



**LARA MARIA DOS SANTOS FERRAZ E SILVA**

**APLICAÇÃO DE NANOFIBRAS DE CELULOSE EM EMBALAGENS PARA  
FRUTAS E HORTALIÇAS: UM ESTUDO DO COMPORTAMENTO DO  
CONSUMIDOR**

**LAVRAS – MG**

**2021**

**LARA MARIA DOS SANTOS FERRAZ E SILVA**

**APLICAÇÃO DE NANOFIBRAS DE CELULOSE EM EMBALAGENS PARA  
FRUTAS E HORTALIÇAS: UM ESTUDO DO COMPORTAMENTO DO  
CONSUMIDOR**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Ciência dos Alimentos, para obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas  
Orientador

Prof. Dr. Luiz Henrique de Barros Vilas Boas  
Coorientador

**LAVRAS – MG  
2021**

## Ficha Catalográfica

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

Silva, Lara Maria dos Santos Ferraz e.

Aplicação de nanofibras de celulose em embalagens para frutas e hortaliças: um estudo do comportamento do consumidor / Lara Maria dos Santos Ferraz e Silva. - 2021.

84 p. : il.

Orientador(a): Eduardo Valério de Barros Vilas Boas.

Coorientador(a): Luiz Henrique de Barros Vilas Boas.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Lavras, 2021.

Bibliografia.

1. embalagens biodegradáveis. 2. nanofibras de celulose. 3. teoria da cadeia de meios-fins. I. Vilas Boas, Eduardo Valério de Barros. II. Vilas Boas, Luiz Henrique de Barros. III. Título.

**LARA MARIA DOS SANTOS FERRAZ E SILVA**

**APLICAÇÃO DE NANOFIBRAS DE CELULOSE EM EMBALAGENS PARA  
FRUTAS E HORTALIÇAS: UM ESTUDO DO COMPORTAMENTO DO  
CONSUMIDOR**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Ciência dos Alimentos, para obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 27 de agosto de 2021

Dr. Fausto Makishi - UFMG

Dr. Luiz Henrique de B. Vilas Boas - UFLA

Dra. Elisângela Elena Nunes de Carvalho - UFLA

Prof. Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas  
Orientador

Prof. Dr. Luiz Henrique de Barros Vilas Boas  
Coorientador

**LAVRAS – MG  
2021**

## **DEDICATÓRIA**

*Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por ser essencial em minha vida, autor do meu destino, meu guia, socorro presente na hora da angústia. À minha família e ao meu namorado por todo incentivo e amparo.*

## AGRADECIMENTOS

Graças a todo incentivo que recebi durante estes dois anos de mestrado, hoje posso agradecer este momento. Gostaria de expressar toda a minha gratidão e apreço a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para que este mestrado se tornasse uma realidade. A todos quero manifestar os meus sinceros agradecimentos.

Primeiramente agradeço a Deus, a Santa Faustina, ao meu Anjo da Guarda e a Nossa Senhora de Aparecida por terem me dado forças e coragem nos momentos difíceis e por terem me guiado e iluminado durante todo o mestrado.

Agradeço a mim, por ter conseguido chegar até aqui e não desistir.

À minha mãe, Maria Estela, que sempre me incentivou a continuar, mesmo que o caminho fosse difícil. Agradeço por todas as orações, por todos os conselhos, por todo cuidado, por todo apoio financeiro e psicológico.

Ao meu pai, San Tiago, por todo apoio durante toda a minha trajetória acadêmica.

Aos meus irmãos Sara e Kalel, pela compreensão, ao serem privados em muitos momentos da minha companhia e atenção, e pelo profundo apoio, me estimulando nos momentos mais difíceis. Obrigada por desejarem sempre o melhor para mim. Obrigada pelo esforço que fizeram para que eu pudesse superar cada obstáculo em meu caminho.

Ao Mateus, por todo seu amor, carinho, admiração, e pela presença incansável com que me apoiou ao longo do período deste mestrado.

À minha família e aos meus amigos, por sempre se preocuparem e estarem juntos comigo nessa caminhada.

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Ciência dos Alimentos, pela oportunidade de cursar a Pós-graduação em Ciência dos Alimentos.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio financeiro e pelo incentivo à pesquisa.

Ao Professor Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas por toda orientação e oportunidade em desenvolver o projeto de mestrado.

Ao Professor Dr. Luiz Henrique de Barros Vilas Boas, por aceitar ser o coorientador na elaboração do projeto de dissertação e por todo auxílio durante a elaboração do projeto.

Ao Professor Dr. Juliano Elvis, pela sua colaboração durante a banca de qualificação.

Agradeço aos professores participantes da banca examinadora por dividir comigo este momento tão importante e esperado: Professor Dr. Fausto Makishi, Professora Dra. Elisângela Elena Nunes Carvalho, Professor Dr. Luiz Henrique de Barros Vilas Boas e a Professora Dra. Brígida Monteiro Vilas Boas.

Aos técnicos do Departamento de Ciência dos Alimentos por estarem sempre dispostos a ajudar, pela paciência e auxílio durante o mestrado.

Aos integrantes do grupo do Laboratório de Pós Colheita de Frutas e Hortaliças: Ana Lázara, Hanna, Rafael, Elidio, Nádjla, Laryanne, Daiana, Fatinha e Gabriela pelo compartilhamento de experiências e pela companhia sempre alegre e divertida no laboratório.

Agradeço à Yluska e Álvaro, por todo auxílio durante as análises e interpretação dos dados do artigo elaborado nesta dissertação.

