<b>Percepção de riscos da nanotecnologia</b>	31,65	13	0,002
<b>Risco em consumir nanoprodutos alimentares</b>	30,45	13	0,004
<b>Conhecimento sobre embalagens comestíveis</b>	29,36	13	0,006
<b>Percepção de embalagens comestíveis</b>	29,28	13	0,006
<b>Intenção de compra de nanoprodutos alimentares</b>	27,65	13	0,010

\*Valores críticos:  $\chi^2 = 22,36$ ; gl = 13. \*\*diferença significativa: p-valor < 0,05.

Tabela 4 – Resultados do teste de Kruskal-Wallis comparando os grupos de profissões dentro das Regiões Político-Administrativas/RPA's.

<b>Regiões Político-Administrativas</b>	<b><math>\chi^2</math>*</b>	<b>gl</b>	<b>p-valor**</b>
<b>RPA 1 (Centro)</b>	19,49	7	$6,78 \times 10^{-3}$
<b>RPA 2 (Norte)</b>	49,78	12	$1,52 \times 10^{-6}$
<b>RPA 3 (Noroeste)</b>	61,12	12	$1,41 \times 10^{-8}$
<b>RPA 4 (Oeste)</b>	64,67	12	$3,14 \times 10^{-9}$
<b>RPA 5 (Sudoeste)</b>	62,97	12	$6,43 \times 10^{-9}$
<b>RPA 6 (Sul)</b>	53,59	13	$7,10 \times 10^{-7}$

\*Valores críticos:  $\chi^2 = 14,06$  (gl = 7);  $\chi^2 = 21,02$  (gl = 12);  $\chi^2 = 22,36$  (gl = 13). \*\*diferença significativa: p-valor < 0,05.

Os resultados do teste Gamma de Goodman-Kruskal estão apresentados nas Tabelas 5, 6 e 7 conforme a variável sociodemográfica analisada, respectivamente, faixa etária, escolaridade e renda, a fim de verificar estatisticamente se há influência dessas variáveis independentes sobre as percepções dos entrevistados. Valores de gamma menores que 0,5 indicam uma fraca associação entre as variáveis. O teste de significância de gamma foi realizado a partir do cálculo do valor Z ( $p < 0,05$ ). Os valores de gamma muito próximos a zero permitem inferir que não há associação entre as variáveis, indicando independência entre elas. Os valores de gamma abaixo de 0,5 e/ou com valor Z calculado inferior ao valor crítico de Z (1,96) conforme a tabela de Distribuição Normal (BOLFARINE; BUSSAB, 2005) indicam fraca associação e a possibilidade desta ter ocorrido por mero acaso, logo, há independência entre as variáveis.

Tabela 5 – Resultados do teste Gamma de Goodman-Kruskal quanto à variável ‘faixa etária’ dentro das Regiões Político-Administrativas/RPA’s.

<b>Dimensões Analíticas</b>	<b>RPA 1</b>	<b>RPA 2</b>	<b>RPA 3</b>	<b>RPA 4</b>	<b>RPA 5</b>	<b>RPA 6</b>
<b>Conhecimento sobre nanotecnologia</b>	0,29 1,42*	0,07 0,59*	-0,13 -1,29*	-0,09 -0,89*	0,00 -0,03*	-0,16 -1,68*
<b>Percepção de benefícios da nanotecnologia em alimentos</b>	-0,13 -1,00*	-0,06 -0,82*	0,14 2,28*	0,11 1,84*	-0,03 -0,51*	-0,09 -1,60*
<b>Percepção de benefícios da nanotecnologia em embalagens para alimentos</b>	0,26 1,76*	-0,07 -0,72*	0,13 1,87*	-0,18 -2,57*	0,08 1,07*	0,14 2,13*
<b>Percepção de riscos da nanotecnologia</b>	-0,05 -0,33*	0,03 0,36*	0,01 0,14*	0,22 3,29*	0,22 2,59*	0,08 1,12*
<b>Risco em consumir nanoprodutos alimentares</b>	-0,13 -0,95*	0,09 1,27*	0,04 0,68*	0,17 2,80*	0,16 2,35*	-0,05 -0,91*
<b>Conhecimento sobre embalagens comestíveis</b>	-0,19 -0,82*	0,05 0,36*	0,00 0,00	0,22 2,03*	-0,06 -0,48*	-0,10 -0,85*
<b>Percepção de embalagens comestíveis</b>	0,20 2,17*	-0,11 -1,97*	0,05 1,06*	0,03 0,78*	0,06 1,18*	0,07 1,63*
<b>Intenção de compra de nanoprodutos alimentares</b>	0,22 2,10*	-0,10 -1,73*	0,00 0,14*	0,08 1,54*	0,05 0,98*	0,03 0,74*

\* Zcrit. ( $\alpha=0,05$ )=1,96.

Pelos resultados apresentados na Tabela 5, a “faixa etária” apresentou efeito nas Regiões Político-Administrativas/RPA’s RPA 1 (‘percepção de embalagens comestíveis’ e ‘intenção de compra de nanoprodutos alimentares’), RPA 3 (‘percepção de benefícios da nanotecnologia em alimentos’), RPA 4 (‘percepção de riscos da nanotecnologia’; ‘risco em consumir nanoprodutos alimentares’ e ‘conhecimento de embalagens comestíveis’), RPA 5 (‘percepção de riscos da nanotecnologia’ e ‘risco em consumir nanoprodutos alimentares’) e RPA 6 (‘percepção de benefícios da nanotecnologia em embalagens para alimentos’). Isso indica que, conforme aumenta a idade dentro dos grupamentos etários, aumentam gradualmente as concepções e percepções dos consumidores conforme as dimensões analíticas apontadas. Ressalta-se que pontuações elevadas nas questões relacionadas aos riscos indicam aumento de confiança, conforme a escala de mensuração utilizada.

Para as Regiões Político-Administrativas RPA 2 (‘percepção de embalagens comestíveis’) e RPA 4 (‘percepção de benefícios da nanotecnologia em embalagens para alimentos’), os resultados indicam que quanto menor a faixa etária, maior é a percepção dos indivíduos entrevistados, conforme os escores encontrados.



Tabela 6 – Resultados do teste Gamma de Goodman-Kruskal quanto à variável ‘escolaridade’ dentro das Regiões Político-Administrativas/RPA’s.

<b>Dimensões Analíticas</b>	<b>RPA 1</b>	<b>RPA 2</b>	<b>RPA 3</b>	<b>RPA 4</b>	<b>RPA 5</b>	<b>RPA 6</b>
<b>Conhecimento sobre nanotecnologia</b>	0,29 1,50*	0,34 2,44*	0,19 1,87*	0,28 2,74*	0,47 4,05*	0,09 1,01*
<b>Percepção de benefícios da nanotecnologia em alimentos</b>	0,31 2,50*	-0,21 -2,47*	-0,05 -0,83*	-0,23 -3,70*	-0,29 -4,07*	-0,26 -4,75*
<b>Percepção de benefícios da nanotecnologia em embalagens para alimentos</b>	0,15 1,00*	-0,18 -1,69*	0,06 0,79*	-0,24 -3,16*	0,06 0,75*	-0,26 -4,04*
<b>Percepção de riscos da nanotecnologia</b>	-0,36 -2,40*	0,25 2,48*	0,13 1,75*	-0,07 -0,99*	0,05 0,55*	0,04 0,59*
<b>Risco em consumir nanoprodutos alimentares</b>	-0,20 -1,65*	0,19 2,25*	0,14 2,13*	-0,12 -1,82*	0,03 0,39*	-0,06 -1,09*
<b>Conhecimento sobre embalagens comestíveis</b>	-0,20 -0,89*	0,43 3,09*	0,17 1,53*	0,09 0,82*	0,15 1,05*	0,18 1,52*
<b>Percepção de embalagens comestíveis</b>	-0,08 -0,87*	-0,01 -0,20*	-0,07 -1,46*	-0,07 -1,48*	0,12 2,22*	-0,17 -4,07*
<b>Intenção de compra de nanoprodutos alimentares</b>	-0,25 -2,50*	-0,03 -0,41*	0,11 2,20*	-0,14 -2,49*	-0,17 -2,86*	-0,17 -3,70*

\* Zcrit. ( $\alpha=0,05$ )=1,96.

Em relação a nível de escolaridade (Tabela 6), os resultados de Z variaram nas Regiões Político-Administrativas RPA1 (‘percepção de benefícios da nanotecnologia em alimentos’); RPA 2 (‘conhecimento da nanotecnologia’, ‘percepção de riscos da nanotecnologia’, ‘risco em consumir nanoprodutos alimentares’ e ‘conhecimento de embalagens comestíveis’); RPA 3 (‘risco em consumir nanoprodutos alimentares’ e ‘intenção de compra de nanoprodutos alimentares’); RPA 4 (‘conhecimento da nanotecnologia’); e RPA 5 (‘conhecimento da nanotecnologia’ e ‘percepção de embalagens comestíveis’). Logo, conforme aumenta o nível de instrução dos entrevistados nestas Regiões Político-Administrativas, aumentam as concepções e percepções quanto às variáveis dependentes apontadas. Isso indica maior conhecimento da nanotecnologia e de embalagens comestíveis nas Regiões Político-Administrativas RPA’s 2, 4 e 5; maior percepção de benefícios da nanotecnologia (RPA 1) e de embalagens comestíveis (RPA 5) e maior confiança e menor percepção de riscos nas RPA’s 2 e 3. A intenção de compra aumenta com o nível de escolaridade na Região Político-Administrativa RPA 3.

Ainda, quanto aos resultados do teste Gamma de Goodman-Kruskal para o nível de ‘escolaridade’ (Tabela 6) são observados efeitos nas dimensões analíticas das Regiões Político-Administrativas RPA 1 (‘percepção de embalagens comestíveis’); RPA 2

(‘percepção de benefícios da nanotecnologia em alimentos’); RPA 4 (‘percepção de benefícios da nanotecnologia em alimentos’, ‘percepção de benefícios da nanotecnologia em embalagens para alimentos’ e ‘intenção de compra de nanoprodutos alimentares’); RPA 5 (‘percepção de benefícios da nanotecnologia em alimentos’ e ‘intenção de compra de nanoprodutos alimentares’) e RPA 6 (‘percepção de benefícios da nanotecnologia em alimentos’, ‘percepção de benefícios da nanotecnologia em embalagens para alimentos’, ‘percepção de embalagens comestíveis’ e ‘intenção de compra de nanoprodutos alimentares’), indicando que menores índices de escolaridade demonstram percepções favoráveis aos produtos alimentares e às embalagens desenvolvidas a partir da nanotecnologia, assim como o interesse em adquirir tais produtos. Os valores mais elevados de gamma foram encontrados nas Regiões Político-Administrativas RPA’s 4, 5 e 6 (respectivamente, 0,23; 0,29; e 0,26) no que se refere à ‘percepção de benefícios da nanotecnologia em alimentos’ o que indica associação entre a escolaridade e a dimensão citada, permitindo inferir que nessas áreas o menor índice de escolaridade está correlacionado com concepções positivas quanto ao uso da nanotecnologia em alimentos.

Tabela 7 – Resultados do teste Gamma de Goodman-Kruskal quanto à variável ‘renda’ dentro das Regiões Político-Administrativas/RPA’s.

<b>Dimensões Analíticas</b>	<b>RPA 1</b>	<b>RPA 2</b>	<b>RPA3</b>	<b>RPA 4</b>	<b>RPA 5</b>	<b>RPA 6</b>
<b>Conhecimento sobre nanotecnologia</b>	0,24 1,23*	0,17 1,29*	0,30 3,16*	0,26 2,55*	0,22 1,76*	0,14 1,43*
<b>Percepção de benefícios da nanotecnologia em alimentos</b>	-0,02 -0,17*	-0,28 -3,57*	-0,20 -3,41*	-0,13 -2,11*	-0,23 -3,17*	-0,22 -4,06*
<b>Percepção de benefícios da nanotecnologia em embalagens para alimentos</b>	0,00 -0,05*	-0,20 -1,99*	0,15 2,19*	-0,22 -3,15*	-0,03 -0,41*	-0,02 -0,33*
<b>Percepção de riscos da nanotecnologia</b>	-0,37 -2,45*	0,00 0,02*	-0,08 -1,06*	-0,09 -1,21*	0,00 0,07*	-0,01 -0,18*
<b>Risco em consumir nanoprodutos alimentares</b>	-0,16 -1,30*	0,08 0,96*	0,08 1,31*	-0,07 -1,06*	-0,01 -0,14*	0,04 0,71*
<b>Conhecimento sobre embalagens comestíveis</b>	0,07 0,33*	0,12 0,82*	0,32 3,01*	-0,04 -0,31*	0,15 1,09*	0,27 2,37*
<b>Percepção de embalagens comestíveis</b>	0,03 0,34*	-0,06 -1,05*	0,09 2,08*	-0,04 -0,89*	0,05 0,91*	-0,06 -1,56*
<b>Intenção de compra de nanoprodutos alimentares</b>	-0,28 -2,79*	0,05 0,72*	0,20 4,30*	-0,11 -1,98*	-0,05 -0,79*	-0,06 -1,38*

\* Zcrit. ( $\alpha=0,05$ )=1,96.

Em relação ao poder aquisitivo, a ‘renda’ apresentou efeito sobretudo na Região Político-Administrativa RPA 3, onde é possível perceber sua influência na maioria das variáveis dependentes (Tabela 7), exceto na ‘percepção de riscos da nanotecnologia’ e no

‘risco em consumir nanoprodutos alimentares’, indicando que conforme aumenta a renda, aumentam as concepções e percepções dos indivíduos quanto à nanotecnologia, seu uso em alimentos, embalagens para alimentos e embalagens comestíveis. Ainda, conforme os resultados apresentados na Tabela 7, a dimensão analítica ‘percepção de benefícios da nanotecnologia em alimentos’, indicou que quanto menor a renda, maior a percepção favorável do consumidor. Ainda, o efeito da variável renda se deu nas Regiões Político-Administrativas RPA’s 4 (‘conhecimento da nanotecnologia’) e 6 (‘conhecimento de embalagens comestíveis’), apontando que conforme a renda aumenta, aumenta o conhecimento do consumidor quanto à nanotecnologia e embalagens comestíveis.

Os resultados do efeito da ‘renda’ (Tabela 7) permitem verificar efeito do poder aquisitivo dos entrevistados em suas percepções, variando nas Regiões Político-Administrativas RPA 1 (‘percepção de riscos da nanotecnologia’ e ‘intenção de compra de nanoprodutos alimentares’); RPA 2 (‘percepção de benefícios da nanotecnologia em alimentos’ e ‘percepção de benefícios da nanotecnologia em embalagens para alimentos’); RPA 4 (‘percepção de benefícios da nanotecnologia em alimentos’, ‘percepção de benefícios da nanotecnologia em embalagens para alimentos’ e ‘intenção de compra de nanoprodutos alimentares’); RPA 5 e RPA 6 com a mesma variável (‘percepção de benefícios da nanotecnologia em alimentos’). Tal resultado permite inferir que quanto maior a renda, menores as percepções favoráveis aos benefícios da nanotecnologia em alimentos e em embalagens, assim como diminui o interesse em adquirir esses produtos nessas regiões.

Os efeitos da idade, escolaridade e renda no que concerne à preocupação dos consumidores quanto ao uso da nanotecnologia em alimentos foram verificados em outros estudos referentes às percepções públicas quanto à nanotecnologia, demonstrando que um comportamento prudente e mais temeroso era encontrado em consumidores com baixa renda e escolaridade, assim como naqueles em que aumentava a faixa etária (VIDIGAL et al., 2015; SCHNETTLER et al., 2013).

Neste estudo, a partir da análise dos resultados apresentados nas tabelas referentes ao teste não-paramétrico teste Gamma de Goodman-Kruskal (Tabelas 5, 6 e 7), verifica-se que as características sociodemográficas ‘faixa etária’, ‘escolaridade’ e ‘renda’ apresentaram efeitos nas percepções, atitudes e intenção de compra dos sujeitos

entrevistados. Na Região Político-Administrativa RPA 1, conforme é menor a renda e o nível de escolaridade, maior é a confiança dos participantes quanto aos nanoproductos alimentares e embalagens de alimentos com nanotecnologia; e maior é a intenção de compra desses novos produtos. Ainda, a percepção positiva e favorável quanto às embalagens comestíveis aumenta com a faixa etária e, conseqüentemente, aumentou o interesse em adquirir tais produtos.

Na Região Político-Administrativa RPA 2, quanto maior a escolaridade, maior é a confiança do consumidor e o conhecimento acerca da nanotecnologia e de embalagens comestíveis, o que possibilita o interesse em adquirir produtos nanotecnológicos. Implementar formas de comunicação e divulgação as quais destaquem os benefícios oriundos da nanotecnologia em alimentos e em suas embalagens certamente aumentariam a intenção de compra dos consumidores com estas características nessa área do município do Recife.

Na Região Político-Administrativa RPA 3, conforme aumenta a escolaridade e a renda, aumenta a confiança e a percepção positiva e favorável quanto às embalagens comestíveis com uso da nanotecnologia e, ainda, a intenção de compra desses produtos. Nesta pesquisa, esta área apresentou, segundo as respostas dos participantes e a caracterização sociodemográfica (APÊNDICE D), elevados índices de renda (variando de 5 a 10 salários mínimos) e escolaridade (mais de 50% dos participantes possuem nível superior), o que demonstra o interesse deste nicho de consumidor para a nanotecnologia em embalagens comestíveis para alimentos. Segundo o Censo Demográfico de 2010 elaborado pelo IBGE, esta é uma região que é caracterizada por estes indicadores de desenvolvimento humano, portanto se torna área estratégica para maior aceitação e aquisição de embalagens comestíveis elaboradas através da nanotecnologia dentro do município do Recife.

Na Região Político-Administrativa RPA 4, quanto maior a faixa etária, maior a confiança dos consumidores nos produtos alimentares e embalagens para alimentos com nanotecnologia. Este tipo de consumidor pode ser mobilizado a adquirir estes produtos caso maior informação acerca desta nova tecnologia em alimentos e suas embalagens sejam disponibilizadas. Ainda, nesta região, quanto menor a renda e a escolaridade, maior é a percepção e atitude favorável frente aos nanoalimentos e as embalagens desenvolvidas

através da nanotecnologia. Estas variáveis sociodemográficas, segundo os resultados do teste Gamma de Goodman-Kruskal (Tabelas 6 e 7), também exerceram efeito na intenção de compra do consumidor desta região, indicando que sujeitos de baixa renda e escolaridade pretendem conhecer e experimentar tais produtos. Vale salientar que, de acordo com os resultados obtidos no questionário quanto ao conhecimento da nanotecnologia, todas as Regiões Político-Administrativas/RPA's apresentaram nenhum ou muito pouco conhecimento sobre nanotecnologia (Figura 1), todavia na RPA 4 os consumidores de baixa renda e escolaridade demonstraram interesse em adquirir nanoalimentos e embalagens com nanotecnologia. Apenas consumidores do gênero feminino apresentaram, segundo o teste de Wilcoxon-Mann-Whitney aplicado (Tabela 2), percepções menos favoráveis quanto aos nanoalimentos.

Na Região Político-Administrativa RPA 5, também quanto maior a faixa etária, maior a confiança dos consumidores nos produtos alimentares e embalagens para alimentos com nanotecnologia, o que sugere que este perfil de consumidor pode ser mobilizado a comprar tais produtos. Ainda, quanto menor a escolaridade, maior é a atitude favorável frente aos nanoalimentos e o interesse em adquirir estes novos produtos.

Na Região Político-Administrativa RPA 6, quanto menor a escolaridade, maior a percepção e atitude favorável dos participantes quanto aos nanoalimentos e embalagens comestíveis com nanotecnologia e, também, este perfil de consumidor demonstrou maior intenção de compra. Nesta região, segundo as características sociodemográficas levantadas no presente estudo (APÊNDICE D), onde esta região apresentou o maior número de participantes com elevado nível de escolaridade a partir do nível superior (60,1%), é possível inferir que os consumidores com maior escolaridade demonstraram maior receio aos produtos alimentares e suas embalagens desenvolvidas através da nanotecnologia. Apesar de alguns estudos não considerarem o efeito do conhecimento e familiaridade na percepção de riscos e benefícios da nanotecnologia em alimentos (FISHER et al., 2013; KAHAN et al., 2009), a ambivalência da percepção de riscos e benefícios dos produtos oriundos desta nova tecnologia pautada no conhecimento afetam a intenção do consumidor em adquirir produtos nanotecnológicos (SATTERFIELD et al., 2009; SIEGRIST et al., 2008).

### 3.3 Dimensões Analíticas

As questões do questionário aplicado junto aos consumidores foram elaboradas com elementos textuais para compreensão das percepções e atitudes do consumidor no que se refere à aceitabilidade de novas tecnologias para a produção dos alimentos (ROLLIN et al., 2011; RONTELTAP et al., 2007), os quais possibilitaram formar as dimensões de análise a saber: conhecimento sobre nanotecnologia; benefícios e riscos percebidos quanto à nanotecnologia em alimentos e embalagens para alimentos; intenção de compra de produtos alimentares nanotecnológicos.

#### Conhecimento sobre nanotecnologia

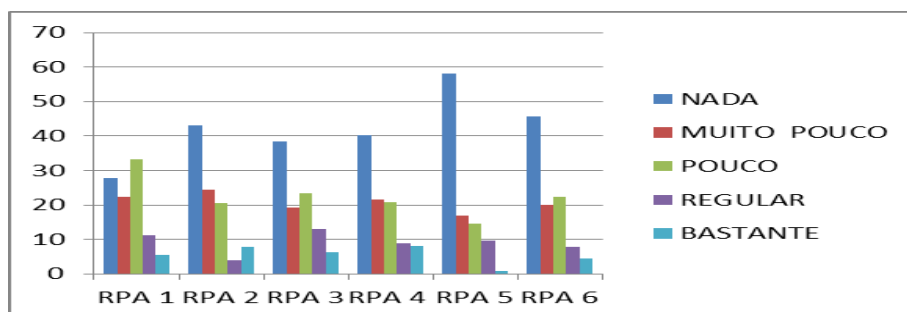
A frequência das respostas dos participantes relacionadas ao grau de conhecimento acerca da nanotecnologia é apresentada na Tabela 8 e no gráfico correspondente (Figura 1).

**Tabela 8.** Percentual (%) das respostas dos participantes quanto ao conhecimento sobre nanotecnologia.

Conhecimento sobre nanotecnologia					
	Nada	Muito Pouco	Pouco	Regular	Bastante
<b>RPA 1</b>	27,78	22,22	33,33	11,11	5,56
<b>RPA 2</b>	43,14	24,51	20,59	3,92	7,84
<b>RPA 3</b>	38,36	19,18	23,29	13,01	6,16
<b>RPA 4</b>	40,30	21,64	20,9	8,95	8,21
<b>RPA 5</b>	58,06	16,94	14,52	9,67	0,81
<b>RPA 6</b>	45,56	20,00	22,22	7,78	4,44

Fonte: Elaborado pelo autor.

**Figura 1.** Percentual (%) das respostas dos participantes quanto ao conhecimento sobre nanotecnologia.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A Tabela 8 permite verificar que os participantes desta pesquisa apresentam, preponderantemente, nenhum ou muito pouco conhecimento sobre nanotecnologia, conforme as elevadas frequências observadas na Figura 1. Apenas a RPA 1 afasta-se desta assertiva, apresentando uma frequência percentual de 33,33% das respostas para o ponto referente à ‘pouco’ (Tabela 8), sendo perceptível, ainda, na análise da Figura 1. Ainda assim, a análise dos dados permite inferir que os indivíduos entrevistados nas diferentes RPA’s possuem de pouco a nenhum conhecimento acerca da nanotecnologia.

Trabalhos realizados no início do século XXI acerca das percepções dos consumidores quanto à nanotecnologia demonstraram o pouco conhecimento e a baixa familiaridade dos indivíduos com a nanotecnologia (CHAUDHRY et al., 2008; SMITH et al., 2008; CURRALL et al., 2006; SCHEUFELE; LEWENSTEIN, 2005; COBB; MACOUBRIE, 2004) e o nível de conhecimento sobre esta nova tecnologia em alimentos não variou em algumas pesquisas mais atuais (VIDIGAL et al., 2015; SCHNETTLER et al., 2013; RETZBACH et al., 2011; VANDERMOERE et al., 2010), embora outras investigações tenham reportado a familiaridade dos consumidores com este tema, sobretudo onde a nanotecnologia é largamente desenvolvida, como China e Singapura (ZHANG; WANG; LIN, 2015; GEORGE et al., 2014).

Alguns autores apontam que a resistência à inovação é largamente influenciada pelo nível de conhecimento do consumidor sobre a nova tecnologia, o que pode afetar a aceitabilidade de novos produtos e que podem provocar atitudes de resistências pelo consumidor (FREWER et al.; 2011; ROLLIN et al.; 2011; COSTELL et al., 2010; KLEIJNEN et al., 2009; SIEGRIST, 2008). Vandermoere e colaboradores (2011) defendem que um incremento positivo quanto à percepção da nanotecnologia poderá advir de um aumento do nível de conhecimento da população quanto à esta tecnologia. Indivíduos predispostos e favoráveis à tecnologia e tecnologias emergentes, geralmente, são movidos a adquirir mais informações sobre a nanotecnologia e tendem a ser mais favoráveis a percebê-la de forma positiva (RETZBACH et al., 2011; KAHAN, 2009).

As Regiões Político-Administrativas/RPA’s as quais apresentaram as frequências mais elevadas para os pontos de medição ‘regular’ e ‘bastante’ foram a RPA 3 e a RPA 4. Verifica-se que, nestas RPA’s as características demográficas ‘escolaridade’ e ‘renda’ provocaram efeito na escala de medição quanto ao conhecimento da nanotecnologia. No

questo ‘escolaridade’, na Região Político-Administrativa RPA 3, 20% dos entrevistados possuem no mínimo uma pós-graduação *lato sensu* e 5% uma pós-graduação *stricto sensu*. Na Região Político-Administrativa RPA 4, 29% dos respondentes possuem no mínimo uma pós-graduação *lato sensu* e 7% uma pós-graduação *stricto sensu*. Quanto à ‘renda’, os entrevistados em cada Região Político-Administrativa/RPA informaram possuir renda familiar superior a 10 salários mínimos, representando 24% dos respondentes na RPA 3 e 25% na RPA 4.

O teste Gamma de Goodman-Kruskal aplicado à verificação da associação entre essas características sociodemográficas e ao parâmetro ‘conhecimento sobre nanotecnologia’ possibilitou confirmar esta inferência, uma vez que o teste da estatística apresentou efeito da variável ‘escolaridade’ nas Regiões Político-Administrativas RPA’s 2, 4 e 5; o qual possibilitou inferir que nessas regiões o ‘conhecimento da nanotecnologia’ aumenta conforme aumenta a escolaridade; nas Regiões Político-Administrativas RPA’s 3 e 4: quanto maior a renda, maior o conhecimento da nanotecnologia.

A percepção de benefícios da nanotecnologia foi dividida em duas classes: uma envolvendo alimentos e outra, embalagens, ambos desenvolvidos com nanotecnologia apresentando benefícios relacionados à saúde, melhorias nutricionais, propriedades antimicrobianas e de conservação dos alimentos. Esta categorização fora realizada haja vista que os indivíduos apresentam comportamentos e percepções diferentes conforme as aplicações à qual se destina a nanotecnologia, sendo estas atitudes apontadas em estudos semelhantes (FREWER et al., 2014; CACCIATORE; SCHEUFELLE; CORLEY, 2011; STAMPFLI; SIEGRIST; KASTENHOLZ, 2010; SIEGRIST, 2008; SIEGRIST et al., 2007).



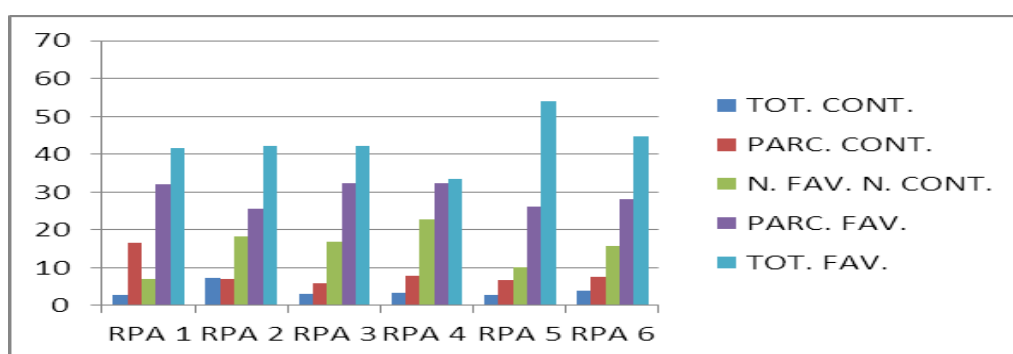
**Tabela 9.** Percentual (%) das respostas dos participantes quanto aos benefícios da nanotecnologia na produção de alimentos.

Percepção de benefícios de nanoalimentos					
	Totalmente Contrário	Parcialmente Contrário	Nem Favorável Nem Contrário	Parcialmente Favorável	Totalmente Favorável
<b>RPA 1</b>	2,78	16,67	6,94	31,94	41,70
<b>RPA 2</b>	7,35	6,86	18,14	25,49	42,20
<b>RPA 3</b>	3,08	5,82	16,78	32,19	42,10
<b>RPA 4</b>	3,36	7,83	22,76	32,46	33,60
<b>RPA 5</b>	2,82	6,85	10,08	26,21	54,00
<b>RPA 6</b>	3,89	7,50	15,83	28,06	44,70

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Tabela 9, a prevalência de frequências nos pontos concordantes da escala referentes à ‘parcialmente favorável’ a ‘totalmente favorável’, onde se destacam os escores mais elevados nesta última escala citada (‘totalmente favorável’), demonstrando a elevada aceitação dos consumidores quanto aos alimentos desenvolvidos através da aplicação da nanotecnologia, sobretudo na Região Político-Administrativa RPA 5 (54%), seguida da RPA 6 (44,7%). A Figura 2 permite visualizar claramente esta assertiva, demonstrando os elevados índices de frequência. Os valores calculados de Z acima do valor crítico de Z (1,96;  $p < 0,05$ ) para o teste de significância de Gamma demonstram que as percepções dos participantes da pesquisa nas Regiões Político-Administrativas RPA’s 5 e 6 foram fortemente influenciadas pelas variáveis ‘escolaridade’ (Tabela 6) e ‘renda’ (Tabela 7).

**Figura 2.** Percentual (%) das respostas dos participantes quanto aos benefícios da nanotecnologia na produção de alimentos.



Legenda: TOT.CONT.= totalmente contrário; PARC. CONT. = parcialmente contrário; N.FAV.N.CONT.= nem favorável nem contrário; PARC.FAV= parcialmente favorável; TOT.FAV.= totalmente favorável.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Tabela 10 estão apresentadas as frequências percentuais relativas às percepções dos indivíduos entrevistados quanto à aplicação da nanotecnologia para o desenvolvimento de embalagens para alimentos e os benefícios advindos dessa nova tecnologia, variando desde as que empregam nanossensores até às produzidas com nanopartículas.

**Tabela 10.** Percentual (%) das respostas dos participantes quanto aos benefícios da Nanotecnologia na produção de embalagens para alimentos.

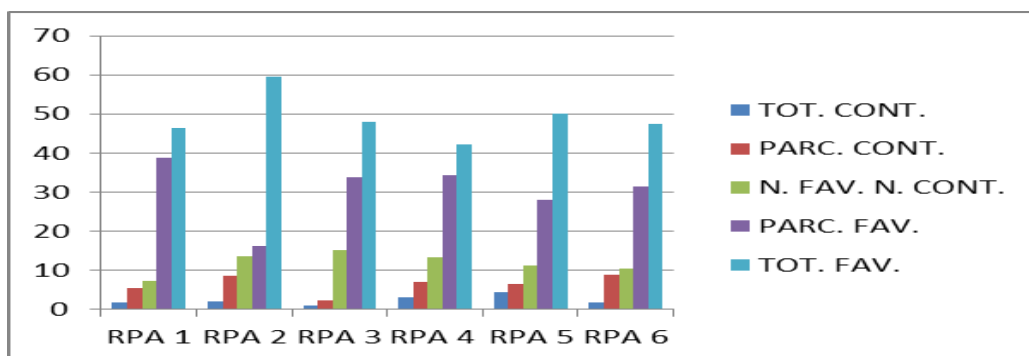
<b>Percepção de benefícios da nanotecnologia em embalagens para alimentos</b>					
	<b>Totalmente Contrário</b>	<b>Parcialmente Contrário</b>	<b>Nem Favorável Nem Contrário</b>	<b>Parcialmente Favorável</b>	<b>Totalmente Favorável</b>
<b>RPA 1</b>	1,85	5,55	7,41	38,89	46,30
<b>RPA 2</b>	1,96	8,49	13,73	16,34	59,50
<b>RPA 3</b>	0,91	2,28	15,07	33,79	47,90
<b>RPA 4</b>	2,98	6,96	13,43	34,33	42,30
<b>RPA 5</b>	4,30	6,45	11,29	27,96	50,00
<b>RPA 6</b>	1,85	8,89	10,37	31,48	47,40

Fonte: Elaborado pelo autor.

Pela análise da Tabela 10 para avaliar as atitudes dos entrevistados quanto aos benefícios da nanotecnologia aplicada no desenvolvimento de embalagens para alimentos, houve prevalência dos escores mais elevados relacionados com os pontos na escala referentes às respostas concordantes ‘parcialmente favorável’ e ‘totalmente favorável’. Todavia, para esta situação, os entrevistados apresentaram posição mais favorável, onde se verifica que houve um aumento percentual referente às percepções dos benefícios da nanotecnologia em embalagens para alimentos, o qual foi calculado com base nos resultados encontrados para o tópico ‘percepção de benefícios de nanoalimentos’ comparado com os resultados encontrados para o tópico ‘percepção de benefícios da nanotecnologia em embalagens para alimentos’. Assim, foram identificados os seguintes aumentos percentuais no ponto ‘totalmente favorável’ da escala avaliada nas diferentes Regiões Político-Administrativas/RPA’s: 11% para a RPA 1; 41% para a RPA 2; 14% para a RPA 3; 26% para a RPA 4 e 6% para a RPA 6. Apenas a Região Político-Administrativa RPA 5 apresentou uma redução percentual de aproximadamente 10% para este ponto, contudo apresentou um aumento percentual de 7% no ponto ‘parcialmente favorável’. Os resultados do teste Gamma demonstram a influência da variável ‘escolaridade’ (Tabela 6) nas Regiões Político-Administrativas RPA’s 4 e 6 (quanto maior a escolaridade, menor a percepção de benefícios da nanotecnologia em embalagens), da variável ‘faixa etária’

(Tabela 5) na RPA 4 (quanto maior a faixa etária, menor a percepção de benefícios) e na RPA 6 (a percepção de benefícios aumenta conforme aumenta a faixa etária), enquanto conforme ‘renda’ aumentava (Tabela 7), as percepções dos respondentes quanto à nanotecnologia em embalagem para alimentos diminuíam nas Regiões Político-Administrativas RPA’s 2 e 4; e aumentavam entre os entrevistados da RPA 3.

**Figura 3.** Percentual (%) das respostas dos participantes quanto aos benefícios da nanotecnologia na produção de embalagens para alimentos.



Legenda: TOT.CONT.= totalmente contrário; PARC. CONT. = parcialmente contrário; N.FAV.N.CONT.= nem favorável nem contrário; PARC.FAV= parcialmente favorável; TOT.FAV.= totalmente favorável.

Fonte: Elaborado pelo autor.

### Percepção de Riscos da nanotecnologia

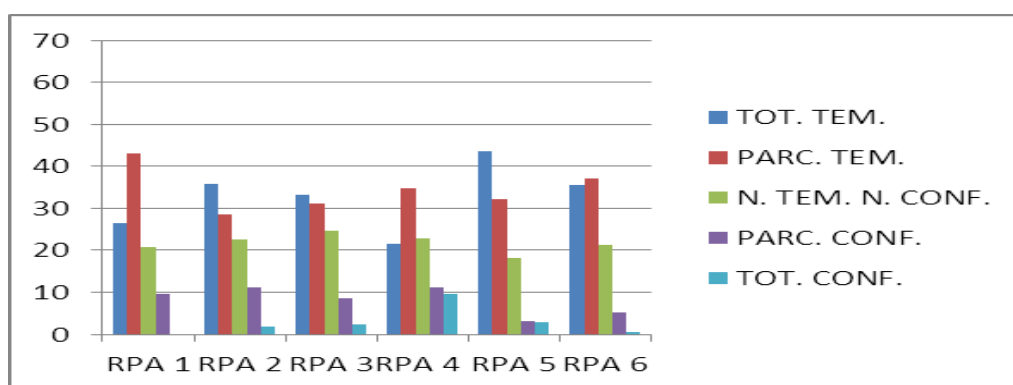
No que se refere à percepção de riscos da nanotecnologia, verifica-se que, 50% das Regiões Político-Administrativas/RPA’s analisadas, apresentou escores elevados no ponto de medição o qual indica comportamento ‘totalmente temeroso’ conforme as frequências apontadas na Tabela 11 e na Figura 4 (RPA 2 = 35,8%; RPA 3 = 33,2% e RPA 5 = 43,5%), enquanto a outra metade apresentou frequências elevadas no indicador de atitude ‘parcialmente temeroso’ (RPA 1 = 43%; RPA 4 = 34,7% e RPA 6 = 37,2%).

Tabela 11 – Percentual (%) das respostas dos participantes quanto aos riscos da nanotecnologia.

Percepção de riscos da nanotecnologia					
	Totalmente Temeroso	Parcialmente Temeroso	Nem Confiante Nem Temeroso	Parcialmente Confiante	Totalmente Confiante
<b>RPA 1</b>	26,39	43,06	20,83	9,72	0,00
<b>RPA 2</b>	35,78	28,43	22,55	11,27	1,96
<b>RPA 3</b>	33,22	31,16	24,66	8,56	2,40
<b>RPA 4</b>	21,64	34,70	22,76	11,19	9,70
<b>RPA 5</b>	43,55	32,26	18,15	3,22	2,82
<b>RPA 6</b>	35,56	37,22	21,39	5,28	0,56

Fonte: Elaborado pelo autor.

**Figura 4.** Percentual (%) das respostas dos participantes quanto aos riscos da nanotecnologia.



Legenda: TOT.TEM.= totalmente temeroso; PARC.TEM. = parcialmente temeroso; N.TEM.N.CONF.= nem temeroso nem confiante; PARC.CONF= parcialmente confiante; TOT.CONF.= totalmente confiante.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Observa-se que quanto à frequência das respostas sobre a percepção dos riscos da nanotecnologia (Tabela 11), dentre os pontos da escala com respostas preponderantes (‘totalmente temeroso’ e ‘parcialmente temeroso’), encontra-se o ponto de medição referente ao comportamento ‘nem confiante nem temeroso’, o qual indica indiferença frente ao tema (Figura 4). O teste Gamma aponta influência da variável ‘escolaridade’ (Tabela 6) nas respostas obtidas nas Regiões Político-Administrativas RPA’s 1 (também influenciada pela variável ‘renda’) e 2, enquanto a variável ‘faixa etária’ afetou as RPA’s 4 e 5 (Tabela 5).

As médias aritméticas dos escores pertinentes às perguntas componentes do questionário aplicado nas Regiões Político Administrativas/RPA’s do município do Recife

quanto às atitudes dos entrevistados acerca de riscos da nanotecnologia permitem identificar que a maior preocupação está relacionada com a alteração das propriedades físicas e químicas das partículas em escala nanométrica (RPA 1 = 2,16; RPA 2 = 2,29; RPA 3 = 2,33; RPA 4 = 2,62; RPA 5 = 1,96 e RPA 6 = 2,03), seguida da questão relativa à potencial reatividade das nanopartículas com os organismos vivos, conforme a Tabela 12.

O efeito das nanopartículas sobre o meio ambiente e a possibilidade de contaminação dos ecossistemas também gerou preocupação, sobretudo na Região Político-Administrativa RPA 1. A assertiva referente às ‘poucas pesquisas científicas e regulamentações referentes à toxicidade e outros riscos da nanotecnologia’ foi a que apresentou os menores escores em todas as RPA’s investigadas, conforme pode ser verificado pelas médias aritméticas apresentadas na Tabela 12, cujo cálculo foi feito com base no número de questões e as suas respectivas pontuações na escala Likert. Alguns estudos demonstraram que o consumidor manifestava uma percepção negativa quanto aos produtos elaborados com novas tecnologias os quais não asseguravam proteção à saúde humana e ao meio ambiente e nem possuíam regulações adequadas pelas agências e órgãos reguladores governamentais (McCOMAS; BESLEY, 2011; SATTERFIELD et al., 2009).