Enfim, agradeço imensamente a todos que de alguma forma fizeram parte da realização deste sonho. **MUITO OBRIGADA!**

## RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi identificar a aceitação e eficácia de embalagens biodegradáveis, produzidas com nanofibras de celulose obtidas de resíduos agroindustriais, para frutas e hortaliças. A primeira etapa da pesquisa foi a realização de uma Revisão Sistemática de Literatura nas bases de dados *Science Direct* e *Scopus*, considerando como critérios de inclusão e exclusão: os cinco últimos anos de publicação (2016 a agosto de 2021), idioma inglês, apenas artigos. Foram retornados 367 artigos, exportados para o gerenciador de referências Zotero, excluídos os artigos duplicados (35), e selecionados a partir de leitura por título, leitura por resumo e leitura diagonal. Foram considerados elegíveis 55 artigos para fundamentar a pesquisa. Avaliou-se que o amido é promissor na aplicação em embalagens biodegradáveis para alimentos, mas, apresenta limitações mecânicas e de barreira. As nanofibras de celulose são eficazes quando aplicadas como agente de reforço ao amido e reduzem o impacto ambiental, constituindo uma boa alternativa às embalagens plásticas convencionais para alimentos. A segunda etapa da pesquisa contempla um estudo do comportamento do consumidor de frutas e hortaliças com relação aos atributos relevantes nas embalagens. A pesquisa de campo tem caráter qualitativo e foi aprovada pela Comissão de Ética em Pesquisa. Foram realizadas 32 entrevistas em profundidade utilizando a técnica *laddering* para a construção das *ladders* individuais. Com o auxílio do software *LadderUx*® foi construída a matriz de implicações e o mapa hierárquico de valores. Foram identificados segmentos de consumidores descritos nos GRUPOS 1 a 7, conforme suas percepções em relação às embalagens. Destacam-se os grupos custo-benefício e proteção dos alimentos por serem mais representativos da opinião dos entrevistados. Como conclusão destaca-se que o comportamento do consumidor de frutas e hortaliças tem sido orientado pelos valores terminais: qualidade de vida, felicidade e honestidade. Os valores instrumentais “satisfação”, “consciência ambiental”, “confiança” e “autocuidado” foram os que se destacaram. A identificação desses valores mostra que esses consumidores não seriam resistentes a consumir embalagens biodegradáveis produzidas a partir de NFC obtidas de resíduos agroindustriais. A partir da descoberta dos atributos de importância e dos valores que guiam o comportamento do consumidor, será possível orientar a produção de embalagens para que alcancem as expectativas, as necessidades e os desejos dos consumidores. **Palavras-chave:** embalagens biodegradáveis, nanofibras de celulose, resíduos agroindustriais, filmes, revestimentos comestíveis, embalagem para alimentos, percepção do consumidor, comportamento do consumidor, teoria da cadeia de meios-fins, entrevistas em profundidade.

## ABSTRACT

The objective of this research was to identify the acceptance and effectiveness of biodegradable packaging, produced with cellulose nanofibers obtained from agro-industrial wastes, for fruits and vegetables. The first stage of the research was to perform a Systematic Literature Review in the Science Direct and Scopus databases, considering as inclusion and exclusion criteria: the last five years of publication (2016 to August 2021), English language, only articles. A total of 367 articles were returned, exported to the Zotero reference manager, duplicate articles were excluded (35), and selected from reading by title, reading by abstract and diagonal reading. Fifty-five articles were considered eligible to inform the research. It was assessed that starch is promising in application in biodegradable food packaging, but, it has mechanical and barrier limitations. Cellulose nanofibers are effective when applied as a starch reinforcement agent and reduce the environmental impact, constituting a good alternative to conventional plastic food packaging. The second stage of the research includes a study of fruit and vegetable consumer behavior with regard to relevant attributes in packaging. The field research is qualitative in nature and was approved by the Research Ethics Committee. Thirty-two in-depth interviews were conducted using the laddering technique to build the individual ladders. With the help of the LadderUx® software the implication matrix and the hierarchical map of values were built. Consumer segments described in GROUPS 1 to 7 were identified, according to their perceptions of packaging. The cost-benefit and food protection groups stand out because they are more representative of the respondents' opinions. As a conclusion we highlight that the behavior of fruit and vegetable consumers has been guided by the terminal values: quality of life, happiness and honesty. The instrumental values "satisfaction", "environmental awareness", "trust" and "self-care" were the ones that stood out. The identification of these values shows that these consumers would not be resistant to consume biodegradable packaging produced from NFC obtained from agro-industrial waste. From the discovery of the attributes of importance and values that guide consumer behavior, it will be possible to guide the production of packaging to meet the expectations, needs and desires of consumers.

**Keywords:** biodegradable packaging, cellulose nanofibers, agroindustrial waste, films, edible coatings, food packaging, consumer perception, consumer behavior, means-end chain theory, in-depth interviews.



## SUMÁRIO

<b>PRIMEIRA PARTE</b> .....	8
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	8
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	10
<b>2.1. Uso de NFCs em embalagens de frutas e hortaliças</b> .....	10
<b>2.2. Comportamento do consumidor e valores pessoais</b> .....	12
<b>3. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	15
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	18
<b>SEGUNDA PARTE – ARTIGOS</b> .....	25
<b>ARTIGO 1 - APLICAÇÃO DE NANOFIBRAS DE CELULOSE DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS EM EMBALAGENS BIODEGRADÁVEIS PARA ALIMENTOS: uma Revisão Sistemática de Literatura</b> .....	25
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	25
<b>2 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	29
<b>Addition of wheat straw nanofibrils to improve the mechanical and barrier properties of cassava starch-based bionanocomposites</b> .....	32
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	32
<b>3.1 O amido como matéria-prima para embalagens biodegradáveis</b> .....	32
<b>3.2 Obtenção das nanopartículas de celulose</b> .....	35
<b>3.3 Nanofibras de celulose aplicadas em embalagens para alimentos</b> .....	38
<b>3.3.1 Métodos de avaliação das embalagens produzidas com NFCs de resíduos agroindustriais</b> .....	39
<b>3.3.2 Emprego das NFCs em embalagens para alimentos</b> .....	40
<b>4 CONCLUSÕES</b> .....	41
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	42
<b>ARTIGO 2 - COMPORTAMENTO DO CONSUMIDOR RELACIONADO AS EMBALAGENS PARA FRUTAS E HORTALIÇAS</b> .....	48
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	49
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	50
<b>2.1 Embalagens para frutas e hortaliças</b> .....	50
<b>2.2 Comportamento do consumidor com base em valores pessoais</b> .....	55
<b>3 METODOLOGIA DE PESQUISA</b> .....	58
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	60
<b>5 CONCLUSÃO</b> .....	68
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	71
<b>APÊNDICE A - FORMULÁRIO ON-LINE</b> .....	77
<b>APÊNDICE B – Roteiro semiestruturado da entrevista</b> .....	79

## PRIMEIRA PARTE

### 1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento das embalagens para alimentos vem ocorrendo de forma crescente devido às evoluções contínuas relacionadas tanto às matérias-primas, quanto aos sistemas das embalagens. As embalagens foram essenciais para o avanço do comércio e, de modo geral, seu objetivo primordial é a proteção do produto. Com o passar do tempo e os avanços da tecnologia, as embalagens passaram a ter novas finalidades para garantir a qualidade dos produtos dos mais diversos setores e também passaram a ser um canal de comunicação entre a marca e o consumidor final, servindo ao *marketing*, à competitividade de produtos e às ações promocionais (LANDIM *et al.*, 2016). As embalagens também passaram a influenciar o psicológico humano, tornando-se um instrumento para chamar a atenção do consumidor, incentivando a compra do produto (FRUGERIO; KAETSU, 2015).

No setor frutas e hortaliças, as embalagens são peças-chaves no acondicionamento desses produtos, devido à sua perecibilidade em decorrência das variações bioquímicas e fisiológicas, o que exige maiores cuidados. As embalagens atuam como barreiras para auxiliar no prolongamento da vida útil de frutas e hortaliças.

As embalagens plásticas são as mais utilizadas no acondicionamento de frutas e hortaliças por serem de baixo custo, pela facilidade de processamento e pela alta resistência a danos mecânicos e químicos (LANDIM *et al.*, 2016). Do ponto de vista ecológico, as embalagens plásticas apresentam grande desvantagem por não serem biodegradáveis, ocasionando sérios problemas ambientais (ALBACH; RAZERA; ALVES, 2016; BANGAR; WHITESIDE, 2021). Por isso, uma alternativa viável para a redução dos resíduos plásticos, seria a utilização de materiais de fontes renováveis para a produção de embalagens (MAGRINI, 2012).

As embalagens biodegradáveis contribuem positivamente com a sustentabilidade, pois são fabricadas a partir de materiais oriundos de fontes ambientalmente corretas, com tecnologias limpas de produção e são recuperáveis após sua utilização. No entanto, este efeito positivo também depende do consumidor, uma vez que se não forem corretamente utilizadas ou descartadas, a sua sustentabilidade é inexistente (LANDIM *et al.*, 2016).

Dentre as alternativas para as embalagens plásticas, tem-se estudado uma nova classe de material conhecido como biopolímero. O amido é um dos biopolímeros mais utilizados no emprego de embalagens para alimentos, como filmes e revestimentos comestíveis para frutas e hortaliças, por se destacar como uma matéria-prima biodegradável, pois é obtido a partir de

fontes renováveis (BANGAR; WHITESIDE, 2021). Porém, como todo material, ele apresenta algumas restrições como baixa flexibilidade, resistência e propriedades mecânicas (OLIVEIRA *et al.*, 2017).

Atualmente, as nanofibras de celulose (NFCs) têm ganhado notoriedade no meio científico como uma matéria-prima promissora a ser empregada na produção de embalagens biodegradáveis, pois quando utilizadas juntamente com o amido, conferem reforço à estrutura das embalagens. Além disso, as NFCs podem ser obtidas de materiais que normalmente são descartados como os resíduos agroindustriais (PEREIRA *et al.*, 2014).

Nesse contexto, estudos vêm sendo desenvolvidos com a finalidade de identificar novas matérias-primas, principalmente, de fontes renováveis para a produção de embalagens para frutas e hortaliças. Em um dos laboratórios da Universidade Federal de Lavras - UFLA, vem sendo estudados diversos tópicos acerca da pós-colheita de frutas e hortaliças, inclusive o desenvolvimento de novas embalagens, no qual a autora está diretamente envolvida. A título de exemplo, estudos vêm sendo desenvolvidos sobre a adição de nanofibrilas de resíduos agroindustriais para melhorar as propriedades mecânicas e de barreira de bionanocompósitos à base de amido (Do LAGO *et al.*, 2020; Do LAGO *et al.*, 2021).