**Tabela 12.** Média aritmética dos escores obtidos nas respostas às questões relacionadas com a percepção de riscos da nanotecnologia.

<b>Percepção de riscos da nanotecnologia</b>						
	<b>RPA 1</b>	<b>RPA 2</b>	<b>RPA 3</b>	<b>RPA 4</b>	<b>RPA 5</b>	<b>RPA 6</b>
	<b>n=18</b>	<b>n=51</b>	<b>n=73</b>	<b>n=67</b>	<b>n=62</b>	<b>n=90</b>
<b>Tamanho das nanopartículas e mudanças nas propriedades físicas e químicas</b>	2,16	2,29	2,33	2,62	1,96	2,03
<b>Reatividade com os organismos vivos</b>	2,11	2,23	2,24	2,58	1,95	2,10
<b>Interação com o meio ambiente</b>	2,33	2,15	2,12	2,51	1,80	1,94
<b>Escassez de regulamentação e pesquisa</b>	1,94	1,92	1,93	2,38	1,85	1,84

Fonte: Elaborado pelo autor.

## Risco em consumir nanoproductos alimentares

Verifica-se através da Figura 5 que ocorre prevalência de respostas em torno do ponto central (‘nem confiante nem temeroso’), indicador de indiferença, o qual apresenta os escores mais elevados, exceto para as Regiões Político-Administrativas RPA 1 e RPA 6, onde prevaleceu o indicador ‘parcialmente temeroso’, com 33,3% e 30,3% das respostas, respectivamente (Tabela 13).

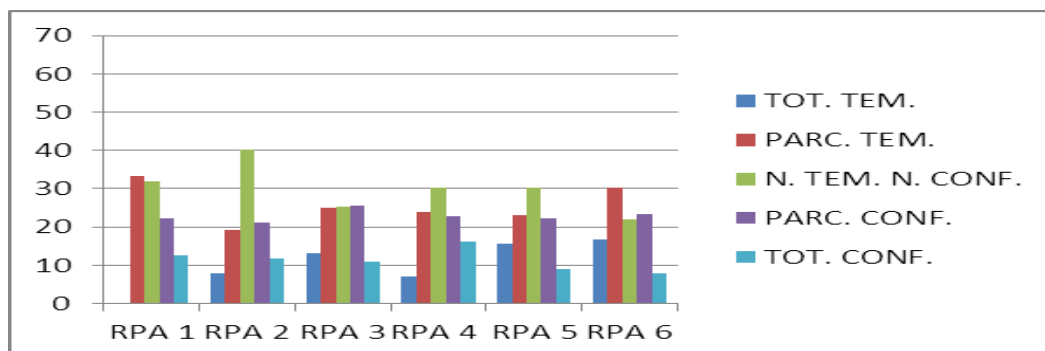
**Tabela 13.** Percentual (%) das respostas dos participantes quanto ao risco em consumir nanoproductos alimentares.

<b>Risco em consumir nanoproductos alimentares</b>					
	<b>Totalmente Temeroso</b>	<b>Parcialmente Temeroso</b>	<b>Nem Confiante Nem Temeroso</b>	<b>Parcialmente Confiante</b>	<b>Totalmente Confiante</b>
<b>RPA 1</b>	0,00	33,33	31,94	22,22	12,5
<b>RPA 2</b>	7,843	19,12	40,20	21,08	11,8
<b>RPA 3</b>	13,01	25,00	25,34	25,68	11,00
<b>RPA 4</b>	7,09	23,88	30,22	22,76	16,00
<b>RPA 5</b>	15,73	22,98	30,24	22,18	8,87
<b>RPA 6</b>	16,67	30,28	21,94	23,33	7,78

Fonte: Elaborado pelo autor.

O teste Gamma revelou influência da ‘escolaridade’ nas Regiões Político-Administrativas RPA’s 2 e 3 (Tabela 6), enquanto a ‘faixa etária’ afetou as RPA’s 4 e 5 (Tabela 5), indicando, respectivamente, que quanto maior o nível de instrução e conforme aumentava a faixa etária, os sujeitos apresentam um aumento na confiança frente ao uso da nanotecnologia em alimentos e embalagens para alimentos. Os consumidores tendem a apresentar respostas mais positivas quando conseguem visualizar a nova tecnologia em um produto já conhecido por eles, do que a própria tecnologia *per se* o que pode ser um fator de geração de respostas mais negativas (VIDIGAL et al., 2015; BROWN; SHEARER; HARTHORN, 2011; CARACCILO; COPPOLA; VERNEAU, 2011).

**Figura 5.** Percentual (%) das respostas dos participantes quanto ao risco em consumir nanoproductos alimentares.



Legenda: TOT.TEM.= totalmente temeroso; PARC.TEM. = parcialmente temeroso; N.TEM.N.CONF.= nem temeroso nem confiante; PARC.CONF= parcialmente confiante; TOT.CONF.= totalmente confiante.

Fonte: Elaborado pelo autor.

As frequências percentuais acerca da dimensão analítica ‘conhecimento sobre embalagens comestíveis’ (Tabela 14) demonstram que os entrevistados possuem nenhum ou muito pouco conhecimento acerca de embalagens comestíveis, mesmos nas Regiões Político-Administrativas/RPA’s com elevado nível de escolaridade, como as RPA’s 3 e 4. A Figura 6 possibilita visualizar a maior frequência de respostas na escala nominal ‘nada’, indicando nenhum conhecimento sobre embalagens comestíveis.

**Tabela 14.** Percentual (%) das respostas dos participantes quanto ao conhecimento sobre embalagens comestíveis.

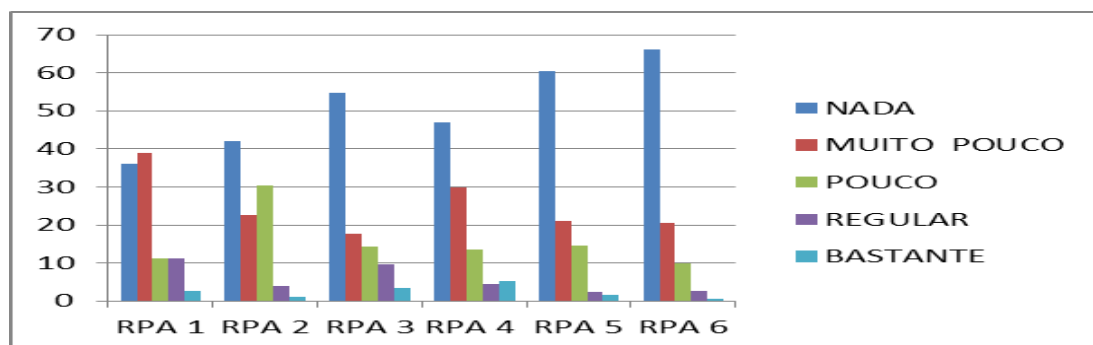
Conhecimento sobre embalagens comestíveis					
	Nada	Muito Pouco	Pouco	Regular	Bastante
<b>RPA 1</b>	36,11	38,89	11,11	11,11	2,78
<b>RPA 2</b>	42,16	22,55	30,39	3,92	0,98
<b>RPA 3</b>	54,79	17,81	14,38	9,59	3,42
<b>RPA 4</b>	47,01	29,85	13,43	4,48	5,22
<b>RPA 5</b>	60,48	20,97	14,52	2,42	1,61
<b>RPA 6</b>	66,11	20,56	10,00	2,78	0,56

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nas Regiões Político-Administrativas RPA’s 3, 5 e 6, mais de 50% dos entrevistados informaram não ter qualquer conhecimento sobre embalagens comestíveis, com frequências de respostas em torno de 54,8%, 60,5% e 66,1%, respectivamente. O resultado do teste Gamma permitiu verificar efeito da variável ‘escolaridade’ na Região Político-Administrativa RPA 2, da ‘faixa etária’ na RPA 4, e da ‘renda’ nas RPA’s 3 e 6,

indicando que conforme cada uma dessas variáveis aumenta nas Regiões Político-Administrativas/RPA's citadas, aumenta o conhecimento acerca das embalagens comestíveis

**Figura 6.** Percentual (%) das respostas dos participantes quanto ao conhecimento sobre embalagens comestíveis.



Fonte: Elaborado pelo autor.

#### Percepção de embalagens comestíveis

No que concerne às concepções dos entrevistados acerca das embalagens comestíveis, suas características e aplicações, observa-se que os participantes indicaram impressões favoráveis à aceitação das embalagens comestíveis, uma vez que se verifica que a escala desloca-se de ‘parcialmente favorável’ a ‘totalmente favorável’ com escores totais mais elevados nas Regiões Político-Administrativas RPA's 2, 3 e 4, conforme demonstrado na Figura 7, sendo perceptível ainda, na frequência das respostas dos entrevistados (Tabela 15).

**Tabela 15.** Percentual (%) das respostas dos participantes quanto às embalagens comestíveis.

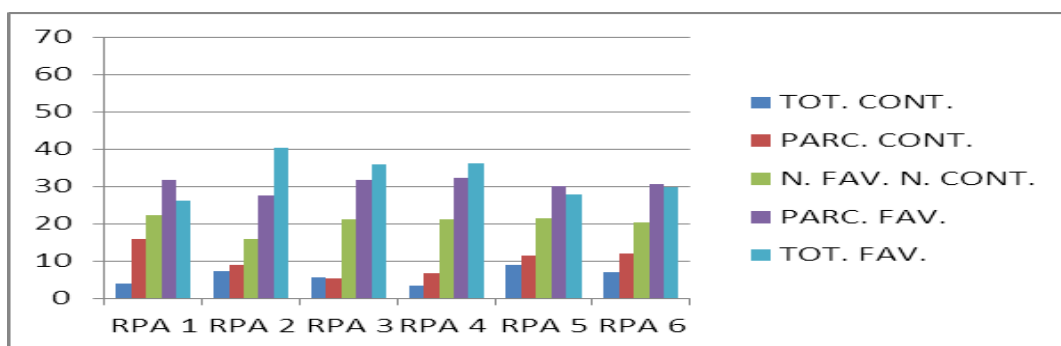
Percepção de embalagens comestíveis					
	Totalmente Contrário	Parcialmente Contrário	Nem Favorável Nem Contrário	Parcialmente Favorável	Totalmente Favorável
<b>RPA 1</b>	3,97	15,87	22,22	31,75	26,20
<b>RPA 2</b>	7,28	8,96	15,97	27,45	40,30
<b>RPA 3</b>	5,67	5,48	21,14	31,70	36,00
<b>RPA 4</b>	3,41	6,82	21,11	32,41	36,20
<b>RPA 5</b>	8,98	11,52	21,43	30,18	27,90
<b>RPA 6</b>	7,14	11,90	20,48	30,63	29,80

Fonte: Elaborado pelo autor.



De acordo com os resultados obtidos no teste Gamma, a variável ‘faixa etária’ apresentou efeito nas Regiões Político-Administrativas RPA’s 1 e 2, enquanto ocorreu efeito da variável ‘renda’ na RPA 3, e da variável ‘escolaridade’ nas RPA’s 5 e 6. Isso permite inferir que nas Regiões Político-Administrativas RPA’s 1, 3 e 5, conforme aumentam, respectivamente, a ‘faixa etária’, a ‘renda’ e a ‘escolaridade’, aumentam as percepções favoráveis às embalagens comestíveis. No entanto, para as Regiões Político-Administrativas RPA’s 2 e 6, conforme aumentam, respectivamente, a ‘faixa etária’ e ‘escolaridade’, diminuem as percepções favoráveis às embalagens comestíveis com uso da nanotecnologia.

**Figura 7.** Percentual (%) das respostas dos participantes quanto às embalagens comestíveis.



Legenda: TOT.CONT.= totalmente contrário; PARC. CONT. = parcialmente contrário; N.FAV.N.CONT.= nem favorável nem contrário; PARC.FAV= parcialmente favorável; TOT.FAV.= totalmente favorável.

Fonte: Elaborado pelo autor.

#### Intenção de compra de nanoprodutos alimentares

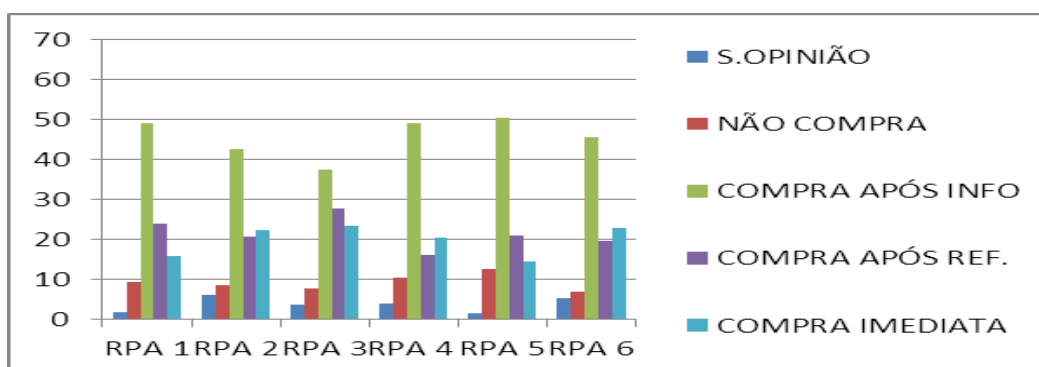
Verifica-se através da análise da Tabela 16 que a predominância de respostas de todas as Regiões Político-Administrativas/RPA’s concentra-se em ‘compraria após obter mais informações’, indicando que os respondentes anseiam por maiores informações quanto aos produtos alimentares elaborados com a aplicação da nanotecnologia, seguida de frequências mais elevadas de respostas para ‘compraria no momento após reflexão’ nas Regiões Político-Administrativas RPA’s 1, 3 e 5. Nas Regiões Político-Administrativas RPA’s 2, 4 e 6, a segunda maior frequência de respostas indica que os entrevistados comprariam de imediato os produtos alimentares elaborados através da nanotecnologia (Figura 8).

Tabela 16 – Percentual (%) das respostas dos participantes quanto à intenção de compra de nanoproductos alimentares

<b>Intenção de compra de nanoproductos alimentares</b>					
	Sem opinião	Não compraria	Compraria após obter mais informações	Compraria no momento após reflexão	Compraria de imediato
<b>RPA 1</b>	1,85	9,26	49,07	24,07	15,70
<b>RPA 2</b>	6,21	8,49	42,48	20,59	22,20
<b>RPA 3</b>	3,65	7,76	37,44	27,63	23,50
<b>RPA 4</b>	3,98	10,45	49,00	16,17	20,40
<b>RPA 5</b>	1,61	12,63	50,27	20,97	14,50
<b>RPA 6</b>	5,37	6,85	45,37	19,63	22,80

Fonte: Elaborado pelo autor.

**Figura 8.** Percentual (%) das respostas dos participantes quanto à intenção de compra de nanoproductos alimentares.



Legenda: S.OPINIÃO = sem opinião; COMPRA APÓS INFO = compra após obter mais informações; COMPRA APÓS REF.= compra no momento após reflexão.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Ressalta-se que na análise em relação ao ‘conhecimento sobre nanotecnologia’ predominaram resultados os quais apontaram o pouco e nenhum conhecimento acerca do tema pelos entrevistados (Tabela 8). Alguns estudos demonstraram que apesar do interesse dos consumidores em novos produtos, os mesmos apontam a comunicação e informação acerca da nova tecnologia como fator de importância para a aquisição de produtos alimentares obtidos por tecnologias não convencionais (ROOSEN et al., 2014; ROOSEN et al., 2011; DELIZA; ROSENTHAL; SILVA, 2003).

Apesar da não obrigatoriedade de divulgação da tecnologia empregada no processamento dos alimentos nos rótulos de embalagens, este estudo demonstrou o quanto

o acesso à informação pelo consumidor afeta a sua aceitação e intenção de compra quanto aos novos produtos alimentares e embalagens para alimentos desenvolvidos através da nanotecnologia. A possibilidade de interações sociais entre os consumidores, segundo as formas de exposição na mídia e outras formas de comunicação, podem gerar debates quanto aos possíveis riscos da nanotecnologia, combinando as predisposições individuais de percepção de risco com estas percepções coletivas, o que pode culminar em uma forma politizada e controversas de aversão, como o que ocorrera com tecnologia tal qual a energia nuclear e os organismos geneticamente modificados (BIRD et al., 2014; FREWER et al., 2013; KIM; KIM; KIM, 2013; CORNER et al., 2011; ROLLIN; KENNEDY; WILLS, 2011).

Ainda, observa-se que as respostas indicam que os entrevistados apresentam uma atitude positiva para adquirir nanoprodutos alimentares, haja vista as frequências de respostas em ‘compraria de imediato’ (Figura 8), o que permite inferir que os entrevistados em todas as Regiões Político-Administrativas/RPA’s demonstram interesse por esses produtos oriundos da nanotecnologia, apesar da maioria dos respondentes demonstrarem adquirir os produtos apenas após obter mais informações (Tabela 16).

Apesar de alguns estudos demonstrarem que as atitudes do consumidor quanto à aceitação e intenção de compra de produtos alimentares desenvolvidos através da nanotecnologia são fortemente afetados por fatores emocionais e ideológicos (CARACCILO; COPPOLA; VERNEAU, 2011; KAHAN et al., 2009), esta investigação apontou o efeito dessas variáveis socioeconômicas na intenção de compras dos referidos produtos através da análise dos resultados do teste Gamma nas Regiões Político-Administrativas/RPA’s (Tabela 5, Tabela 6, Tabela 7), onde o interesse em adquirir nanoprodutos alimentares e embalagens aumentava conforme aumentava: a ‘faixa etária’ (RPA 1), a ‘escolaridade’ e ‘renda’ (RPA 3). Contudo, nas Regiões Político-Administrativas RPA’s 4 e 6 conforme aumentava a ‘escolaridade’, diminuía a intenção de compra.

A Tabela 17 apresenta as médias aritméticas relativas aos produtos alimentares e embalagens desenvolvidas através da nanotecnologia. Observa-se que as médias mais elevadas referentes à pontuação denotada pelo consumidor quanto à intenção de compra desses produtos concentram-se nos produtos concernentes às embalagens as quais contenham algum benefício oriundo da nanotecnologia.

Estudos demonstraram que o consumidor apresenta interesse por produtos desenvolvidos através de novas tecnologias de acordo com a aplicação dos mesmos (FREWER et al., 2014; GUPTA et al., 2013; STAMPFLI; SIEGRIST; KASTENHOLZ, 2010), sendo destacada, para o caso da nanotecnologia, uma predileção dos consumidores por embalagens obtidas através dessa tecnologia (STAMPFLI; SIEGRIST; KASTENHOLTZ, 2010; SIEGRIST, 2008; SIEGRIST et al., 2007). Roosen e colaboradores (2011) em seu estudo inferiram que os consumidores apenas demonstravam interesse em alimentos desenvolvidos através da nanotecnologia quando lhes era apresentado benefícios relacionados à melhorias na saúde, o que também é percebido nos resultados desta investigação.

**Tabela 17.** Média aritmética dos escores obtidos nas respostas às questões relacionadas com a intenção de compra de produtos alimentares desenvolvidos pela nanotecnologia.

<b>Intenção de compra de nanoproductos alimentares e embalagens</b>						
	<b>RPA 1</b>	<b>RPA 2</b>	<b>RPA 3</b>	<b>RPA 4</b>	<b>RPA 5</b>	<b>RPA 6</b>
	<b>n=18</b>	<b>n=51</b>	<b>n=73</b>	<b>n=67</b>	<b>n=62</b>	<b>n=90</b>
<b>Alimento elaborado com nanocápsulas que tem o seu valor nutricional aumentado.</b>	3,11	3,14	3,49	3,25	3,24	3,44
<b>Alimento que teve a incorporação de nanoingredientes que melhoram a saúde.</b>	3,39	3,29	3,52	3,42	3,37	3,58
<b>Embalagem elaborada com nanopartículas com propriedades antimicrobianas e antioxidantes que aumentam a conservação do alimento.</b>	3,44	3,55	3,71	3,48	3,11	3,50
<b>Embalagem que possua nanossensores que monitoram e indicam as condições do alimento enquanto exposto</b>	3,78	3,72	3,82	3,55	3,66	3,59
<b>Embalagem que teve a incorporação de nanomateriais que melhoram as suas propriedades e resistência.</b>	3,50	3,72	3,66	3,31	3,53	3,48
<b>Alimento com embalagem incorporada de nanocápsulas que aumentam suas propriedades sensoriais.</b>	3,33	3,21	3,38	3,30	3,13	3,27

Fonte: Elaborado pelo autor.