Levando em consideração os aspectos apresentados, desperta-se na autora, o interesse em explorar mais o contexto da aplicação de NFCs em embalagens para alimentos, assim como a percepção do consumidor com relação às embalagens, especialmente de frutas e hortaliças, ampliando os estudos da equipe de pesquisadores do laboratório. Dessa forma, será possível identificar a eficácia dessa matéria-prima em embalagens biodegradáveis e o potencial de consumo ou aceitação deste tipo de embalagem pelo consumidor.

A pesquisa foi realizada em diversas fases, consolidadas e apresentadas em dois artigos. O primeiro artigo contempla a realização de uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) para investigar os trabalhos mais atuais que vêm sendo desenvolvidos com aplicação de nanotecnologias em embalagens, como por exemplo, as NFCs, com o intuito de aprofundar o conhecimento no tema, identificar as melhorias agregadas nessas embalagens, estudos similares e subsidiar teoricamente a pesquisa.

O segundo artigo contempla um estudo sobre o comportamento do consumidor com relação às embalagens tradicionais e biodegradáveis (produzidas com NFCs obtidas de resíduos agroindustriais). Considerando a relevância da perspectiva teórica de valores pessoais, e com o objetivo de compreender as relações e motivações de consumo, será avaliado o que motiva o consumidor a optar por uma embalagem, quais os atributos mais relevantes e a receptividade para as embalagens biodegradáveis, tendo em vista seus benefícios ambientais, econômicos e

sociais (ALVES; ARAÚJO, 2018). As pesquisas de *marketing* podem contribuir com o desenvolvimento de novas embalagens e com a avaliação das embalagens existentes no mercado, quanto ao desempenho das funções oferecidas ao consumidor.

Deste modo, este trabalho tem por objetivo identificar a aceitação e eficácia de embalagens biodegradáveis, produzidas com NFCs obtidas de resíduos agroindustriais, para frutas e hortaliças.

Essa pesquisa se faz relevante por seu potencial de gerar melhor aproveitamento de resíduos e incentivar o consumo de embalagens biodegradáveis, reduzindo o impacto ambiental. Por outro lado, busca evidenciar os benefícios da incorporação das nanofibras às embalagens biodegradáveis.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

Esta seção corresponde ao referencial teórico que abordará, primeiramente, o emprego das nanofibras de celulose (NFCs) obtidas a partir de resíduos agroindustriais em embalagens, especificamente em filmes e revestimentos para aplicação em frutas e hortaliças. Posteriormente, serão abordados aspectos que envolvem o comportamento do consumidor (valores) que servirão como referência no estudo relacionado à percepção do consumidor quanto às embalagens para frutas e hortaliças.

### **2.1. Uso de NFCs em embalagens de frutas e hortaliças**

As embalagens plásticas são amplamente utilizadas na indústria de alimentos devido às suas funcionalidades. De fato, elas apresentam boas características mecânicas e de barreira, porém, os materiais que as constituem têm caráter não renovável e afetam o meio ambiente de forma negativa, devido à sua lenta degradação (LANDIM *et al.*, 2016).

Neste contexto, materiais alternativos, produzidos a partir de recursos renováveis, têm sido estudados como matérias-primas na elaboração de embalagens biodegradáveis. O amido é um dos biopolímeros que tem sido utilizado como matéria-prima para a elaboração de embalagens, principalmente filmes e revestimentos comestíveis (VAEZI; ASADPOUR; SHARIFI, 2020). O amido é um material obtido de fontes renováveis, ele é o principal carboidrato de reserva das plantas, sendo encontrado em forma de pequenos grânulos em caules, raízes, grãos, frutos e folhas (TIBOLLA *et al.*, 2020; CHI; WANG; CATCHMARK, 2020). Além disso, o amido apresenta certas vantagens como, maior disponibilidade na natureza, mais barato, biodegradável, não tóxico, podendo ser comestível, o que o torna um potencial componente para uma embalagem biodegradável (TUMWESIGYE; OLIVEIRA;

GALLAGHER, 2016; GUIMARÃES JUNIOR; TEIXEIRA; TONOLI, 2018; ARQUELAU *et al.*, 2019; TAVARES *et al.*, 2019; CHI; WANG; CATCHMARK, 2020).

Alguns estudos mostram que filmes e revestimentos comestíveis à base de amido prolongam a vida útil dos alimentos, criando uma barreira seletiva entre os alimentos e o meio ambiente, sem nenhum efeito colateral sobre a saúde humana (MUJTABA *et al.*, 2019); (TABASUM *et al.*, 2019). No entanto, apesar de todas as vantagens, o amido apresenta limitações que podem afetar sua aplicação em filmes e revestimentos comestíveis, devido às suas características, como a resistência mecânica (baixa flexibilidade e baixa viscosidade), térmica (baixa resistência a altas temperaturas), umidade (resistência reduzida à barreira de água), estabilidade baixa a longo prazo, baixa permeabilidade a gases e baixa resistência à atividade microbiana (ASROFI *et al.*, 2018; ILYAS *et al.*, 2018; GUIMARÃES JUNIOR; TEIXEIRA; TONOLI, 2018; TAVARES *et al.*, 2019; BALAKRISHNAN *et al.*, 2019). O principal desafio é desenvolver biopolímeros que tenham características similares aos materiais convencionais, especialmente em termos de propriedades mecânicas e de barreira (DO LAGO *et al.*, 2020).