### 3.4 Percepções de Benefícios x Percepções de Riscos

A Tabela 18 apresenta os valores referentes ao teste de Wilcoxon empregado para comparar os efeitos das percepções de riscos e benefícios entre si e quanto à intenção de

compra de produtos alimentares e embalagens desenvolvidas através da nanotecnologia. Na comparação dos resultados obtidos através dos escores das dimensões analíticas ‘percepção de benefícios da nanotecnologia’ e ‘percepção de riscos da nanotecnologia’, observa-se que há uma interrelação de dependência entre as percepções de benefícios e de riscos pelo teste de Wilcoxon ( $p$ -valor $<0,05$ ), o qual aponta preponderância de baixos resultados para um lado com resultados elevados para o outro, indicando uma diferença em favor de uma das situações.

Assim, é possível inferir que a percepção de benefícios afeta a percepção de riscos e vice-versa em todas as Regiões Político-Administrativas/RPA’s. Alguns estudos apontam que de acordo com a intensidade de exposição de informações quanto aos benefícios e os riscos apresentados por novas tecnologias e, especificamente, pela nanotecnologia, o consumidor tende a aceitar uma em decremento da outra (ROOSEN et al., 2011; CURRALL et al., 2006).

**Tabela 18.** Resultados do teste de Wilcoxon comparando os escores relacionados com as percepções de benefícios, percepções de riscos e intenção de compra dentro das Regiões Político-Administrativas/RPA’s.

	RPA 1	RPA 2	RPA 3	RPA 4	RPA 5	RPA 6
<b>Percepção de benefícios X Percepção de riscos</b>	277,5 2,63 x $10^{-4}$ *	2043 6,57 x $10^{-7}$ *	4429,5 4,59 x $10^{-12}$ *	3158,5 4,68 x $10^{-5}$ *	3466 1,12 x $10^{-14}$ *	7132 1,07 x $10^{-18}$ *
<b>Percepção de Benefícios X Intenção de compra</b>	287 7,71 x $10^{-5}$ *	2102,5 7,73 x $10^{-8}$ *	4474,5 1,22 x $10^{-12}$ *	3637,5 5,11 x $10^{-10}$ *	3504,5 2,29 x $10^{-15}$ *	6744 1,09 x $10^{-14}$ *
<b>Percepção de riscos X Intenção de compra</b>	171 0,78*	1279,5 0,89*	2410 0,32*	2576,5 0,14*	1667 0,20*	3353 0,04*

\*diferença significativa:  $p$ -valor $<0,05$ .

O mesmo efeito fora observado neste estudo, pois para o caso de comparação da ‘percepção de riscos’ com ‘intenção de compra’, deve-se considerar que não houve diferença estatisticamente significativa entre a soma total dos escores dos itens relacionados com as questões concernentes à averiguação da percepção de riscos e da intenção de compra dos consumidores entrevistados, uma vez que o teste de Wilcoxon permite inferir tal assertiva ( $p$ -valor $>0,05$ ); logo, os riscos percebidos pelos indivíduos não interfere em suas atitudes quanto à intenção de compra de produtos oriundos da nanotecnologia, exceto para a Região Político-Administrativa RPA 6.

A Tabela 19 apresenta as médias aritméticas das respostas dos consumidores quanto à ‘percepção de riscos da nanotecnologia’ e ‘risco em consumir nanoproductos alimentares’, de acordo com as RPA’s. Verifica-se que a Região Político-Administrativa RPA 6 foi a região que apresentou menor média aritmética dentre as regiões abordadas, o que permite inferir que nesta área os consumidores apresentaram menor confiança e maior temor frente às percepções de riscos da nanotecnologia, o que pode ter provocado efeito na intenção de compra de produtos nanoalimentares.

Efeitos negativos da nanotecnologia sobre a saúde das pessoas e ao meio ambiente aumentam a probabilidade de aversão à nanotecnologia. Todavia, no que concerne à averiguação dos efeitos da exposição de benefícios e riscos aos consumidores, considerando as variáveis ‘saúde’ e ‘meio ambiente’, os entrevistados demonstram ter maior preocupação com os riscos quando os benefícios apresentam-se em menor intensidade, e vice-versa, confirmando, portanto, que a aceitabilidade da nanotecnologia está pautada na polarização entre riscos e benefícios, e não apenas na percepção de riscos (FREWER et al., 2011; ROLLIN; KENNEDY; WILLS, 2011; SIEGRIST et al., 2008; CURRAL et al., 2006).

**Tabela 19.** Média aritmética dos escores obtidos nas respostas às questões relacionadas com a percepção de riscos da nanotecnologia dentro das Regiões Político-Administrativas/RPA’s.

	RPA 1	RPA 2	RPA 3	RPA 4	RPA 5	RPA 6
<b>Percepção de riscos da nanotecnologia</b>	8,56	8,60	8,63	10,10	7,58	7,92
<b>Risco em consumir nanoproductos alimentares</b>	12,56	12,39	11,86	12,67	11,42	11,01

Fonte: Elaborado pelo autor.

A ‘percepção de benefícios da nanotecnologia’ apresentou diferença estatística significativa ( $p$ -valor $<0,05$ ) quando relacionada com as atitudes dos consumidores quanto à intenção de compra de produtos, caracterizando que as percepções de benefícios afetam diretamente a aceitação e interesse de adquirir alimentos e embalagens para alimentos elaborados com aplicação da nanotecnologia. A Tabela 17 possibilitou verificar que as embalagens para alimentos são percebidas com maior interesse do que os alimentos desenvolvidos a partir desta tecnologia. Stampfli, Siegrist e Kastenholtz (2010) verificaram que a percepção de benefícios influenciou fortemente a intenção de compras de produtos alimentares e embalagens de alimentos com aplicação da nanotecnologia comparada com a percepção de riscos a qual apresentou baixa influência frente à atitude do consumidor.

As percepções de riscos e de benefícios podem determinar o comportamento do consumidor quanto às variadas aplicações da nanotecnologia e os diferentes tipos de produtos disponibilizados no mercado, embora seja incerta a maneira como esses indivíduos definem o *trade-off*, ou seja, o momento de conflito cognitivo de escolhas, para mobilizar estas percepções e realizar uma tomada de decisão quanto a um produto específico utilizando nanotecnologias (FREWER et al., 2014; CONTI; SATTERFIELD; HARTHORN, 2011; RETZBACH et al., 2011).

## **Conclusão**

Este trabalho demonstrou que os consumidores do município do Recife, embora possuam pouco conhecimento acerca da nanotecnologia e de embalagens comestíveis, demonstraram elevado interesse quanto ao uso desta nova tecnologia no desenvolvimento de embalagens para alimentos o que é demonstrado pela sua atitude favorável e confiante frente ao tema. Isso permite inferir que assuntos relacionados às novas tecnologias e produtos, sobretudo no setor de alimentos, devam ser amplamente disponibilizados e comunicados à sociedade. As percepções, atitudes favoráveis de aceitabilidade e intenção de compra variaram nas diferentes Regiões Político-Administrativas/RPA's, sobretudo devido ao efeito dos níveis de escolaridade e renda dos participantes, demonstrado através dos testes não paramétricos aplicados. As Regiões Político-Administrativas RPA 1, RPA 4, RPA 5 e RPA 6 possuem consumidores favoráveis e interessados em produtos alimentares nanotecnológicos, embora possuam menor escolaridade e familiaridade com o tema, o que pode ser contornado por um planejamento estratégico de ações de comunicação e divulgação da nanotecnologia nessas regiões o que, conseqüentemente, afetaria a intenção de compra desses produtos. Na Região Político-Administrativa RPA 3 é possível a maior aceitação e aquisição de nanoalimentos e embalagens comestíveis com nanotecnologia haja vista as percepções e atitudes favoráveis, bem como a intenção de compra aumentar com o aumento de renda e escolaridade nessa região. Tendo em vista de esta área se caracterizar por um perfil sócio-econômico elevado, é possível o sucesso desta nova tecnologia no mercado consumidor a partir desta região.

Sugere-se que as indústrias de alimentos implementem formas de exposição de informações quanto à esta nova tecnologia a fim de evitar efeitos negativos *a posteriori*

como o que ocorreria com os organismos geneticamente modificados, possibilitando, desta maneira, o desenvolvimento e a consolidação desta nova tecnologia na produção de embalagens para alimentos, sobretudo as comestíveis, as quais asseguram não apenas a qualidade do produto embalado, mas com efeitos que se refletem positivamente na saúde humana e no meio ambiente.

## Referências

- BEUMER, K.; BHATTACHARYA, S. (2013). Emerging Technologies in India: developments, debates and silences about nanotechnology. **Science and Public Policy**, v.40, maio 2013, pp. 628 – 643.
- BESLEY, J. Current research on public perceptions of nanotechnology. **Emerging Health Threats**, v. 03, n. 08, set. 2010, pp [N.i.].
- BIEBERSTEIN, A.; ROOSEN, J.; MARETTE, S.; BLANCHEMANCHE, S.; VANDERMOERE, F. (2013). Consumer choices for nano-food and nano-packaging in France and Germany. **European Review of Agricultural Economics**, v. 40, n.01, 2013, pp. 73 – 94.
- BIRD, D.K.; HAYNES, K.; VAN DEN HONERT, R.; MCANENEY, J.; POORTINGA, W. (2014). Nuclear power in Australia: a comparative analysis of public opinion regarding climate change and the Fukushima disaster. **Energy Policy**, v. 65, fev. 2014, pp. 644 – 653.
- BOLFARINE, H; BUSSAB, W.O. (2005). **Elementos de Amostragem**. São Paulo: Blüchter, 2005. 290p.
- BROSSARD, D.; SCHEUFELE, D. A.; KIM, E.; LEWENSTEIN, B. V. (2009). Religiosity as a perceptual filter: examining processes of opinion formation about nanotechnology. **Public Understanding of Science**, v. 18, n. 05, set. 2009, pp. 546 – 558.
- BROWN, J.; FATEHI, L.; KUZMA, J. (2015). Altruism and skepticism in public attitudes toward food nanotechnologies. **Journal of Nanoparticle Research**, v. 17, 2015, pp. 122 – 153.
- CACCIATORE; M.A.; SCHEUFELLE; D.A.; CORLEY, E.A. (2011). From enabling technologies to applications: the evolution of risk perceptions about nanotechnology. **Public Understanding of Science**, v. 20, n. 03, maio 2011, pp. 385 – 404.
- CARACCILO, F.; COPPOLA, A.; VERNEAU, F. (2011). Validation of a psychometric scale to measure consumers' fears of modern food technologies. *In* **International European Forum on System Dynamics and Innovation in Food Networks, International European Forum**, Fev. 14 – 18, 2011, Innsbruck-Igls, Austria (pp. 160 – 174). Acesso em 15.07.15. Disponível em:< <http://purl.umn.edu/122005>>.



CARDELO, A.V.; SCHUTZ, H.G.; LESHER, L.L. (2007). Consumer perceptions of foods processed by innovative and emerging technologies: a conjoint analytic study. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, V.08, n.01, mar. 2007, pp. 73 – 83.

CHAUDHRY, Q.; CASTLE, L. (2011). Food applications of nanotechnologies: an overview of opportunities and challenges for developing countries. **Trends in Food Science & Technology**, v. 22, n. 11, nov. 2011, pp. 595 – 603.

CHAUDHRY, Q.; SCOTTER, M.; BLACKBURN, J.; ROSS, B.; BOXALL, A.; CASTLE, L.; AITKEN, R.; WATKINS, R. (2008). Applications and implications of nanotechnologies for the food sector. **Food Additives & Contaminants: Part A**, v. 25, n. 03, 2008, pp. 241 – 258.

CHEN, H.; YADA, R. (2011). Nanotechnologies in agriculture: new tools for sustainable development. **Trends in Food Science & Technology**, v. 22, n. 11, nov. 2011, pp. 585 – 594.

COBB, M. D.; MACOUBRIE, J. (2004). Public perceptions about nanotechnology: risks, benefits and trust. **Journal of Nanoparticle Research**, v. 06, n. 04, ago.2004, pp. 395 – 405.

CORNER, A.; VENABLES, D.; SPENCE, A.; POORTINGA, W.; DEMSKI, C.; PIDGEON, N. (2011). Nuclear power, climate change and energy security: exploring British public attitudes. **Energy Policy**, v. 39, n.09, set. 2011, pp. 4823 – 4833.

COSTELL, E.; TÁRREGA, A.; BAYARRI, S. (2010). Food acceptance: the role of consumer perceptions and attitudes. **Chemossensory perception**, v.03, 2010, pp. 42 – 50.

CURRAL, S. C.; KING, E. B.; LANE, N.; MADERA, J.; TURNER, S. (2006). What drives public acceptance of nanotechnology? **Nature Nanotechnology**, v. 01, n. 03, dez. 2006, pp. 153 – 155.

DA COSTA, M.C.; DELIZA, R.; ROSENTHAL, A.; HEDDERLEY, D.; FREWER, L. (2000). Non conventional Technologies and impact on consumer behaviour. **Trends in Food Science & Technology**, v. 11, n.04-05, abr. 2000, pp. 188 – 193.

DELIZA, R.; ROSENTHAL, A.; SILVA, A.L.S. (2003). Consumer attitudes towards information on non conventional technology. **Trends in Food Science & Technology**, v. 14, n.01-02, jan-fev. 2003, pp. 43 – 49.

DIJKSTRA, A. M.; CRITCHLEY, C. R. (2014). Nanotechnology in Dutch science cafés: public risk perceptions contextualised. **Public Understanding of Science**, v. 08, maio 2014, pp.

DUNCAN, T. V. (2011). Applications of nanotechnology in food packaging and food safety: barrier materials, antimicrobials and sensors. **Journal of Colloid and Interface Science**, v. 363, n. 01, nov. 2011, pp. 01 – 24.

FERNÁNDEZ-RUIZ, V.; CLARET, A.; CHAYA, C. (2013). Testing a Spanish-version of the Food Neophobia Scale. **Food Quality & Preference**, v. 28, n.01, abr. 2013, pp. 222 – 225.

- FISCHER, A. R. H.; DIJK, H.; JONGE, J.; ROWE, G.; FREWER, L. J. (2013). Attitudes and attitudinal ambivalence change towards nanotechnology applied to food production. **Public Understanding of Science**, v. 22, n. 07, out. 2013, pp. 817 – 831.
- FREWER, L. J.; GUPTA, N.; GEORGE, S.; FISCHER, A. R. H.; GILES, E. L.; COLES, D. (2014). Consumer attitudes towards nanotechnologies applied to food production. **Trends in Food Science & Technology**, v. 40, n. 02, dez. 2014, pp. 211 – 225.
- 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.L. (2013). Public perceptions of agri-food applications of genetic modification – a systematic review and meta-analysis. **Trends in Food Science & Technology**, v. 30, n. 02, abr. 2013, pp. 142 – 152.
- FREWER, L. J.; BERGMANN, K.; BRENNAN, M.; LION, R.; MEERTENS, R.; ROWE, G.; SIEGRIST, M.; VEREIJKEN, C. (2011). Consumer response to agri-food technologies: implications for predicting consumer acceptance of emerging food technologies. **Trends in Food Science & Technology**, v. 22, n. 08, 2011, pp. 442 – 456.
- GASKELL, G.; EYCK, T. T.; JACKSON, J.; VELTRI, G. (2004). Public attitudes towards nanotechnology in Europe and the United States. **Nature Materials**, v. 03, n. 08, 2004, p.496.
- GEORGE, S.; KAPTAN, G.; LEE, J.; FREWER, L. (2014). Awareness on adverse effects of nanotechnology increases negative perceptions among public: survey study from Singapore. **Journal of Nanoparticle Research**, v. 16, nov. 2014, pp. 2751 – 2758.
- GRUÈRE, G. P. (2012). Implications of nanotechnology growth in food and agriculture in OECD countries. **Food Policy**, v. 37, 2012, pp. 191 – 198.
- KAHAN, D. M. (2009). Nanotechnology and society: the evolution of risk perceptions. **Nature Nanotechnology**, v. 04, 2009, pp. 705 – 706.
- KIM, Y.; KIM, M.; KIM, W. (2013). Effect of the Fukushima nuclear disaster on global public acceptance of nuclear energy. **Energy Policy**, v. 61, out. 2013, pp. 822 – 828.
- KLEIJNEN, M.; LEE, N.; WETZELS, M. (2009). An exploration of consumer resistance to innovation and its antecedents. **Journal of Economic Psychology**, v. 30, 2009, pp. 344 – 357.
- LEE, C.; SCHEUFELE, D. A.; LEWENSTEIN, B. (2005). Public attitudes toward emerging technologies: examining the interactive effects of cognitions and affect on public attitudes toward nanotechnology. **Science Communication**, v. 27, n. 02, dez. 2005, pp. 240 – 267.
- LIN, S.F.; LIN, H.S.; WU, Y.Y. (2013). Validation and exploration of instruments for assessing public knowledge of and attitudes towards nanotechnology. **Journal of Science Education and Technology**, v. 22, n. 04, ago. 2013, pp. 548 – 559.
- MACOUBRIE, J. (2006). Nanotechnology: public concerns, reasoning and trust in government. **Public Understanding of Science**, v. 15, n. 02, 2006, pp. 221 – 241.

- McCOMAS, K. A.; BESLEY, J. C. (2011). Fairness and nanotechnology concern. **Risk Analysis**, v. 31, n. 11, nov. 2011, pp. 1749 – 1761.
- PETERSON, R.A.; KIM, Y. (2013). On the relationship between coefficient alpha and composite reliability. **Journal of Applied Psychology**, v. 98, n.01, jan. 2013, pp. 194 – 198.
- PIDGEON, N.; HARTHORN, B. H.; BRYANT, K.; HAYDEN, T. R. (2009). Deliberating the risks of nanotechnologies for energy and health applications in the United States and United Kingdom. **Nature Nanotechnology**, v. 04, 2009, pp. 95 – 98.
- RETZBACH, A.; MARSCHALL, J.; RAHNKE, M.; OTTO, L.; MAIER, M. (2011). Public understanding of science and the science and the perception of nanotechnology: the roles of interest in science, methodological knowledge, epistemological beliefs, and beliefs about science. **Journal of Nanoparticle Research**, v. 13, n. 12, dez. 2011, pp. 6231 – 6244.
- ROLLIN, F.; KENNEDY, J.; WILLS, J. (2011). Consumer and new food technologies. **Trends in Food Science & Technology**, v. 22, 2011, pp. 99 – 111.
- RONTELTAP, A.; VAN TRIJP, J.C.M.; RENES, R.J.; FREWER, L.J. (2007). Consumer acceptance of technology-based food innovations: lessons for the future nutrigenomics. **Appetite**, v. 49, n.01, jul. 2007, pp. 01 – 17.
- ROOSEN, J.; BIEBERSTEIN, A.; BLANCHEMANCHE, S.; GODDARD, E.; MARETTE, S.; VANDERMOERE, F. (2014). Trust and willingness to pay for nanotechnology food. **Food Policy**, v. 52, abr. 2015, pp. 75 – 83.
- ROOSEN, J.; BIEBERSTEIN, A.; MARETTE, S.; BLANCHEMANCHE, S.; VANDERMOERE, F. (2011). The effect of information choice and discussion on consumers' willingness-to-pay for Nanotechnologies in food. **Journal of Agriculture and Resource Economics**, v. 36, n.02, ago. 2011, pp. 365 – 374.
- RUSSELL, C.G.; WORSLEY, A. (2008). A population-based study of preschoolers' food neophobia and its associations with food preferences. **Journal of Nutrition Education and Behaviour**, v. 40, n. 01, fev. 2008, pp. 11 – 19.
- SATTERFIELD, T.; KANDLIKAR, M.; BEAUDRIE, C. E. H.; HARTHORN, B. H. (2009). Anticipating the perceived risk of nanotechnologies. **Nature Nanotechnology**, v.04, n.01, 20 set. 2009, pp. 752-758.
- SCHEUFELLE, D.A.; LEWENSTEIN, B.V. (2005). The public and nanotechnology: how citizens make sense of emerging technologies. **Journal of Nanoparticle Research**, v. 07, n.06, dez. 2005, pp. 659 – 667.
- SCHEUFELE, D. A.; CORLEY, E. A.; SHIH, T. J.; DARLYMPLE, K. E.; HO, S. S. (2008). Religious beliefs and public attitudes toward nanotechnology in Europe and the United States. **Nature Nanotechnology**, v.04, dez. 2008, pp. 91 – 94.
- SCHNETTLER, B.; CRISÓSTOMO, G.; SEPÚLVEDA, J.; MORA, M.; LOBOS, G.; MIRANDA, H.; GRUNERT, K.G. (2013). Food neophobia, nanotechnology and satisfaction with life. **Appetite**, v. 69, maio 2013, pp. 71 – 79.

- SHENSKI, D.J. **Handbook of parametric and nonparametric statistical procedures**. 3. Ed. Flórida (EUA): Chaoman &Hall/CRC, 2003. 1232p.
- SIEGRIST, M.; STAMPFLI, N.; KASTENHOLZ, H.; KELLER, C. (2008). Perceived risks and perceived benefits of different nanotechnology foods and nanotechnology food packaging. **Appetite**, v. 51, n. 02, set. 2008, pp. 283 – 290.
- SIEGRIST, M.; COUSIN, M.E.; KASTENHOLZ, H.; WIEK, A. (2007). Public acceptance of nanotechnology foods and food packaging: the influence of affect and trust. **Appetite**, v. 49, n. 02, set. 2007, pp. 459 – 466.
- SMITH, S. E. S.; HODGOOD, H. D.; MICHELSON, E. S.; STOWE, M. H. (2008). Americans' nanotechnology risk perception: assessing opinion change. **Journal of Industrial Ecology**, v. 12, n. 03, 2008, pp. 459 – 473.
- SOZER, N.; KOKINI, J. L. (2009). Nanotechnology and its applications in the food sector. **Trends in Biotechnology**, v. 27, n. 02, fev. 2009, pp. 82 – 89.
- STAMPFLI, N.; SIEGRIST, M.; KASTENHOLTZ, H. (2010). Acceptance of nanotechnology in food and food packaging – a path model analysis. **Journal of Risk Research**, v. 13, n.03, mar. 2010, pp. 353 – 365.
- STRATTON, L.M.; VELLA, M. N.; SHEESHKA, J.; DUNCAN, A.M. (2015). Food neophobia is related to factors associated with functional food consumption in older adults. **Food Quality and Preference**, v. 41, abr. 2015, pp. 133 – 140.
- VANDERMOERE, F.; BLANCHEMANCHE, S.; BIEBERSTEIN, A.; MARETTE, S.; ROOSEN, J. (2010). The morality of attitudes toward nanotechnology: about God, technological progress, and interfering with nature. **Journal of Nanoparticle Research**, v. 12, 2010, pp. 373 – 381.
- VERNEAU, F.; CARACCILOLO, F.; COPPOLA, A.; LOMBARDI, P. (2014). Consumer fears and familiarity of processed foods: the value of information provided by the FTNS. **Appetite**, v. 73, n.01, fev. 2014, pp. 140 – 146.
- VIDIGAL, M.C.T.R.; MINIM, V.P.R.; SIMIQUELI, A.A.; SOUZA, P.H.P.; BALBINO, D.F.; MINIM, L.A. (2015). Food technology neophobia and consumer attitudes toward foods produced by new and conventional technologies: a case study in Brazil. **LWT – Food Science and Technology**, v. 60, n.02, mar. 2015, 832 – 840.
- YUE, C.; ZHAO, S.; CUMMINGS, C.; KUZMA, J. (2015). Investigating factors influencing consumer willingness to buy GM food and nano-food. **Journal of Nanoparticle Research**, v. 17, jul. 2015, pp. 283 – 289.
- ZHANG, J.; WANG, G.; LIN, D. (2015). High support for nanotechnology in China: a case study in Dalian. **Science and Public Policy**, v.42, n.03, jun. 2015, [N.i.].

## 5.2 Artigo 02: Percepção do consumidor quanto ao uso da nanotecnologia em embalagens comestíveis através de grupos focais.

### Resumo

As embalagens ativas com propriedades antimicrobianas apresentam grande potencial de desenvolvimento e inovação no setor de embalagens para alimentos, sobretudo com aplicação da nanotecnologia. O grupo focal possibilita a interação e o debate entre os indivíduos quanto ao tema em questão através da característica exploratória desta metodologia onde os participantes refletem e expõem suas opiniões, ideias e concepções, assim como, em alguns momentos durante a interação, antecipam temas ao longo da discussão. Foram conduzidas duas sessões exploratórias de grupo focal (*focus group*) em uma instituição de Ensino Superior no município do Recife (PE), com oito (8) consumidores, homens e mulheres em igual proporção, sendo realizadas duas modalidades distintas de condução do grupo focal segundo a exposição de benefícios e riscos da nanotecnologia em alimentos e embalagens para alimentos. Os dados obtidos através do método de grupo focal foram inferenciados a partir da análise de conteúdo temático-categorial das falas transcritas dos respondentes. Os resultados obtidos nas discussões realizadas nos grupos focais apresentaram uma teia complexa de parâmetros envolvidos com a aceitação de embalagens comestíveis com uso de nanotecnologia, como as percepções de riscos e de benefícios, as preocupações quanto aos efeitos das nanopartículas nos organismos vivos e no meio ambiente, confiança nos diferentes *stakeholders* envolvidos com o desenvolvimento da ciência e de novas tecnologias. Aspectos como informação e comunicação da nova tecnologia afetam tanto a percepção de benefícios quanto a intenção de compra deste produto, sendo necessário, portando, o planejamento e implementação de estratégias de comunicação e marketing que possibilitem a inserção destas embalagens inovadoras no mercado, ampliando a sua aceitação pelo consumidor e determinando seu sucesso comercial.

Palavras-chave: Embalagem comestível; nanotecnologia; grupo focal; intenção de compra

### Abstract

Active packaging with antimicrobial properties have great potential for development and innovation in the food packaging sector, especially with nanotechnology application. Focus group enables interaction and debate among consumers on the subject in question by exploratory feature of this methodology where participants reflect and express their views, ideas and concepts, as well as, during the interaction, anticipate issues over the discussion. It was conducted two exploratory focus group sessions at an higher education institution in Recife (PE), with eight (8) consumers, men and women in equal proportion, being held two distinct modes driving the focus groups according to exposure benefits and risks nanotechnology in food and food packaging. The data obtained from the focus group method were analysed from the thematic-categorical content analysis of transcribed speech of respondents. The results obtained in focus group discussions showed a complex web of parameters involved with the acceptance of edible packaging using nanotechnology, perceptions of risks and benefits, concerns about the effects of nanoparticles on living organisms and the environment, confidence in the different stakeholders involved in the development of science and new technologies. Aspects such as information and communication of the new food technology affect both the perceived benefits as the

intention of buying this product. It is necessary, carrying, planning and implementation of communication and marketing strategies that enable the inclusion of these innovative packaging in the food sector, expanding its consumer acceptance and determining its commercial success.

Key-words: edible packaging; nanotechnology; focus group; willingness-to-buy

## 1 Introdução

O consumidor vem apresentando interesse cada vez maior por alimentos saudáveis, seguros e que apresentam características sensoriais mais ‘naturais’, com menor uso de processamento industrial, o que acarreta a demanda por embalagens as quais possam assegurar a proteção adequada para os diversos atributos dos produtos alimentares (GOUVÊA et al., 2015). Neste contexto, as embalagens ativas com propriedades antimicrobianas apresentam grande potencial de desenvolvimento e inovação no setor de embalagens para alimentos, sobretudo com aplicação da nanotecnologia (GRUÈRE, 2012; DUNCAN, 2011).

O desenvolvimento estratégico de tecnologias emergentes, como a nanotecnologia, é determinado pela sua aceitação pelo público, que por sua vez pode ser influenciada pela percepção dos consumidores sobre os riscos e benefícios associados às suas aplicações. A compreensão do contexto histórico-social e cultural os quais determinam as atitudes das pessoas diante das tecnologias emergentes tornou-se um critério determinante para uma favorável implementação e comercialização (FREWER et al., 2014; FISCHER et al., 2013; GUPTA; FISCHER; FREWER, 2012; RONTELTAP; FISCHER; TOBI, 2011).

Verificou-se que as percepções de riscos e benefícios, e não apenas a percepção de riscos, podem determinar o comportamento do consumidor quanto às variadas aplicações da nanotecnologia, embora seja incerta a maneira como esses indivíduos definem o *trade-off* para mobilizar estas percepções e realizar uma tomada de decisão quanto a um produto específico utilizando nanotecnologias (FREWER et al., 2014; CONTI; SATTERFIELD; HARTHORN, 2011; RETZBACH et al., 2011).

O grupo focal, enquanto instrumento e técnica de investigação empregada em pesquisa qualitativa, possibilita a interação e o debate entre os indivíduos quanto ao tema em questão através da característica exploratória desta metodologia onde os participantes refletem e expõem suas opiniões, ideias e concepções, assim como, em alguns momentos

durante a interação, antecipam temas ao longo da discussão (GUPTA et al., 2015; PERREA; GRUNERT; KRYSTALLIS, 2015).

Este estudo envolve a realização de grupo focal com consumidores regulares de alimentos no município do Recife (Pernambuco – Brasil) a fim de possibilitar através de dados qualitativos obtidos das expressões dos participantes de suas opiniões e concepções quanto à aplicação da nanotecnologia para o desenvolvimento de embalagens comestíveis. Assim, o mesmo objetiva realizar as seguintes atividades: Verificar o comportamento do consumidor quanto à aplicação da nanotecnologia em embalagens para alimentos; Identificar os fatores que intervêm nas atitudes do consumidor quanto aos produtos alimentares obtidos através da nanotecnologia; Verificar o efeito da exposição de informações quanto aos benefícios e riscos da nanotecnologia.

## **2 Material e Métodos**

Foram conduzidas duas sessões exploratórias de grupo focal (*focus group*) em uma instituição de Ensino Superior no município do Recife (PE), com oito (8) consumidores para cada grupo, residentes na mesma cidade, sendo realizadas duas modalidades distintas de condução do grupo focal segundo a exposição de benefícios e riscos da nanotecnologia em alimentos e embalagens para alimentos.

A técnica de pesquisa por entrevista de grupo focal (*focus group*) foi aplicada haja vista sua característica interativa e problematizadora, objetivando coletar dados qualitativos diretamente por meio das falas dos integrantes dos grupos focais a partir dos relatos de suas experiências e percepções acerca do tema proposto. O delineamento desta técnica foi feito a partir do modelo de *multiple-category design*, onde os grupos focais foram estabelecidos conforme as características sociodemográficas de seus participantes (gênero, faixa etária, renda, escolaridade e profissão), garantindo assim a heterogeneidade nos grupos. Logo, o conjunto de indivíduos participantes de cada grupo focal foi definido segundo a premissa de interação social através do balanceamento de homogeneidade e heterogeneidade (KRUEGER; CASEY, 2008).

Um protocolo do grupo focal (APENDICE C) foi elaborado contendo um roteiro de perguntas a fim de padronizar os questionamentos entre os grupos, contudo com vistas a assegurar a flexibilidade dos debates conforme a interação dos participantes. As sessões

foram gravadas sob permissão dos participantes os quais assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido pertinente a esta pesquisa.

A gravação fora transcrita para realização *a posteriori* da análise de conteúdo. Os dados obtidos através do método de grupo focal foram inferenciados a partir da análise de conteúdo temático-categorial das falas transcritas dos respondentes participantes dos grupos focais conforme Bardin (2009). As palavras, sentenças gramaticais e frases expressas pelos participantes foram analisadas e agrupadas de acordo com o grau de similaridade e o senso comum, considerando, ainda, a frequência com que determinados temas eram apresentados e debatidos.

### **Recrutamento**

O recrutamento foi feito a partir de contato direto com os consumidores regulares de alimento e moradores do município do Recife, os quais apresentassem um nível mínimo regular de conhecimento sobre a nanotecnologia, independente da sua área de aplicação. A heterogeneidade dos grupos fora obtida a partir do agrupamento dos consumidores segundo as características demográficas e socioeconômicas, como gênero, escolaridade e renda conforme metodologia aplicada em estudos semelhantes (PERREA; GRUNERT; KRYSTALLIS, 2015). A homogeneidade foi possibilitada pela faixa etária de interesse, indivíduos adultos, com idades variando de 19 a 59 anos de idade.

### **Participantes**

Cada grupo era formado por 8 indivíduos, 4 homens e 4 mulheres (Grupo 1) e 5 homens e 3 mulheres (Grupo 2), cujo tamanho amostral fora definido conforme proposta metodológica apontada em estudos semelhantes (GUPTA; FISCHER; FREWER, 2015; KRUEGER; CASEY, 2008). Este número equiparado de participantes fora definido a fim de assegurar a oportunidade das trocas de ideias, a participação e interação homogênea dos integrantes, a mediação orientada e ordenada, assim como os registros simultâneos das falas.

### **Condução e tempo**

A atividade de grupo focal teve a duração de 1h45min, para cada grupo, cronometrados desde a apresentação da proposta da atividade, segundo protocolo de ação



do grupo focal, perpassando pelas perguntas e debates, até o encerramento da atividade pelo moderador. Os grupos focais foram realizados em dias distintos e a garantia de preservação e securidade das informações foi possibilitada haja vista o contato e convite com os participantes ter sido realizada de forma aleatória em supermercados no município do Recife.

Uma breve explanação acerca da nanotecnologia, os benefícios e possíveis riscos foi apresentada aos participantes dos grupos focais, possibilitando um *warm-up* quanto ao tema através da mobilização das ideias e conhecimentos prévios dos sujeitos, conforme realizado em estudos similares (GUPTA et al., 2015). Assim, foi realizada a apresentação e leitura de texto resumo descritivo sobre nanotecnologia (PICOUET et al., 2014; KANMANI; LIM, 2013; ESPITIA et al., 2012; GRUÈRE, 2012; CHAUDHRY; CASTLE, 2011; DUNCAN, 2011; AZEREDO, 2009).

Em seguida, os participantes de cada grupo focal foram separados em igual número e ainda preservando a heterogeneidade para que fossem apresentados, a cada subgrupo, respectivamente, textos resumo sobre os benefícios da nanotecnologia em alimentos e embalagens de alimentos (RHIM; SHANKAR; TENG; RHIM, 2014; WANG; HONG, 2013; ESPITIA et al., 2012; GUPTA; FISCHER; FREWER, 2012) e textos resumo sobre os possíveis riscos advindos dessa nova tecnologia (BRAYNER et al., 2013; BHATTACHARYY et al., 2011; GEISER; KREYLING, 2010; OBERDÖRSTER, 2010).

Esse procedimento fora realizado a fim de verificar o efeito da exposição dessas informações às concepções dos consumidores quanto à nanotecnologia aplicada em embalagens de alimentos, como realizado em alguns estudos similares (BARRENA; SÁNCHEZ, 2012; SIEGRIST, 2008). Em seguida, os indivíduos foram novamente reunidos para aplicação do questionário e realização de debate entre os participantes a partir da exploração das ideias, do conhecimento prévio e da exposição das informações sobre benefícios e riscos.

### 3 Resultados e Discussão

#### Sequência de Perguntas 1 – Conhecimento quanto à nanotecnologia.

Os participantes foram mobilizados a expressar seu conhecimento acerca da nanotecnologia, incluindo, além do conceito técnico-científico (quando possível), as aplicações desta nova tecnologia. Os participantes demonstraram possuir certa familiaridade com o tema, expressando a forma conceitual desta tecnologia pelo seu tamanho e mudança de propriedades físicas e químicas, contudo demonstrou pouco conhecimento de seu uso pela indústria de alimentos, como pode ser verificado nos trechos a seguir:

Para um leigo tenho um conhecimento razoável... sei da aplicação da nanotecnologia na indústria, na metalurgia, na medicina, utilização na produção de componentes (para computação), mas é a primeira vez que ouço falar da nanotecnologia especificamente na área de alimentos, ainda mais na produção de embalagens comestíveis... pra mim é totalmente inédito (entrevistado grupo focal 1).

Tenho pouco conhecimento... conhecia <a nanotecnologia> devido à aplicação em outros produtos e não em alimentos ou embalagens... se eu já usei um produto nanotecnológico eu não sei nem tenho ideia (entrevistada grupo focal 2).

Pelas respostas verifica-se que o público consumidor não apresenta concepções consistentes quanto ao uso da nanotecnologia pelo setor de alimentos, onde os mesmos justificam que esta falta de conhecimento se deve ao fato de não haver uma comunicação clara sobre as tecnologias aplicadas nos alimentos e suas embalagens. Algumas pesquisas demonstraram que o público consumidor é informado de forma leniente sobre a inserção e a aplicação da nanotecnologia em áreas diversas o que afeta a sua compreensão quanto às tecnologias emergentes as quais, certamente, afetarão o sistema econômico, social, cultural e político (HAYS; MILLER; COBB, 2013; COBB, 2011).

Kahan e colaboradores (2009) verificaram que tanto os consumidores com relativa familiaridade com a nanotecnologia quanto os consumidores sem nenhuma familiaridade apresentaram uma variação pouco significativa quando lhes eram disponibilizadas as informações balanceadas sobre os riscos e os benefícios da nanotecnologia, demonstrando, portanto, que a lacuna de conhecimento e familiaridade com a nanotecnologia não é elemento primordial para afetar consideravelmente a percepção de riscos e benefícios da nanotecnologia. Contudo, Vandermoere e colaboradores (2011) defendem que um

incremento positivo quanto à percepção da nanotecnologia poderá advir de um aumento do nível de conhecimento da população quanto a esta tecnologia.

A percepção é um elemento crítico uma vez que o comportamento humano é resultante daquilo que se acredita ou se confia e, ainda, porque a percepção e seus vieses não são facilmente modificados a partir da apreensão de novos conhecimentos, uma vez que a percepção de risco seria o resultado de fatores sociais e psicológicos e não apenas um reflexo de um déficit de conhecimento (SATTERFIELD et al., 2009).

### **Sequência de Perguntas 2 – Percepção de benefícios da nanotecnologia.**

Diferentes estudos verificaram o efeito das percepções de benefícios e de riscos quanto à nanotecnologia pelo consumidor, revelando-se, portanto, como elementos determinantes para a aceitação desta nova tecnologia (RETZBACH et al., 2011). Os participantes dos grupos focais demonstraram interesse quanto ao uso da nanotecnologia para o desenvolvimento de alimentos mais nutritivos e de embalagens com propriedades antimicrobianas. Contudo, os participantes colocam em debate a questão da alimentação contrapondo o debate quanto aos alimentos obtidos através de tecnologia e alimentos naturais.

A integração das inovações nanotecnológicas com as necessidades e os contextos vivenciados pela população, como por exemplo a demanda por alimentos funcionais e com melhoramento nutricional, podem favorecer a aceitação de alimentos processados os quais empregarem a nanotecnologia para conferir benefícios à saúde humana (FREWER et al., 2014).

As percepções e as concepções dos consumidores quanto à diversidade de aplicação da nanotecnologia variam mediante critérios de escolha como utilidade, necessidade, importância e benefício da nova característica advinda através do uso da nanotecnologia no desenvolvimento de novos produtos. Os campos de aplicação da nanotecnologia também determinam o nível de aversão ou aceitação dos produtos (FREWER et al., 2014; STAMPFLI; SIEGRIST; KASTENHOLZ, 2010).

Ainda, os indivíduos diferenciam as aplicações da nanotecnologia de acordo com os benefícios associados a essas aplicações. O envolvimento desta nova tecnologia para a

geração de produtos alimentares e embalagens para alimentos os quais aumentam a qualidade da saúde humana e do meio ambiente são positivamente percebidos (GUPTA; FISCHER; FREWER, 2015).

No grupo focal 1, um participante, homem, levantou a questão quanto ao uso da nanotecnologia e seu efeito na sociedade, demonstrando se preocupar com a questão social da nanotecnologia e seu impacto na economia e o acesso aos novos produtos, o que gerou um debate novo dentro das discussões no grupo.