Atualmente, as NFCs têm ganhado notoriedade por constituírem uma nova classe de material que pode atuar como agente de reforço em filmes e revestimentos comestíveis produzidos à base de amido (LI *et al.*, 2021). As NFCs apresentam dimensões diminutas, na faixa de 1nm a 100nm (nanômetros) e exibem propriedades de barreira aumentadas, maior resistência mecânica e melhor resistência ao calor em comparação com seus polímeros puros e compósitos convencionais (KIAN *et al.*, 2019; DO LAGO *et al.*, 2020; TIBOLLA *et al.*, 2020; VAEZI; ASADPOUR; SHARIFI, 2020; ZINGE; KANDASUBRAMANIAN, 2020).

De acordo com Do Lago *et al.* (2020) as NFCs são obtidas a partir das microfibrilas celulósicas rígidas acopladas à matriz hemicelulósica, que ao serem submetidas a tratamentos químicos, físicos e outros, podem ser clivadas transversalmente ao longo das regiões amorfas, resultando em um material com elevada razão de aspecto (relação entre comprimento e largura), superfície específica, elevada área (>100 m<sup>2</sup>/g) e um arranjo cristalino quase perfeito, o que os torna excelentes agentes de reforço de baixo custo e atóxicos.

Os resíduos agroindustriais ou agrícolas têm sido apontados como valiosas fontes de NFCs, devido à grande produção global anual de aproximadamente 220 bilhões de toneladas (GAN; CHOW, 2018). A maior parte desses resíduos é utilizada para a combustão direta, causando um sério impacto ao meio ambiente. Logo, os resíduos agroindustriais podem ser utilizados com o intuito de desenvolver novos materiais com baixo impacto ambiental considerando seu baixo custo e apelo ecológico (HASSAN; FADEL; HASSAN, 2018;

MISHRA *et al.*, 2018; BALAKRISHNAN *et al.*, 2019; ZINGE; KANDASUBRAMANIAN, 2020).

Tendo em vista os potenciais benefícios ambientais e econômicos do uso de NFCs em embalagens biodegradáveis, sua aplicação em embalagens para frutas e hortaliças passa a ser uma alternativa para redução dos impactos ambientais (ALVES; ARAÚJO, 2018).

A revisão sistemática, apresentada no tópico “artigo 1” desta dissertação, aprofunda o referencial teórico sobre este tema.

## **2.2. Comportamento do consumidor e valores pessoais**

Um estudo relacionado ao comportamento do consumidor investiga a forma como os consumidores selecionam, compram, usam, descartam produtos ou serviços para satisfazerem suas necessidades ou desejos. O processo de compra do consumidor pode estar relacionado ao processo cognitivo, e esse comportamento é orientado e influenciado por seus motivos, percepções, crenças, atitudes e intenções, que são os significados e resultados da recepção das informações e processamento dos mesmos. O processo de tomada de decisão de compra de um consumidor pode ser influenciado tanto pelo ambiente externo, quanto pelo estado psicológico do consumidor (PETER; OLSON, 2010; SOLOMON, 2016).

Para Kanuk e Schiffman (2009), a motivação é uma força motriz que impulsiona os indivíduos a uma ação, a partir de uma necessidade não satisfeita, que interfere no comportamento. Solomon (2016) afirma que as motivações podem ser desencadeadas por motivos manifestos (relacionados a um benefício funcional) ou latentes (relacionados à necessidade hedônica/prazer). De acordo com Whitley, Trudel e Kurt (2018), as decisões de compra do consumidor, na maioria das vezes, são impulsionadas por motivações que podem propiciar prazer ou satisfazer a uma necessidade funcional.

O *marketing* influencia, diretamente, o comportamento do consumidor e tem como desafio descobrir os fatores que influenciam as motivações de consumo, adotando estratégias para criar relações entre o produto e o consumidor. Além disso, o *marketing* atua nas necessidades dos consumidores para garantir satisfação e gerar valor ao consumidor (BLACKWELL; ENGEL, 2005; TOALDO; LUCE, 2006). Blackwell e Engel (2005) afirmam que para compreender as atitudes dos consumidores, deve-se estudar as crenças e os sentimentos subjacentes que os consumidores têm em relação a sua atitude de compra.

A compreensão do comportamento do consumidor é estudada pelo *marketing* a partir de diversas bases teóricas produzidas por outras áreas, principalmente, a psicologia, a sociologia e a antropologia (SHETH; GARDNER; GARRETT, 1988). As teorias que

conceituam os valores humanos foram aplicadas ao *marketing* por diversos autores para defender a ideia de que o comportamento do consumidor se fundamenta em valores que são apreendidos socialmente por eles e que orientam ou motivam os seus atos de consumo (MASON, 2000).

Rokeach (1968, 1973) conceitua “valor” como uma crença duradoura na busca dos objetivos e metas perseguidas pelos indivíduos, estando incorporado nos atos e condutas durante toda a sua existência. Segundo o autor, os valores podem ser classificados em instrumentais (atitudes adotadas pelos indivíduos que regem a busca pelas metas a serem atingidas) e terminais (representam os objetivos perseguidos pelas pessoas). Para o autor, os valores interferem nas atitudes do comportamento social de forma consciente ou inconsciente, sendo um meio para se explicar as semelhanças e as diferenças nas relações interpessoais, culturais, institucionais e situacionais, dadas as particularidades de cada indivíduo.