A ciência e a tecnologia possibilita uma produção de alimentos muito maior, mas existe uma preocupação aí uma questão social e econômica...nem sempre uma produção maior significa o acesso do alimento para todos...de que forma essa nova tecnologia pode se tornar mais acessível ou menos acessível...não me interessa uma tecnologia em alimentos que vai ficar restrita a um determinado setor da sociedade...(entrevistado grupo focal 1).

As tecnologias não são democráticas, mas realmente tem que se pensar o impacto dessas tecnologias na sociedade...por exemplo, eu tenho uma família de pequenos agricultores que produz cenouras, ela <a cenoura> tem betacaroteno...então <essa família> deixa de vender o seu produto porque as pessoas vão preferir consumir essa nova tecnologia...a maioria dois alimentos não são democráticos...nem todo mundo consegue consumir todos os alimentos da mesma maneira...mais do que democratizar essa tecnologia é saber o impacto que ela pode apresentar dentro da sociedade, na economia...na agricultura” (entrevistado grupo focal 1).

McComas e colaboradores (2011) verificaram em seus estudos que a percepção de equidade e justiça demonstrada pelos indivíduos entrevistados afetava a sua percepção de riscos quanto à nanotecnologia, destacando-se a relacionada com o acesso à informação pelos consumidores. As atitudes do consumidor mediante uma nova tecnologia são influenciadas sobremaneira pelos efeitos sociais, econômicos e políticos que essa tecnologia pode provocar na sociedade (GUPTA; FISCHER; FREWER, 2015; ROLLIN; KENNEDY; WILLS, 2011; SIEGRIST et al., 2007).

Aspectos culturais ligados à personalidade, como individualidade e hierarquicidade, igualdade e comunitarismo, relacionadas com uma visão de mundo pessoal afetam a percepção pública quanto à nanotecnologia, revelando que a hipótese de familiaridade, ou seja, o conhecimento das pessoas sobre a nanotecnologia, não apresenta uniformidade, uma vez que cada grupo, conforme suas visões e relação com o mundo, individualista ou

igualitária, determinarão aos indivíduos perceber benefícios ou riscos, respectivamente (KAHAN et al., 2009).

Os participantes demonstraram preocupação com o fato de que um alimento com maior vida comercial poderia representar uma anomalia e não apresentar características naturais. Siegrist e colaboradores (2007), em seu estudo, já indagavam sobre o efeito da percepção do ser 'natural' dos alimentos como fator de influência nas atitudes dos consumidores quanto ao uso da nanotecnologia em alimentos.

Essa preocupação se estende à concepção de como seria a reação deste alimento mais prolongado no organismo haja vista a aplicação de tecnologia, assim como o efeito dessa embalagem no meio ambiente uma vez que os novos materiais e as nanopartículas, segundo as concepções dos participantes, poderiam acumular-se e apresentarem certa resistência comparados às embalagens de alimentos convencionais.

Por uma questão de falta de conhecimento fico em dois polos... ela é mais resistente, melhora a conservação do alimento e traz benefícios ao homem, mas se ela for mais resistente, e se for mais difícil essa decomposição dela <no meio ambiente> (entrevistado grupo focal 1).

Acho muito bom, mas será que é realmente interessante ter um alimento que tivesse maior durabilidade? isso não é natural (entrevistada grupo focal 1).

A maior durabilidade do alimento seria interessante, mas acho que tem que ter pesquisas para comprovar a sua segurança, para provar que isso é bom pro ser humano e a natureza (entrevistada grupo focal 2).

Efeitos negativos da nanotecnologia sobre a saúde das pessoas e ao meio ambiente aumentam a probabilidade de aversão à nanotecnologia. Todavia, no que concerne à averiguação dos efeitos da exposição de benefícios e riscos aos consumidores, considerando parâmetros como saúde humana e meio ambiente, os consumidores demonstraram ter maior preocupação com os riscos quando os benefícios apresentam-se em menor intensidade, e vice-versa, confirmando, portanto, que a aceitabilidade da nanotecnologia está pautada na polarização entre riscos e benefícios, e não apenas na percepção de riscos (SIEGRIST et al., 2008; CURRAL et al., 2006).

Embora tenham sido apresentados de forma distinta e em separado os benefícios e os riscos da nanotecnologia para os participantes de ambos os grupos focais, todos os participantes demonstraram certo nível de ambivalência no que concerne à sua percepção

dos benefícios, ocorrendo a exposição de preocupação quanto aos efeitos da nanotecnologia e a ponderação sobre a possibilidade de riscos.

Ambivalência quanto às atitudes dos consumidores frente aos riscos e benefícios informados foram percebidas nos trabalhos de Fischer e colaboradores (2013), embora tenham sido oferecidas informações balanceadas quanto a estes aspectos. Brown, Shearer e Harthorn (2011) corroboram que essa atitude ambivalente deve-se ao fato de se haver desconhecimento e limitada disponibilidade de produtos identificados com aplicação de nanotecnologia, o que dificulta a mobilização do consumidor para a tomada de decisão e um posicionamento concreto. Como outrora verificado, os participantes demonstraram desconhecer o uso da nanotecnologia em alimentos e em suas embalagens, o que permite inferir que a falta de conhecimento ou informação consistente sobre a nanotecnologia e a sua aplicação nos diversos segmentos na indústria de alimentos provoquem a preocupação exposta pelos consumidores.

Os resultados permitiram verificar que os consumidores apresentam cada vez mais interesse acerca dos alimentos que consomem, sobretudo no que concerne à qualidade do produto e o impacto que o mesmo pode provocar tanto do ponto de vista social quanto ambiental. A aceitação pública de novas tecnologias como a nanotecnologia será alcançada quando se garantir a produção de alimentos seguros sem oferta de riscos para a saúde humana e para o meio ambiente, a qual pode ser demonstrada através da comunicação das pesquisas científicas desenvolvidas no âmbito acadêmico.

### **Sequência de Perguntas 3 – Percepção de riscos da nanotecnologia.**

Alguns trabalhos demonstraram que os consumidores apresentam receio em relação aos novos alimentos processados a partir de novas tecnologias e que esta aversão estaria correlacionada com aspectos inerentes à percepção de riscos, como conhecimento, informação e comunicação acerca da nova tecnologia (BIEBERSTEIN et al., 2013; CHEN et al., 2012; RONTELTAP et al., 2007).

As percepções de riscos variaram entre os grupos e segundo a exposição das informações sobre os riscos da nanotecnologia. É notório que os níveis de percepção dos riscos correlacionados com produtos oriundos de novas tecnologias são afetados pela

confiança e o impacto de constructos psicológicos, como a neofobia, provocando alterações comportamentais nos consumidores, levando-os a exibir atitudes negativas e menor expectativa quanto ao produto (BARRENA; SÁNCHEZ, 2012; SIEGRIST, 2008).

Os participantes envolvidos com a exposição dos riscos da nanotecnologia demonstraram a partir de suas falas maior preocupação com os mesmos, sobretudo no que concerne ao efeito das nanopartículas no organismo, envolvendo a percepção de riscos de assimilação e acumulação desses materiais no organismo e os danos à saúde em longo prazo. De forma geral, a expressão de riscos fora demonstrada pela preocupação de absorção e acúmulo das nanopartículas do que pelas características da nanopartícula em si.

Minha preocupação se ela <a nanopartícula> é inerte em nosso organismo, ou seja, se ela não viria a reagir com o alimento e em mim... a outra preocupação é se de repente ela não poderia se acumular no organismo (entrevistado grupo focal 1).

Preocupa-me o consumo contínuo... se o excesso não poderia vir a prejudicar se ela ficar no organismo (entrevistada grupo focal 1).

Não tenho muita confiança em alimentos com nanotecnologia. Na embalagem talvez sim, mas pensar em consumir essa embalagem e ingerir essas partículas nano...Acho mais arriscado do que quando empregado em um material que não será absorvido...tenho medo de que sejam absorvidas pelo organismo e se acumulem (entrevistado grupo focal 2).

Meu medo está em ingerir essas nano partículas... Hoje se fala tanto em câncer e outros males... (entrevistada grupo focal 2).

A preocupação em ingerir produtos alimentares é mobilizada nos indivíduos pela percepção invasiva das nanopartículas no organismo vivo, gerando implicações ambíguas entre riscos e benefícios segundo a aplicação da nanotecnologia seja diretamente no alimento ou na embalagem para alimento (CONTI; SATTERFIELD; HARTHORN, 2011). Essas preocupações apontam um único dilema: as mesmas propriedades as quais tornam os nanomateriais diferenciados de suas formas micro ou macroscópicas também fazem com que seus efeitos quanto à saúde e ao meio ambiente sejam desconhecidos e de difícil avaliação (BEAUDRIE; KANDLIKAR; SATTERFIELD, 2013).

As embalagens para alimentos, como expresso acima, são apontadas como mais seguras do que o alimento desenvolvido com uso da nanotecnologia. Alguns estudos apontaram que a percepção de benefícios da nanotecnologia em embalagem para alimentos fora significativamente elevada comparada aos resultados obtidos pelos autores para a

intenção de compra deste novo produto, sugerindo que apenas a exposição de benefícios não é suficiente para assegurar a confiança e promover o interesse do consumidor em adquirir embalagens desenvolvidas através dessa nova tecnologia (SIEGRIST, 2008; SIEGRIST et al., 2007).

Um participante no grupo focal 1 demonstrou não se preocupar diretamente com os riscos se houverem pesquisas realizadas por centros acadêmicos com pesquisas de referência, o que conduziu o debate entre os participantes para a questão da confiança nos diferentes participantes envolvidos com a pesquisa e desenvolvimento da nanotecnologia, incluindo agências regulamentadoras governamentais. Esta manifestação espontânea quanto ao tema possibilitou mobilizar e conduzir o debate quanto a essa temática da confiança no grupo focal 2.

Se uma pesquisa, realizada por uma instituição séria, como uma universidade, comprovar que não há perigo em consumir essa embalagem, eu não veria problema (entrevistado grupo focal 1).

Tenho confiança em universidades com várias pesquisas na área, em instituições idôneas conhecidas (entrevistada grupo focal 1).

Eu acredito que não seria possível regulamentar um produto desses sem pesquisa, sem embasamento científico (entrevistado grupo focal 2).

Acho que a falta de respaldo, de embasamento científico dificulta entender esses riscos... (entrevistada grupo focal 2).

Falo assim de não ter coragem de consumir esses alimentos...ou essa embalagem comestível, mas se a Anvisa, por exemplo, autorizar, então significa que o produto é seguro...mas eu ainda iria procurar saber mais antes de comprar... (entrevistada grupo focal 2).

Para um produto desse chegar no mercado houve um ou vários órgãos que avaliaram, fiscalizaram aquela indústria...isso sem contar com as associações e outras entidades da sociedade civil que também exercem seu papel de fiscalização. ..Se um produto chega ao mercado com os registros e certificações de órgãos públicos tenho confiança que aquele produto é adequado para consumo (entrevistado grupo focal 2).

A confiança é um elemento que afeta as percepções de riscos e benefícios dos indivíduos frente a novas tecnologias e, conseqüentemente, sua aceitação e intenção de compra (LIN; LIN; WU, 2013). A influência da confiança sobre essas dimensões variam conforme os sujeitos que estejam envolvidos no desenvolvimento da nova tecnologia sejam os órgãos governamentais (COBB; MACOUBRIE, 2004) e os cientistas (HAYS; MILLER; COBB, 2013; MACNAGHTEN; GUIVANT, 2011; LEE et al., 2005).



Alguns pesquisadores examinando as atitudes do consumidor frente à ciência e novas tecnologias demonstraram que a confiança se apresentou como um elemento importante onde em quem confiar (indústrias, cientistas ou governo), se mostrou muito mais relevante do que os aspectos científicos por si mesmos (SIEGRIST et al., 2007; COBB; MACOUBRIE, 2004).

Verifica-se pela exposição das falas que a maior confiança dos consumidores está nas pesquisas desenvolvidas nas Universidades e centros de pesquisas acadêmicas. Diferentes estudos têm demonstrado maior confiança dos consumidores quando as pesquisas em nanotecnologia são desenvolvidas no âmbito acadêmico (GUPTA; FISCHER; FREWER, 2015; HAYS; MILLER; COBB, 2013). Hays e colaboradores (2013) inferiram que a confiança nos cientistas ligados às Universidades aumentou nos consumidores americanos quando meios de proteção aos possíveis riscos da nanotecnologia no organismo lhes era apresentada, denotada, ainda, pela maior percepção de benefícios dessa tecnologia emergente.

Os participantes apontaram a confiança também em órgãos oficiais do Governo Federal, como a Agência Nacional de Vigilância Sanitária/ANVISA, os quais são responsáveis por regulamentar e fiscalizar os produtos alimentares ofertados no mercado. Alguns estudos demonstraram que os consumidores percebem com criticidade a possibilidade de oferta de produtos elaborados com novas tecnologias sem regulações e sem proteção à saúde humana e ao meio ambiente os quais tenham sido adequadamente registrados e regularizados por agências e órgãos reguladores governamentais também são observados com criticidade (McCOMAS; BESLEY, 2011; SATTERFIELD et al., 2009).

Os participantes demonstraram preocupação se os interesses das grandes empresas não poderiam afetar a regularização de determinados produtos, expondo formas politizadas de aversão às empresas como efeito da situação ocorrida com os alimentos transgênicos, mobilizada inicialmente pela opinião individual. Gupta e colaboradores (2015) alertam que, devido à intensa interação social mobilizada pelos debates nos grupos focais, os grupos tendem a apresentar formas de consenso as quais podem se sobrepor às opiniões individuais.

A maioria dos alimentos consumidos a base de milho e soja são transgênicos. Você acaba consumindo porque não tem alternativa. Será que isso também não poderia vir a acontecer com a nanotecnologia? A perda do direito de escolha de um produto por causa dos interesses de uma grande empresa (entrevistado grupo focal 1).

Já ouvi falar sim do uso da nanotecnologia para a agricultura, coisa boa...os transgênicos também eram considerados bons para o agricultor, pra natureza...veja aí o resultado...agora não temos muito direito de escolher se quero milho transgênico ou natural...tomate, soja... (entrevistado grupo focal 2).

Uma situação ou experiência com consequências significativamente negativas impactam de forma desastrosa sobre a confiança do consumidor frente aos grupos investidores e estratégicos (*stakeholders*) envolvidos no desenvolvimento da nova tecnologia, determinando percepções de riscos mais acentuadas ao mesmo tempo em que diminui a intenção de compra. Mais informação concisa e confiável é necessária, evitando situações passadas de incompreensão e má interpretação das informações dentro da sociedade (ROLLIN; KENNEDY; WILLS, 2011; SIEGRIST et al., 2007).

As preocupações éticas e politizadas advindas da percepção pública quanto aos organismos geneticamente modificados/OGM constituíram estes produtos como alimentos não naturais, embora as aplicações desta tecnologia estivessem voltadas para a produção agrícola, o que implicou em uma maior percepção de riscos e baixa percepção de benefícios, e transformou a Biotecnologia com manipulação genética em um paradigma negativo quanto às tecnologias emergentes empregadas no setor agrícola e de alimentos (FREWER et al., 2013).

Gupta e colaboradores (2015) sugerem que as preocupações do consumidor correlacionadas com suas ideias e concepções de moral e ética afetam profundamente a aceitação da nanotecnologia de acordo com as intenções de aplicação desta nova tecnologia para a obtenção de produtos diferenciados, ou seja, a escolha do consumidor é afetada pela maneira como ele mobiliza a sua percepção de ética diante de uma nova tecnologia e o efeito desta sobre o ser humano, a sociedade e o meio ambiente.

Apesar das diferentes exposições de preocupações quanto aos riscos da nanotecnologia, os participantes, de modo geral, demonstraram forte otimismo quanto ao uso da nanotecnologia para o desenvolvimento de novos produtos. Apesar da demonstração de incertezas as quais são mobilizadas por uma lacuna de conhecimento

acerca da nanotecnologia, os participantes demonstram acreditar na ciência tendo em vista a percepção de seu processo evolutivo e sua interrelação com o desenvolvimento da civilização humana, tal qual outros estudos tenham apontado a confiança no ‘amadurecimento’ da tecnologia em um estado de progressão contínuo (MACNAGHTEN; GUIVANT, 2011).

A nanotecnologia avançou em outras áreas sem causar prejuízos e não acredito que poderia acontecer qualquer mal em aplicá-la em alimentos...em embalagens (entrevistada grupo focal 1).

Vejo isso como um jeito novo de fazer o que já é feito...mas sendo feito de uma maneira melhor... (entrevistado grupo focal 1).

Um planejamento de marketing, a divulgação disso na mídia iria facilitar a comunicação com o consumidor... ajudaria as pessoas a compreender melhor esse tipo de tecnologia, seus benefícios (entrevistada grupo focal 2).

#### **Sequência de Perguntas 4 – Percepção de embalagens comestíveis.**

No contexto da embalagem comestível, os participantes de ambos os grupos demonstraram pouco conhecimento sobre as embalagens comestíveis, sendo expostas apenas concepções básicas sobre este tipo de embalagem:

Embalagem comestível o próprio nome diz que é de se comer (entrevistado grupo focal 1).

Essas películas, como tem na salsicha, nas linguiças, tudo isso é embalagem comestível (entrevistado grupo focal 1).

Os participantes demonstraram dúvidas de como seria esta embalagem comestível, de que forma ela estaria envolvida com o alimento, as outras possíveis embalagens e a exposição do alimento. Os participantes demonstraram preocupação com a ingestão da embalagem comestível, envolvendo as Boas Práticas de Manipulação, ou seja, se a embalagem não seria contaminada (fisicamente ou quimicamente).

Essa embalagem comestível é realmente uma embalagem? A embalagem serve como uma barreira pra separar o alimento do meio externo, dos efeitos do meio sobre o alimento... se o próprio plástico é comestível, ele tá sujo...será que eu vou comer? (entrevistado grupo focal 1).

Se essa embalagem comestível tem uma embalagem externa, fico tranquilo em consumi-la (entrevistado grupo focal 1).

O que preocupa é a questão da higiene... Se essa embalagem estaria limpa... (entrevistada grupo focal 2).

Estou entendendo que é mais uma proteção para o alimento...Acho bom sim...ainda não estou segura com a idéia de comer a embalagem, mas se pode mudar os hábitos (entrevistada grupo focal 2).

As características das embalagens comestíveis, como a sua obtenção de fontes naturais renováveis mobilizaram concepções positivas quanto a esta embalagem:

Acho ótima a ideia de eliminar outras embalagens e reduzir os resíduos dessa maneira (entrevistado grupo focal 1).

Um dos grandes problemas da sociedade é o acúmulo de lixo... Muitos desses de embalagens mesmo: garrafas de refrigerantes, sacos plásticos. Esse tipo de embalagem poderia ajudar a reduzir a poluição ambiental... Acho aceitável... (entrevistada grupo focal 2).

Os consumidores diferenciam as aplicações da nanotecnologia de acordo com os benefícios associados a essas aplicações, o que fora percebido nas falas dos participantes dos grupos focais quando lhes eram apresentados os benefícios advindos da nanotecnologia em embalagens comestíveis. O envolvimento desta nova tecnologia para a geração de produtos alimentares e embalagens para alimentos os quais aumentam a qualidade da saúde humana e do meio ambiente são positivamente percebidos (GUPTA; FISCHER; FREWER, 2015).

### **Sequência de Perguntas 5 – Intenção de compra de nanoprodutos.**

Os participantes demonstraram ter interesse em adquirir produtos e embalagens elaboradas através da nanotecnologia, mas desde que os valores cobrados por esses novos produtos justifiquem os benefícios percebidos nos mesmos. Os participantes fazem comparação com os preços de alimentos orgânicos e alimentos integrais os quais são largamente divulgados na mídia como benéficos à saúde, os mesmos são mais caros, mas se tem interesse em comprar devido à percepção deste benefício.

Penso se seria igual <ao produto convencional> ou apresentaria diferenças que justifiquem o preço mais elevado (entrevistado grupo focal 1).

Se o preço justificar a aplicação dessa tecnologia... existem tecnologias que me parecem desnecessárias (entrevistado grupo focal 1).

O quanto mais caro esse produto seria comparado com o tradicional? (entrevistada grupo focal 1).

Vale a pena pagar mais caro por um benefício exposto (entrevistada grupo focal 2).

Depende do preço... Se for muito mais caro que meus alimentos orgânicos, continuo comprando os orgânicos... (entrevistado grupo focal 2).