Schwartz & Bilsky (1987) apontam que os valores podem ser compreendidos como conceitos abstratos ou crenças que representam objetivos ou estados finais desejados. De acordo com os autores, os valores são necessariamente compreendidos pelas dimensões cognitiva e motivacional, que tem função social e é organizado hierarquicamente. Vilas Boas, Sette e Brito (2006) corroboram essas dimensões e descrevem a dimensão cognitiva como crenças que guiam o comportamento do consumidor, estando ela relacionada ao nível mais abstrato de cognição que influencia as escolhas dos consumidores em relação a determinadas situações, pessoas e objetos. Já as dimensões motivacionais são o conjunto de interesses e desejos individuais ou coletivos que podem ser representados por metas mais ou menos conscientes que as pessoas desejam alcançar. Para os autores as dimensões dos valores têm uma função social que servem de referência para o julgamento e a construção de justificativas para o comportamento do consumidor. Sendo assim, os valores têm como atribuição orientar o comportamento das pessoas, de acordo com a forma como eles pensam, agem, sentem e orientam suas atitudes, segundo uma hierarquia de prioridades.

Segundo Grunert e Juhl (1995) os valores podem ser vistos como motivações representativas dos consumidores que são utilizadas como parâmetro para julgar, selecionar, avaliar e justificar ações dos outros e de si mesmos. São princípios que orientam a vida de um indivíduo, expressam interesses (individuais, coletivos ou ambos) relacionados a domínios motivacionais, que podem ser avaliados segundo uma escala de importância.

Para Pitts e Woodside (1991) quando os valores são aplicados em pesquisas de *marketing*, eles podem ser compreendidos como uma representação das necessidades e objetivos dos consumidores. Dessa forma, os valores têm sido considerados, por estudiosos de

*marketing*, um fator de grande importância na determinação do comportamento do consumidor (MASON, 2000).

De acordo com Walker e Olson (1991), é necessário ter uma estrutura que permita a identificação e interpretação dessas motivações que estão associadas entre a relação do consumidor e um determinado produto. Reynolds e Rochon (1991) recomendam o emprego da teoria da cadeia de meios-fins para obter o quadro psicológico, cognitivo e social dos consumidores nas relações de consumo, permitindo interligar atributos de um certo produto a níveis de abstração da personalidade do consumidor.

As motivações de consumo de um produto foram estudadas por Gutman (1982) que propôs a teoria da cadeia de meios-fim. Em outros termos, as pesquisas de *marketing* têm procurado construir representações para explicar as percepções, atitudes e comportamentos complexos dos consumidores (GUTMAN, 1982). A teoria da cadeia de meios-fins tem por finalidade analisar o comportamento do consumidor considerando a estrutura de valores que orienta as motivações que guiam o consumidor, identificando as ligações entre seus valores e comportamentos, capazes de explicar uma escolha de bem ou serviço (GUTMAN, 1997; REYNOLDS; GUTMAN, 1988; FABBRIZZI *et al.*, 2017).

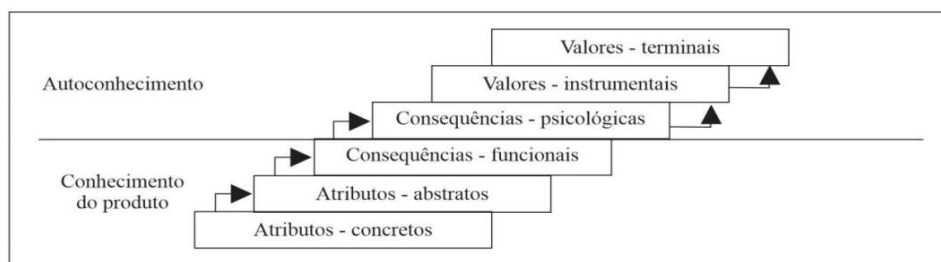
Para Gutman (1982) os meios são considerados objetos (produtos) ou atividades nas quais as pessoas se envolvem. Os fins “são estados valiosos de ser” tal como felicidade, segurança e realização. Segundo o autor, a teoria da cadeia de meios-fins segue algumas premissas fundamentais:

1. Os valores pessoais orientam os padrões de escolha e representam os estados finais desejáveis dos consumidores;
2. Existe uma grande diversidade de fatores motivadores embutidos nos produtos ou serviços para satisfazer os valores pessoais, levando os consumidores a agrupar as semelhanças para reduzir a dificuldade do padrão de escolha.
3. As pessoas percebem, julgam e avaliam o conjunto de produtos segundo os seus valores, reunindo-os em grupos ou classes, de forma a reduzir a complexidade da escolha e, assim, os consumidores são capazes de criar categorias baseadas nas ‘funções’ dos produtos;
4. Os consumidores orientam as suas decisões levando em consideração as percepções que eles têm das consequências de seus atos de consumo; todas as ações de consumo produzem consequências e os consumidores aprendem a associá-las com ações particulares ou específicas;
5. Os consumidores aprendem, ao longo do tempo e das suas experiências, a estabelecer relações entre os atributos dos produtos, benefícios ou consequências e os seus valores dos consumidores.



Walker e Olson (1991), desenvolveram uma estrutura teórica indicada no emprego da análise e interpretação das percepções dos consumidores quanto aos produtos e a eles próprios. Segundo Vilas Boas, Sette e Brito (2006) e Ikeda, Campomar e Chamie (2014) a teoria da cadeia meios-fins segue níveis de hierarquia quando relacionam atributos, consequências e valores, como apresentado na Figura 1. Os atributos são considerados características de um produto ou serviço. As consequências são as vantagens associadas aos atributos que estão diretamente ligados à influência no comportamento e percepção do consumidor. E os valores pessoais são aqueles gerados a partir das motivações e que satisfazem os consumidores.