Os resultados permitem inferir que o consumidor, embora tenha sido exposto a pouca informação sobre a nanotecnologia, o mesmo tem interesse em consumir tal produto inovador, desde que os preços possibilitem a aquisição do produto e sejam adequados frente aos benefícios apresentados. A intenção de compra de alimentos e suas embalagens com novas tecnologias é amplamente afetada pelo preço o qual o consumidor deverá pagar pelo novo produto, sendo este o critério de relevante importância para a intenção de compra do consumidor; contudo, a exposição de atributos e benefícios como os correlacionados com o valor nutricional incrementam o interesse do consumidor no momento da compra (ROLLIN; KENNEDY; WILLS, 2011; CARNEIRO et al., 2005).

A falta de informação também afetou a intenção de compra de alimentos envolvidos por embalagens comestíveis nanoestruturadas, tal qual o efeito ambíguo verificado quanto aos benefícios desses novos produtos. Mais uma vez, a falta de informações consistentes e de uma comunicação efetiva da nanotecnologia provocam a resistência no consumidor para a aquisição de produtos advindos desta tecnologia, podendo afetar a sua reflexão e tomada de decisão (*trade-off*) no momento da compra. Informações pouco consistentes e simplistas provocam efeitos negativos na intenção de compra, reduzindo o interesse do consumidor quanto aos produtos elaborados pela nanotecnologia (ROOSEN et al., 2011).

Recebendo a informação de um amigo, alguém conhecido eu compraria... (entrevistado grupo focal 1).

Se houvesse uma mídia grande, demonstrando o produto, os benefícios dele... (entrevistada grupo focal 1).

Prefiro o convencional, porque ainda não tenho informações que me garantam que posso confiar em produtos com nanotecnologia (entrevistada grupo focal 2).

A resistência à inovação é largamente influenciada tanto pela percepção de riscos quanto pelo nível de conhecimento do consumidor sobre a nova tecnologia, elementos estes que afetam a aceitabilidade de novos produtos e que podem provocar atitudes de resistências pelo consumidor. Assim, aspectos como confiança e credibilidade, informação

e fatores econômicos, como custo, estão envolvidos com a percepção do consumidor e a aceitabilidade de novas tecnologias no setor de alimentos (COSTELL et al., 2010; FREWER et al.; 2011; KLEIJNEN et al., 2009; ROLLIN et al.; 2011; SIEGRIST, 2008).

Embora a falta de familiaridade e conhecimento sobre nanotecnologia tenha afetado a percepção de benefícios dos participantes, a confiança nos sujeitos envolvidos com o desenvolvimento e a inserção de embalagens nanoestruturadas no mercado consumidor, como Universidades e órgãos regulamentadores governamentais foi percebida como aspecto relevante para a percepção e aceitação desta nova tecnologia.

Alguns estudos acerca do comportamento de escolha do consumidor, envolvendo o seu *trade-off*, apontam o papel do sabor do alimento como importante atributo e critério de grande influência sobre a seleção e aquisição de alimentos pelos indivíduos (ROLLIN; KENNEDY; WILLS, 2011; SIEGRIST; STAMPFLI; KASTENHOLZ, 2009; SIEGRIST et al., 2007).

Os resultados demonstraram que o consumidor apresenta interesse em experimentar novas tecnologias em alimentos, contudo a intenção de compra de alimentos envolvidos em embalagens comestíveis nanoestruturadas é afetada por um balanceamento realizado pelo consumidor no momento de compra em sua análise pessoal dos benefícios do novo produto com nanotecnologia e o preço deste produto no mercado.

## **Conclusão**

Novos aspectos como visões otimistas da nanotecnologia enquanto tecnologia inovadora a qual possibilita o desenvolvimento econômico e progresso social, e a confiança em Instituições de Ensino Superior e Agências Governamentais Reguladoras foram observados através da exposição das concepções dos participantes de ambos os grupos focais, indicando ser, pois um parâmetro relevante para se verificar a aceitação de alimentos e de embalagens para alimentos elaborados a partir da nanotecnologia.

A falta de informação consistente e de conhecimento dos consumidores acerca da nanotecnologia em embalagens para alimentos provocou efeito de ambivalência quanto à percepção de benefícios entre os participantes de ambos os grupos focais haja vista as preocupações geradas pela dificuldade de compreensão dos efeitos das nanopartículas na

saúde humana e no meio ambiente, indicando, portanto, a necessidade da geração de estratégias de comunicação eficazes a fim de possibilitar compreensão adequada e percepções positivas pelos consumidores. Ainda, a informação acerca do novo produto também afeta a intenção de compra deste produto, sendo necessário, portanto, o planejamento e implementação de estratégias de comunicação e marketing que possibilitem a inserção destas embalagens inovadoras no mercado, ampliando a sua aceitação pelo consumidor e determinando seu sucesso comercial.

## Referências

- AZEREDO, H. M. C. (2009). Nanocomposites for food packaging applications. **Food Research International**, v. 42, 2009, pp. 1240 – 1253.
- BEAUDRIE, C. E. H.; KANDLIKAR, M.; SATTERFIELD, T. (2013). From cradle-to-grave at the nanoscale: gaps in the U.S. regulatory oversight along the nanomaterial life cycle. **Environmental Science & Technology**, v. 47, n. 11, maio 2013, pp. 5524 – 5534.
- BIEBERSTEIN, A.; ROOSEN, J.; MARETTE, S.; BLANCHEMANCHE, S.; VANDERMOERE, F. (2013). Consumer choices for nano-food and nano-packaging in France and Germany. **European Review of Agricultural Economics**, v. 40, n.01, 2013, pp. 73 – 94.
- CARNEIRO, J.D.S.; MINIM, V.P.R.; DELIZA, R.; SILVA, C.H.O.; CARNEIRO, J.C.S.; LEÃO, F.P. (2005). Labelling effects on consumer intention to purchase for soybean oil. **Food Quality and Preference**, v. 16, 2005, pp. 275 – 282.
- CHAUDHRY, Q.; CASTLE, L. (2011). Food applications of nanotechnologies: an overview of opportunities and challenges for developing countries. **Trends in Food Science & Technology**, v. 22, n. 11, nov. 2011, pp. 595 – 603.
- CHEN, H.; YADA, R. (2011). Nanotechnologies in agriculture: new tools for sustainable development. **Trends in Food Science & Technology**, v. 22, n. 11, nov. 2011, pp. 585 – 594.
- COBB, M. D.; MACOUBRIE, J. (2004). Public perceptions about nanotechnology: risks, benefits and trust. **Journal of Nanoparticle Research**, v. 06, n. 04, ago.2004, pp. 395 – 405.
- CONTI, J.; SATTERFIELD, T.; HARTHORN, B. H. (2011). Vulnerability and social justice as factors in emergent U.S. nanotechnology risk perceptions. **Risk Analysis**, v. 31, n. 11, nov. 2011, pp. 1734 – 1748.
- COSTELL, E.; TÁRREGA, A.; BAYARRI, S. (2010). Food acceptance: the role of consumer perceptions and attitudes. **Chemossensory perception**, v.03, 2010, pp. 42 – 50.

- CURRAL, S. C.; KING, E. B.; LANE, N.; MADERA, J.; TURNER, S. (2006). What drives public acceptance of nanotechnology? **Nature Nanotechnology**, v. 01, n. 03, dez. 2006, pp. 153 – 155.
- DUNCAN, T. V. (2011). Applications of nanotechnology in food packaging and food safety: barrier materials, antimicrobials and sensors. **Journal of Colloid and Interface Science**, v. 363, n. 01, nov. 2011, pp. 01 – 24.
- ESPITIA, P. J. P.; SOARES, N. F. F.; COIMBRA, J. S. R.; ANDRADE, N. J.; CRUZ, R. S.; MEDEIROS, E. A. A. (2012). Zinc Oxide Nanoparticles: synthesis, antimicrobial activity and food packaging applications. **Food and Bioprocess Technology**, v. 05, n. 05, jul. 2012, pp. 1447 – 1464.
- FISCHER, A. R. H.; DIJK, H.; JONGE, J.; ROWE, G.; FREWER, L. J. (2013). Attitudes and attitudinal ambivalence change towards nanotechnology applied to food production. **Public Understanding of Science**, v. 22, n. 07, out. 2013, pp. 817 – 831.
- FLEISCHER, T.; HASLINGER, J.; JAHNEL, J.; SEITZ, S.B. (2012). Focus group discussions inform concern assessment and support scientific policy advice for the risk governance of nanomaterials. **International Journal of Emerging Technologies and Society**, v. 10, 2012, pp. 79 – 95.
- FREWER, L. J.; GUPTA, N.; GEORGE, S.; FISCHER, A. R. H.; GILES, E. L.; COLES, D. (2014). Consumer attitudes towards nanotechnologies applied to food production. **Trends in Food Science & Technology**, v. 40, n. 02, dez. 2014, pp. 211 – 225.
- FREWER, L. J.; LANS, I. A. van der; FISCHER, A. R.; REINDERS, M. J.; MENOZZI, D.; ZHANG, X.; BERG, I van den; ZIMMERMANN, K. L. (2013). Public perceptions of agri-food applications of genetic modification – a systematic review and meta-analysis. **Trends in Food Science & Technology**, v. 30, n. 02, 2013, pp. 142 – 152.
- GEISER, M.; KREYLING, W. G. (2010). Deposition and biokinetics of inhaled nanoparticles. **Particle and Fibre Toxicology**, v. 07, n. 02, jan. 2010, pp. 01 – 17.
- GRUÈRE, G. P. (2012). Implications of nanotechnology growth in food and agriculture in OECD countries. **Food Policy**, v. 37, 2012, pp. 191 – 198.
- GUPTA, N.; FISCHER, A.R.H.; FREWER, L. (2015). Ethics, risks and benefits associated with different applications of nanotechnology: a comparison of expert and consumer perceptions of drivers of societal acceptance. **Nanoethics**, abr. 2015, pp. [n.I.]
- HAYS, S.A.; MILLER, C.A.; COBB, M. (2013). Public attitudes towards nanotechnology-enabled cognitive enhancement in the United States.
- KAHAN, D. M. (2009). Nanotechnology and society: the evolution of risk perceptions. **Nature Nanotechnology**, v. 04, 2009, pp. 705 – 706.
- KANMANI, P.; LIM, S. T. (2013). Synthesis and structural characterization of silver nanoparticles using bacterial exopolysaccharide and its antimicrobial activity against food and multidrug resistant pathogens. **Process Biochemistry**, v. 48, 2013, pp. 1099 – 1106



- KLEIJNEN, M.; LEE, N.; WETZELS, M. (2009). An exploration of consumer resistance to innovation and its antecedents. **Journal of Economic Psychology**, v. 30, 2009, pp. 344 – 357.
- LEE, C.; SCHEUFELE, D. A.; LEWENSTEIN, B. (2005). Public attitudes toward emerging technologies: examining the interactive effects of cognitions and affect on public attitudes toward nanotechnology. **Science Communication**, v. 27, n. 02, dez. 2005, pp. 240 – 267.
- LIN, S.F.; LIN, H.S.; WU, Y.Y. (2013). Validation and exploration of instruments for assessing public knowledge of and attitudes towards nanotechnology. **Journal of Science Education and Technology**, v. 22, n. 04, ago. 2013, pp. 548 – 559.
- MACNAGHTEN, P.; GUIVANT, J.S. (2011). Converging citizens? Nanotechnology and the political imaginary of public engagement in Brazil and in the United Kingdom. **Public Understand of Science**, v. 20, n.02, 2011, pp. 207 – 220.
- McCOMAS, K. A.; BESLEY, J. C. (2011). Fairness and nanotechnology concern. **Risk Analysis**, v. 31, n. 11, nov. 2011, pp. 1749 – 1761.
- MILLER, C.A.; BENNETT, I. **Nanotechnology, the Brain and the Future**, v. 3, 2013, pp. 43 – 65.
- McCOMAS, K. A.; BESLEY, J. C. (2011). Fairness and nanotechnology concern. **Risk Analysis**, v. 31, n. 11, nov. 2011, pp. 1749 – 1761.
- PERREA, T.; GRUNERT, K.G.; KRYSTALLIS, A. (2015). Consumer value perceptions of food products from emerging processing technologies: a cross-cultural exploration. **Food Quality and Preference**, v. 39, jan. 2015, pp. 95 – 108.
- PICOUET, P. A.; FERNANDEZ, A.; REALINI, C. E.; LLORET, E. (2014). Influence of PA6 nanocomposite films on the stability of vacuum-aged beef loins during storage in modified atmospheres. **Meat Science**, v. 96, 2014, pp. 574 – 580.
- RETBACH, A.; MARSHALL, J.; RAHNKE, M.; OTTO, L.; MAIER, M. (2011). Public understanding of science and the perception of nanotechnology: the roles of interest in science, methodological knowledge, epistemological beliefs, and beliefs about science. **Journal of Nanoparticle Research**, v. 13, n. 12, 2011, pp. 6231 – 6244.
- ROLLIN, F.; KENNEDY, J.; WILLS, J. (2011). Consumers and new food technologies. **Trends in Food Science & Technology**, v. 22, 2011, pp. 99 – 111.
- RONTELTAP, A.; FISCHER, A. R. H.; TOBI, H. (2011). Societal responses to nanotechnology: converging technologies – converging societal response research? **Journal of Nanoparticle Research**, v. 13, n. 10, 2011, pp. 4399 – 4410.
- ROOSEN, J.; BIEBERSTEIN, A.; MARETTE, S.; BLANCHEMANCHE, S.; VANDERMOERE, F. (2011). The effect of information choice and discussion on consumers' willingness-to-pay for Nanotechnologies in food. **Journal of Agriculture and Resource Economics**, v. 36, n.02, ago. 2011, pp. 365 – 374.

SATTERFIELD, T.; KANDLIKAR, M.; BEAUDRIE, C. E. H.; HARTHORN, B. H. (2009). Anticipating the perceived risk of nanotechnologies. **Nature Nanotechnology**, v.04, n.01, 20 set. 2009, pp. 752-758.

SIEGRIST, M.; STAMPFLI, N.; KASTENHOLZ, H.; KELLER, C. (2008). Perceived risks and perceived benefits of different nanotechnology foods and nanotechnology food packaging. **Appetite**, v. 51, n. 02, set. 2008, pp. 283 – 290.

SIEGRIST, M.; COUSIN, M.E.; KASTENHOLZS, H.; WIEK, A. (2007). Public acceptance of nanotechnology foods and food packaging: the influence of affect and trust. **Appetite**, v. 49, 2007, pp. 459 – 466.

STAMPFLI, N.; SIEGRIST, M.; KASTENHOLZ, H. (2010). Acceptance of nanotechnology in food and food packaging: a path model analysis. **Journal of Risk Research**, v. 13, n. 03, 2010, pp. 353 – 365.

VANDERMOERE, F.; BLANCHEMANCHE, S.; BIEBERSTEIN, A.; MARETTE, S.; ROOSEN, J. (2011). The public understanding of nanotechnology in the food domain: the hidden role of views on science, technology, and nature. **Public Understanding of Science**, v. 20, n. 02, mar. 2011, pp. 195 – 206.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos apresentaram uma teia complexa de parâmetros envolvidos com a aceitação de embalagens comestíveis com uso de nanotecnologia, como as percepções de riscos e de benefícios, as preocupações quanto aos efeitos das nanopartículas nos organismos vivos e no meio ambiente, e confiança nos diferentes *stakeholders* envolvidos com o desenvolvimento da ciência e de novas tecnologias.

Os consumidores apresentaram resultados positivos e favoráveis quanto às embalagens comestíveis, apesar do baixo conhecimento sobre o tema. Visões otimistas da nanotecnologia enquanto tecnologia inovadora a qual possibilita o desenvolvimento econômico e progresso social foi apontada como parâmetro relevante para se verificar a aceitação de alimentos e de embalagens para alimentos elaborados a partir da nanotecnologia, assim como a confiança nas Universidades e nos órgãos regulamentadores governamentais.

A falta de informação consistente e de conhecimento dos consumidores acerca da nanotecnologia em embalagens para alimentos provoca efeito de ambivalência quanto à percepção de benefícios, contudo as percepções de benefícios demonstraram efeito significativo na aceitação e aquisição de produtos alimentares e embalagens com uso de nanotecnologia pelos consumidores do município do Recife, comparada com as percepções de riscos. Logo, a intenção de compra de alimentos envolvidos em embalagens comestíveis nanoestruturadas é afetada pelo conflito mental dos benefícios percebidos com o preço do produto no mercado.



**PERCEPÇÃO DO CONSUMIDOR QUANTO À ACEITABILIDADE DE EMBALAGENS COMESTÍVEIS NANOESTRUTURADAS À BASE DE QUITOSANA EM ALIMENTOS**

**Questionário**

Este questionário compõe um instrumento de coleta de dados para pesquisa no Programa de Pós-Graduação Nível Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal Rural de Pernambuco e o mesmo objetiva avaliar a percepção do consumidor quanto à aceitabilidade de embalagens comestíveis nanoestruturadas à base de quitosana em alimentos. Responsável: Robson Luis Trindade Lustosa; Orientadora: Andreлина Maria Pinheiro Santos; Co-Orientadora: Maria Inês Sucupira Maciel.

**1 Dados Sociodemográficos**

IDADE	18 ou 19 anos	20 a 29 anos	30 a 39 anos	40 a 49 anos	50 a 59 anos
<b>MEMBROS NA FAMÍLIA</b> (pessoas que moram com você)	Até 2	3	4	5	Acima de 5
<b>RENDA FAMILIAR</b> (em salário mínimo)	Até 2	De 2 a 5	De 5 a 7	De 7 a 10	Acima de 10
<b>ESCOLARIDADE</b> (concluída)	fundamental	médio	superior	especialização	Mestrado/ doutorado

<b>Gênero</b>	M	F
<b>Profissão</b>		
<b>Bairro</b>		
<b>Cidade</b>		

**2 Conhecimento sobre Nanotecnologia**

<b>Conhecimento sobre Nanotecnologia</b>	Nada	Muito Pouco	Pouco	Regular	Bastante
1 Quanto você leu ou ouviu a palavra Nano (isolada ou combinada com outras palavras)?					
2 Quanto você sabe sobre o uso da Nanotecnologia na área de Alimentos?					

**3 Percepção de Benefícios**

<b>A nanotecnologia utiliza materiais em escala minúscula e possibilita um amplo uso pela indústria. Dê sua opinião sobre essa tecnologia, sabendo que ela pode produzir um alimento que apresente:</b>	Totalmente contrário	Parcialmente contrário	Nem favorável nem contrário	Parcialmente favorável	Totalmente favorável
1 maior frescor.					
2 menor risco de contaminação.					
3 maior vida de prateleira (durabilidade).					
4 maior valor nutricional.					

#### 4 Percepção de Riscos

<b>Como você se sente sobre o uso da nanotecnologia pela indústria de alimentos? Sabe-se que:</b>	<b>Totalmente temeroso</b>	<b>Parcialmente temeroso</b>	<b>Nem confiante nem temeroso</b>	<b>Parcialmente confiante</b>	<b>Totalmente confiante</b>
1 o tamanho reduzido das partículas afeta as suas propriedades físicas e químicas, tornando-as mais reativas e, possivelmente, mais tóxicas.	<b>Totalmente temeroso</b>	<b>Parcialmente temeroso</b>	<b>Nem confiante nem temeroso</b>	<b>Parcialmente confiante</b>	<b>Totalmente confiante</b>
2 as partículas podem reagir potencialmente com os organismos vivos.					
3 as partículas podem interagir com o meio ambiente, podendo ser absorvidas e acumularem-se no meio ambiente.					
5 ainda existem poucas pesquisas científicas e regulamentações referentes à toxicidade e outros riscos.					

#### 5 Percepção de Benefícios de Embalagens para Alimentos

<b>A nanotecnologia também pode ser empregada para a produção de embalagens. Dê sua opinião sobre uma embalagem para alimentos produzida:</b>	<b>Totalmente contrário</b>	<b>Parcialmente contrário</b>	<b>Nem favorável nem contrário</b>	<b>Parcialmente favorável</b>	<b>Totalmente favorável</b>
1 com sensores que monitoram e indicam as condições do alimento.					
2 partículas com propriedades antimicrobianas e antioxidantes, melhorando a qualidade do alimento.					
3 materiais que melhoram as propriedades da matéria-prima da embalagem e aumentam a conservação do alimento.					