Figura 1 - Representação gráfica da teoria da cadeia meios-fim.



Fonte: Vilas Boas; Sette e Brito (2006, p. 28)

De acordo com Gutman (1997) a estrutura de análise desenvolvida por Walker e Olson (1991) possibilita a construção do ordenamento entre elementos, que permite descobrir as relações entre atributos, consequências e valores manifestadas na abstração dos consumidores. Essa perspectiva teórica necessita de uma abordagem metodológica capaz de construir o escalonamento hierárquico das motivações de consumo. Normalmente, a *laddering* é utilizada, pois possibilita obter as ligações entre os elementos que compõem a hierarquia estabelecida entre atributos, consequências e valores, na teoria de cadeia de meios-fins (REYNOLDS; GUTMAN, 1988). A estrutura cognitiva dos consumidores, é representada de forma visual em um mapa hierárquico de valores, resultante dos procedimentos operacionais elencados por Reynolds e Gutman (REYNOLDS; GUTMAN, 1988) que possibilita visualizar as ligações entre os atributos concretos e abstratos, consequências funcionais e psicológicas, e os valores instrumentais e terminais que representam as motivações de consumo do indivíduo.

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta dissertação teve por objetivo identificar a aceitação e eficácia de embalagens biodegradáveis, produzidas com nanofibras de celulose (NFCs) obtidas de resíduos agroindustriais, para frutas e hortaliças.

Para esta pesquisa, foi realizada uma revisão sistemática de literatura (RSL) sobre a aplicação de NFCs a partir de resíduos agroindustriais que fundamentou a análise de dados e

demonstrou a eficácia da aplicação das NFCs. Conforme a literatura e estudos correlatos, é possível inferir que a incorporação das NFCs agrega valor às embalagens biodegradáveis de frutas e hortaliças, em especial, filmes e revestimentos comestíveis, em virtude de sua melhor propriedade de barreira e mecânica. Tendo em vista a possibilidade de combinação com o amido, as NFCs podem ser utilizadas para melhorar as propriedades do amido, apresentando, ainda, a vantagem de diminuir a oxidação e conseqüentemente, aumentar a vida útil dos alimentos, mostrando-se adequadas para aplicação em embalagens biodegradáveis. A aplicação de NFCs em embalagens biodegradáveis pode contribuir para uma redução de embalagens plásticas no setor de alimentos.

Em um segundo momento, buscou-se identificar a percepção do consumidor, relativa às embalagens tradicionais e biodegradáveis para frutas e hortaliças, utilizando a técnica de *Laddering* (escalonamento). Entrevistas em profundidade, foram realizadas sob a ótica da Teoria da cadeia de meios-fins. Após a construção das *ladders* individuais, foi possível desenvolver a matriz de implicação que exhibe o número de vezes que cada elemento leva a outro para estabelecer as relações e a quantidade de citações diretas ou indiretas de um atributo que leva a uma consequência, que por sua vez, pode indicar (ou não) um valor pessoal que é determinante nas motivações e atitudes de consumo (A-C-V). A partir da matriz de implicação foi gerado o Mapa Hierárquico de Valor (MHV), no qual é possível visualizar as ligações entre os atributos concretos e abstratos, consequências funcionais e psicológicas, e os valores instrumentais e terminais que impactam nas motivações de consumo de frutas e hortaliças.

A partir dos resultados, considera-se que o estudo conseguiu atingir o objetivo proposto, permitindo tanto a identificação dos atributos de embalagens para frutas e hortaliças mais relevantes para os consumidores, ao mesmo tempo em que conseguiu identificar os valores que guiam o comportamento deste tipo de consumidor. Os valores terminais que guiam o comportamento dos consumidores de frutas e hortaliças, participantes da pesquisa foram: qualidade de vida, felicidade e honestidade. Os valores instrumentais “satisfação”, “consciência ambiental”, “confiança” e “autocuidado” foram os que se destacaram na opinião dos entrevistados.

Os entrevistados foram agrupados de acordo com suas percepções sobre o que mais impactava sua decisão de compra da seguinte forma: GRUPO 1: Custo-benefício; GRUPO 2: Proteção dos alimentos; GRUPOS 3 e 4: Credibilidade; GRUPO 5: Saúde; GRUPO 6: Consciência ambiental e GRUPO 7: Visual e Comunicação.

Os atributos “embalagem resistente a danos”, “embalagem biodegradável” e “conservar a qualidade do produto”, foram amplamente selecionados pelos consumidores e

estão relacionados às embalagens que são produzidas com NFC a partir de resíduos agroindustriais. A identificação desses atributos mostra que estes consumidores não seriam resistentes a consumir embalagens biodegradáveis produzidas a partir de NFC obtidas de resíduos agroindustriais. Entretanto, o reconhecimento dos benefícios das embalagens biodegradáveis, por parte do consumidor, ainda está abaixo dos demais, enquanto critério para escolha no consumo de embalagens.

A aplicação das NFCs em embalagens para frutas e hortaliças pode contribuir para o aproveitamento de resíduos agroindustriais e incentivar o consumo de embalagens biodegradáveis, reduzindo o impacto ambiental.

Destaca-se que, apesar de todos os seus benefícios, as NFCs ainda não são largamente utilizadas no mercado. Sugere-se, por conseguinte, novos estudos que identifiquem os motivos e o que pode ser feito para que elas sejam amplamente utilizadas e aceitas.