#### 6 Percepção de Riscos em Consumir Nanoprodutos

<b>Com base nas informações dos possíveis riscos e benefícios dos quadros anteriores, então você teria medo de consumir...</b>	<b>Totalmente temeroso</b>	<b>Parcialmente temeroso</b>	<b>Nem confiante nem temeroso</b>	<b>Parcialmente confiante</b>	<b>Totalmente confiante</b>
1 alimentos produzidos através da nanotecnologia?					
2 alimentos com nanocápsulas ou nanopartículas incorporadas?					
3 alimentos com nanossensores em suas embalagens?					
4 alimentos com nanopartículas em suas embalagens?					

### 7 Conhecimento sobre Embalagens Comestíveis

<b>Conhecimento sobre Embalagens comestíveis</b>	<b>Nada</b>	<b>Muito Pouco</b>	<b>Pouco</b>	<b>Regular</b>	<b>Bastante</b>
1 Quanto você leu ou ouviu sobre Embalagens Comestíveis em Alimentos?					
2 Quanto você conhece sobre Embalagens Comestíveis em Alimentos?					

### 8 Percepção de Embalagens Comestíveis para Alimentos

<b>Qual sua opinião sobre uma embalagem de alimento...</b>	<b>Totalmente contrário</b>	<b>Parcialmente contrário</b>	<b>Nem favorável nem contrário</b>	<b>Parcialmente favorável</b>	<b>Totalmente favorável</b>
1 ...que pode ser consumida com o produto embalado, não deixando resíduos no ambiente?					
2 ...produzida a partir de fontes naturais renováveis, permitindo a redução dos impactos ambientais?					
3 ...incorporada de vitaminas e outros nutrientes que ao ser ingerida com o produto aumenta o seu valor nutricional?					
4 ...produzida com compostos bioativos (antioxidantes), benéficos à saúde e qualidade do alimento, os quais podem ser ingeridos com a embalagem?					
5 ...produzida com encapsulamento de aromatizantes que ao ser ingerida com o produto, aumenta a sua propriedade sensorial, como sabor, aroma e gosto?					
6 ...produzida com partículas inorgânicas com propriedades antimicrobianas?					
7 ...produzida com partículas as quais aumentam as suas propriedades mecânicas e de barreira, aumentando a proteção do alimento?					

### 9 Intenção de Compra

<b>Considerando o uso da Nanotecnologia, você compraria...</b>	<b>Sem opinião</b>	<b>Não compraria</b>	<b>Compraria após obter mais informações</b>	<b>Compraria no momento após reflexão</b>	<b>Compraria de imediato</b>
1 ...um alimento elaborado com nanocápsulas que tem o seu valor nutricional aumentado?					
2 ...um alimento que teve a incorporação de nanoingredientes que melhoram a saúde?					
3...uma embalagem elaborada com nanopartículas com propriedades antimicrobianas e antioxidantes que aumentam a conservação do alimento?					
4 ...uma embalagem que possua nanossensores que monitoram e indicam as condições do alimento enquanto exposto?					
5 ...uma embalagem que teve a incorporação de nanomateriais que melhoram as suas propriedades e resistência?					
6 ...um alimento com embalagem incorporada de nanocápsulas que aumentam suas propriedades sensoriais?					

## APÊNDICE B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O Sr.(<sup>a</sup>) está sendo convidado(a) a participar do projeto de pesquisa **Percepção do consumidor quanto à aceitabilidade de embalagens comestíveis nanoestruturadas à base de quitosana em alimentos**, de responsabilidade do pesquisador Robson Luis Trindade Lustosa, discente do programa de pós-graduação nível Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos da UFRPE.

Eu, \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
*(nome, RG, nacionalidade, data de nascimento, estado civil, profissão)*, estou sendo convidado (a) a participar de um estudo denominado **Percepção do consumidor quanto à aceitabilidade de embalagens comestíveis nanoestruturadas à base de quitosana em alimentos**, cujos objetivos e justificativas são: avaliar a percepção dos consumidores quanto aos produtos alimentares envolvidos com embalagens desenvolvidas através da nanotecnologia; avaliar o nível de conhecimento dos consumidores frente ao uso da nanotecnologia pela indústria de alimentos; e verificar a influência dos riscos e benefícios percebidos sobre nanotecnologia na intenção de compra dos consumidores. Estes aspectos são apontados pelo pesquisador como de relevância para a pesquisa uma vez que ao longo do surgimento das novas tecnologias frente às tecnologias convencionais, o consumidor tem revelado importante papel na consolidação destas através do julgamento e da aceitação da nova tecnologia e dos novos produtos, determinando, pois, seu sucesso ou fracasso comercial.

A minha participação no referido estudo será no sentido de apresentar as minhas concepções, pensamentos e ideias quanto à nanotecnologia e o uso desta nova tecnologia na produção de embalagens comestíveis para alimentos, a partir da descrição de produtos e situações que envolvam o uso da nanotecnologia pela indústria de alimentos. Fui alertado de queos benefícios desta pesquisa advêm da compreensão das percepções do consumidor sobre o uso da nanotecnologia na produção de alimentos, uma vez que tais fatores influenciam na escolha e na aceitabilidade de produtos nanoalimentares, afetando direta e indiretamente o desenvolvimento tecnológico e a inserção dessa nova tecnologia no setor de alimentos.



Recebi, por outro lado, os esclarecimentos necessários sobre os possíveis desconfortos e riscos decorrentes do estudo, levando-se em conta que é uma pesquisa, e os resultados positivos ou negativos somente serão obtidos após a sua realização, considerando, ainda, a ausência de intencionalidade para a ocorrência de riscos. Assim, os possíveis desconfortos estão relacionados com discriminação, estigmas, conflitos de ideias e outros de natureza social e/ou religiosa que conflitem com os meus ideais ou concepções durante a entrevista e/ou aplicação do questionário. Estou ciente de que minha privacidade será respeitada, ou seja, meu nome ou qualquer outro dado ou elemento que possa, de qualquer forma, me identificar, será mantido em sigilo. Também fui informado de que posso me recusar a participar do estudo, ou retirar meu consentimento a qualquer momento, sem precisar justificar, e de, por desejar sair da pesquisa, não sofrerei qualquer prejuízo à assistência que venho recebendo.

O pesquisador envolvido com o referido projeto é Robson Luis Trindade Lustosa, discente do programa de pós-graduação nível Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos da UFRPE, e com ele poderei manter contato pelos telefones (81) 3413-6655 e (81) 8533-9858. É assegurada a assistência durante toda pesquisa, bem como me é garantido o livre acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo e suas consequências, enfim, tudo o que eu queira saber antes, durante e depois da minha participação.

Enfim, tendo sido orientado quanto ao teor de todo o conteúdo aqui mencionado e compreendido a natureza e o objetivo do já referido estudo, manifesto meu livre consentimento em participar, estando totalmente ciente de que não há nenhum valor econômico, a receber ou a pagar, por minha participação. No entanto, caso eu tenha qualquer despesa decorrente da participação na pesquisa, haverá ressarcimento na forma seguinte: pagamento em espécie mediante comprovação de despesas junto ao pesquisador. De igual maneira, caso ocorra algum dano decorrente da minha participação no estudo, serei devidamente indenizado, conforme determina a lei.

Em caso de reclamação ou qualquer tipo de denúncia sobre este estudo, entrarei em contato imediato com o Departamento de Ciências Domésticas ao qual pertence o Programa de Pós-Graduação nível Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos da UFRPE.

Recife, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

---

Nome e assinatura do voluntário

---

---

Testemunhas



**PERCEPÇÃO DO CONSUMIDOR QUANTO À ACEITABILIDADE DE EMBALAGENS  
COMESTÍVEIS NANOESTRUTURADAS À BASE DE QUITOSANA EM ALIMENTOS**

**ROTEIRO FOCUS GROUP**

Este questionário para Grupo Focal compõe um instrumento de coleta de dados para pesquisa no Programa de Pós-Graduação Nível Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal Rural de Pernambuco e o mesmo objetiva avaliar a percepção do consumidor quanto à aceitabilidade de embalagens comestíveis nanoestruturadas à base de quitosana em alimentos. Responsável: Robson Luis Trindade Lustosa; Orientadora: Andreлина Maria Pinheiro Santos; Co-Orientadora: Maria Inês Sucupira Maciel.

**PROTOCOLO**

**Apresentação**

Verifica-se que ao longo do surgimento das novas tecnologias frente às tecnologias convencionais, o consumidor tem revelado importante papel na consolidação destas através do julgamento e da aceitação da nova tecnologia e dos novos produtos. A relevância para o desenvolvimento desta pesquisa pode ser justificada, principalmente, pelo aspecto de que a avaliação das concepções dos consumidores acerca do uso da nanotecnologia na produção de alimentos é de extrema importância para as indústrias do setor alimentício uma vez que possibilita compreender quais fatores intervêm na intenção de compra desses produtos.

Este trabalho pretende identificar e compreender as percepções do consumidor sobre o uso da nanotecnologia na produção de embalagens para alimentos. Dentre os procedimentos metodológicos a serem empregados, realizar-se-á grupos focais como este objetivando coletar dados qualitativos diretamente por meio das suas falas dos relatos de suas experiências, idéias e percepções conforme as perguntas forem apresentadas. Além dos integrantes aqui presentes, este grupo focal será composto por mim como moderador e ainda contará com um relator, o qual fará o registro através de gravação de áudio do debate aqui gerado. Assim, solicito à todos que preencham e assinem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido distribuído, autorizando o uso das informações aqui geradas.

Esta é uma pesquisa do Programa de Pós-Graduação Nível Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal Rural de Pernambuco e irá auxiliar na construção de minha dissertação neste programa. As informações obtidas a partir do questionário e entrevistas serão de uso exclusivo para os fins da pesquisa e para a geração de dados agrupados; logo, quaisquer informações não serão divulgadas e nem serão utilizadas em prejuízo moral do respondente e nem ao local da pesquisa, sendo garantida a proteção à confidencialidade dos dados e dos resultados obtidos individualmente, bem como sigilo e privacidade ao respondente e ao local da pesquisa.

## **NANOTECNOLOGIA**

### **DESCRIÇÃO**

A nanotecnologia tem sido reportada em diversos veículos de comunicação como a tecnologia que terá maior desenvolvimento neste século XXI, sobretudo devido às potencialidades denotadas pelas mudanças das propriedades físico-químicas dos materiais desenvolvidos em escala nanométrica e, sobretudo, devido à capacidade de possibilitar o desenvolvimento de novos produtos inovadores em diversos setores, levando esta área do conhecimento a um nível de integração multidisciplinar e multi-industrial.

A nanotecnologia envolve a aplicação e manipulação de moléculas e estruturas com uma dimensão entre 1 a 100nm. Em nível de comparação, seria comparar a cabeça de um alfinete em um estádio de futebol. Em escala nanométrica, os materiais podem apresentar modificações em suas propriedades física, química e biológica, devido ao maior raio de superfície. Por esta característica que a nanotecnologia possibilita o desenvolvimento de materiais para embalagem com melhores propriedades mecânicas, de barreira e antimicrobianas (AZEREDO, 2009; CHAUDHRY; CASTLE, 2011; DUNCAN, 2011; ESPITIA et al., 2012; GRUÈRE, 2012; KANMANI; LIM, 2013; PICOUET et al., 2014).

A nanotecnologia apresenta um amplo espectro de possibilidades tecnológicas, podendo ser aplicada em diversos setores com potencial para beneficiar a saúde humana e o meio ambiente, contudo existem possíveis riscos e impactos que a produção, uso e descarte das nanopartículas presentes nos produtos desenvolvidos por esta tecnologia

possam causar aos seres vivos e meio ambiente expostos a estes nanomateriais (PIDGEON; HARTHORN; SATTERFIELD, 2011; OBERDÖRSTER, 2010).

## **BENEFÍCIOS**

A nanotecnologia e a nanobiotecnologia surgem para possibilitar o melhor rendimento das áreas cultivadas, maximizando o valor das práticas agrícolas através do uso de nanomateriais em sementes, fertilizantes e pesticidas, aumentando o desenvolvimento e proteção das plantas, minimizando os impactos do uso de defensivos agrícolas e evitando a perda da biodiversidade (SEKHON, 2014; BHATTACHARYY et al., 2011; CHEN; YADA, 2011; GHORMADE; DESHPANDE; PAKNIKAR, 2011). Nos alimentos, nanopartículas podem ser utilizadas para encapsular vitaminas e outros nutrientes os quais podem ser carregados através do estômago diretamente para o intestino, onde serão absorvidos pela corrente sanguínea, aumentando a biodisponibilidade e aprimorando a saúde humana (GUPTA; FISCHER; FREWER, 2012).

A nanotecnologia no segmento de embalagens para alimentos surge como uma aplicação promissora a qual possibilita a geração de embalagens com novas funcionalidades, assegurando a segurança e a qualidade dos produtos (NEETHIRAJAN; JAYAS, 2011). Embalagens contendo nanopartículas com propriedades antimicrobianas são bastante eficazes devido à elevada área de superfície em relação ao volume de nanopartículas, o que faz com que a reatividade aumente consideravelmente. Essas embalagens incorporadas de nanopartículas com propriedades antimicrobianas possibilitam eliminar a necessidade de adicionar aditivos antimicrobianos diretamente nos alimentos (ESPITIA et al., 2012; RHIM; WANG; HONG, 2013; SHANKAR; TENG; RHIM, 2014).

Biopolímeros obtidos de fontes naturais renováveis são empregados no desenvolvimento de embalagens comestíveis e têm sido formulados em associação com nanocompósitos e nanopartículas as quais aumentam em muitos casos as propriedades mecânicas e de barreira dos mesmos, bem como incorporar nestes materiais propriedades antimicrobianas e antioxidantes (BORDES; POLLET; AVÉROUS, 2009). Além de proteger o alimento e aumentar a sua vida de prateleira, também possibilitam a redução dos

impactos ao meio ambiente, solucionando o problema de acúmulo de resíduos em escala global.

## **RISCOS**

As mudanças significativas das características e propriedades físicas e químicas dos materiais em escala nanométrica são o principal ponto de preocupação e risco tendo em vista a alta reatividade dos materiais nesta dimensão, podendo ocorrer impactos negativos aos seres vivos, devido à inalação, absorção ou ingestão de nanopartículas, e ao meio ambiente, por deposição ou contaminação com esses materiais. A incorporação e o conseqüente descarte de produtos com nanopartículas podem provocar uma contaminação ambiental, seja do solo ou da água (BHATTACHARYY et al., 2011). O tamanho das nanopartículas e suas propriedades de superfície as quais denotam as características destas nanopartículas, como a alta reatividade, podem estar diretamente relacionadas com os efeitos tóxicos de materiais elaborados através da nanotecnologia (BRAYNER et al., 2013; GEISER; KREYLING, 2010; OBERDÖRSTER, 2010).

A falta de uma legislação específica para sistemas contendo nanoestruturas deve-se a três fatores centrais os quais dificultam a regulamentação desses nanomateriais: o elevado grau de incerteza científica sobre a interação dos nanomateriais, devido às suas características físico-químicas, e suas implicações para a saúde e o meio ambiente; a compreensão dos comportamentos específicos que surgem como resultado dos efeitos quânticos advindos das variações de tamanho dentro da escala nanométrica; a escassez de dados sobre os produtos nanoengenheirados, incluindo método de processamento, utilização prevista e forma de eliminação e descarte desses materiais.

## **PERGUNTAS**

### **1. Conhecimento do consumidor quanto à nanotecnologia**

Excetuando a apresentação deste grupo focal, quanto você sabe sobre nanotecnologia?

Você pode citar alguns produtos os quais foram desenvolvidos a partir da nanotecnologia?

Quanto você sabe sobre o uso da Nanotecnologia na área de Alimentos? Pode citar alguns produtos?

### **2. Percepções de riscos e benefícios do consumidor quanto à nanotecnologia aplicada em alimentos e suas embalagens; Aceitabilidade e rejeição da nanotecnologia em produtos alimentares.**

#### **Percepção de Benefícios**

O que você pensa sobre a incorporação de nanopartículas com componentes nutricionais para suplementação em alimentos?

O que você pensa sobre a incorporação de nanopartículas antimicrobianas e antioxidantes em embalagens para alimentos objetivando a conservação do alimento?

O que você pensa sobre a incorporação de nanomateriais que modificam as propriedades da matéria-prima da embalagem, tornando-as mais resistentes?

#### **Percepção de riscos**

O que você pensa sobre o uso de nanopartículas inorgânicas para a produção de embalagens de alimentos uma vez que o tamanho reduzido das partículas afeta as suas propriedades físicas e químicas, tornando-as mais reativas?

O que você pensa sobre embalagens elaboradas com nanopartículas uma vez que as partículas podem interagir com o meio ambiente, podendo ser absorvidas e acumularem-se no meio ambiente?

O que você pensa sobre um produto alimentar desenvolvido com a nanotecnologia uma vez que ainda existem poucas pesquisas científicas e regulamentações referentes à toxicidade e outros riscos?

### **3. Percepções de embalagens comestíveis**

O que você pensa sobre uma embalagem para alimentos desenvolvida a partir de fontes naturais renováveis?

O que você pensa sobre uma embalagem a qual pode ser ingerida juntamente com o produto embalado, não deixando resíduos no ambiente?

O que você acha de uma embalagem comestível que pode aumentar a vida de prateleira/conservação de um alimento?

O que você pensa sobre uma embalagem comestível incorporada de vitaminas e outros nutrientes que ao ser ingerida com o produto aumenta o seu valor nutricional?

### **4. Intenção de compra de produtos alimentares com uso de nanotecnologia**

No supermercado, durante as compras, qual a sua atitude ao encontrar na prateleira o mesmo produto alimentar, um convencional e o outro com aplicação da nanotecnologia?

O que você acha de uma embalagem a qual melhora as qualidades sensoriais e microbiológicas de um determinado alimento, todavia seu preço é mais elevado do que o convencional?

No momento da compra, o que você acha de uma embalagem que apresenta menor impacto ao meio ambiente?

O que você acha de uma embalagem incorporada de aromatizantes que aumenta a propriedade sensorial do alimento, como sabor, aroma e gosto?



APÊNDICE D – Caracterização sociodemográfica dos participantes do *survey* segundo as Regiões Político-Administrativas/RPA do município do Recife.

<b>Variáveis sociodemográficas</b>	<b>Categorias</b>	<b>RPA 1</b>	<b>RPA 2</b>	<b>RPA 3</b>	<b>RPA 4</b>	<b>RPA 5</b>	<b>RPA 6</b>
<b>Gênero</b>	Masculino	38,9	50,9	42,4	40,3	38,7	37,8
	Feminino	61,1	49,1	57,6	59,7	61,3	62,2
<b>Faixa Etária</b>	18 a 29 anos	44,4	35,2	38,3	44,7	38,7	25,5
	30 a 39 anos	38,9	33,3	27,4	29,8	32,2	40,0
	40 a 49 anos	5,5	19,6	23,3	14,9	20,9	22,2
	50 a 59 anos	11,1	9,8	10,9	10,4	8,1	12,2
<b>Escolaridade</b>	Fundamental	11,1	0,0	2,7	0,0	8,1	3,3
	Médio	44,4	58,8	46,6	43,3	54,8	33,3
	Superior	27,7	35,3	24,6	19,4	22,6	36,7
	Especialização	11,1	3,9	20,5	29,8	12,9	23,3
	Mestrado/Doutorado	5,5	1,9	5,5	7,4	1,6	3,3
<b>Renda</b>	Até 2 S.M.	16,6	1,9	6,8	4,5	6,4	5,6
	De 2 a 5 S.M.	44,4	58,8	35,6	37,3	50,0	41,1
	De 5 a 7 S.M.	22,2	17,6	24,6	19,4	30,6	24,4
	De 7 a 10 S.M.	5,5	7,8	8,2	13,4	8,1	16,7
	Acima de 10 S.M.	11,1	13,7	24,6	25,4	4,8	12,2
<b>Membros Residentes</b>	Até 2	38,8	27,4	31,5	29,8	16,1	32,2
	3	22,2	23,5	35,6	25,4	32,2	36,7
	4	33,3	27,4	23,3	31,3	29,0	14,4
	5	0,0	13,7	9,6	10,4	14,5	14,4
	Acima de 5	5,5	7,8	0,0	3,0	8,1	2,2

Legenda: S.M. = Salários Mínimos.