Esta pesquisa pode servir de base para estudos futuros de pesquisadores na área da Ciência dos Alimentos, em especial nas áreas de pós-colheita de frutas e hortaliças e embalagens para alimentos, no desenvolvimento de novas tecnologias. Propõe-se a realização de novas pesquisas que incluam novas análises como os fatores de toxicidade (não analisada nos estudos) e propriedades térmicas (pouco analisadas), que podem ser determinantes na aplicação das NFCs em embalagens biodegradáveis destinadas a alimentos. Outra possibilidade de estudos futuros identificados seria submeter o consumidor a análise sensorial de embalagens com NFCs aplicada a filmes e revestimentos comestíveis em frutas e hortaliças.

## REFERÊNCIAS

- ALBACH, D.; RAZERA, D. L.; ALVES, J. L. DESIGN PARA A SUSTENTABILIDADE E A Relação Histórica Das Embalagens Com Questões Ambientais. **MIX Sustentável**, [s. l.], v. 2, n. 1, p. 45–52, 2016.
- ALCÁNTARA, J. C. *et al.* Biocomposites from rice straw nanofibers: Morphology, thermal and mechanical properties. **Materials** [s. l.], v. 13, n. 9, 2020. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85085486850&doi=10.3390%2fma13092138&partnerID=40&md5=6de1759b33a592cb847b52c76921d257>.
- ALI, J. B. *et al.* Extraction and Characterization of Cellulose Nanofibres and Cellulose Nanocrystals from Sammaz-14 Maize Cobs. **Journal of Natural Fibers**, [s. l.], 2020. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85097625713&doi=10.1080%2f15440478.2020.1856279&partnerID=40&md5=5e5ee1fe0db76433ed14771ff2dbaf23>.
- AL-TAYYAR, N. A.; YOUSSEF, A. M.; AL-HINDI, R. Antimicrobial food packaging based on sustainable Bio-based materials for reducing foodborne Pathogens: A review. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 310, p. 125915, 2020.
- ALVES, D. A.; ARAÚJO, G. C. Percepção ambiental de discentes sobre o uso de sacolas plásticas. **Desenvolve a Revista de Gestão do Unilasalle**, [s. l.], v. 7, n. 1, p. 55–68, 2018.
- ARQUELAU, P. B. de F. *et al.* Characterization of edible coatings based on ripe “Prata” banana peel flour. **Food Hydrocolloids**, [s. l.], v. 89, p. 570–578, 2019.
- ASROFI, M. *et al.* Effect of duration of sonication during gelatinization on properties of tapioca starch water hyacinth fiber biocomposite. **International Journal of Biological Macromolecules**, [s. l.], v. 108, p. 167–176, 2018a.
- BALAKRISHNAN, P. *et al.* Physicochemical, mechanical, barrier and antibacterial properties of starch nanocomposites crosslinked with pre-oxidised sucrose. **Industrial Crops and Products**, [s. l.], v. 130, p. 398–408, 2019.
- BILATTO, S. *et al.* Lignocellulose nanocrystals from sugarcane straw. **Industrial Crops and Products**, [s. l.], v. 157, 2020. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85091335888&doi=10.1016%2fj.indcrop.2020.112938&partnerID=40&md5=1dacb538d1ef4fb5e820b0f19f41e3e5>.
- BLACKWELL, M.; ENGEL. **Comportamento Do Consumidor**. 1ª ed. São Paulo: Cengage, 2005.
- BORGES, G. S. B.; LIMA, G. Â. B. Revisão sistemática baseada em pesquisa bibliográfica estruturada – PPBE: um mapeamento sobre análise facetada aplicada à arquitetura da informação. *In*: TENDÊNCIAS ATUAIS E PERSPETIVAS FUTURAS EM ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO, 2017. **Tendências atuais e perspectivas futuras em organização do conhecimento**, 2017, ISBN 978-972-8627-75-1, p. 791-802. [S. l.]: Centro de Estudos Interdisciplinares do Século XX, 2017. p. 791–802. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6580718>. Acesso em: 29 jul. 2021.

CAMPOS, A. de *et al.* Bionanocomposites produced from cassava starch and oil palm mesocarp cellulose nanowhiskers. **Carbohydrate Polymers**, [s. l.], v. 175, p. 330–336, 2017.

CARELI-GONDIM, Í. *et al.* The effect of active coating and refrigerated storage on the quality of avocado cultivar, Quintal. **Journal of Food Science and Technology**, [s. l.], v. 57, n. 1, p. 143–151, 2020.

CAZÓN, P. *et al.* Polysaccharide-based films and coatings for food packaging: A review. **Food Hydrocolloids**, [s. l.], v. 68, p. 136–148, 2017.

CHEN, Q.-J. *et al.* The preparation and characterization of nanocomposite film reinforced by modified cellulose nanocrystals. **International Journal of Biological Macromolecules**, [s. l.], v. 132, p. 1155–1162, 2019.

CHI, K.; WANG, H.; CATCHMARK, J. M. Sustainable starch-based barrier coatings for packaging applications. **Food Hydrocolloids**, [s. l.], v. 103, p. 105696, 2020.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-Colheita De Frutas E Hortalças - Fisiologia E Manuseio**. Lavras: [s. n.], 2005.

DIAS, M. C. *et al.* Influence of hemicellulose content of Eucalyptus and Pinus fibers on the grinding process for obtaining cellulose micro/nanofibrils. **Holzforschung**, [s. l.], 2019. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85067971888&doi=10.1515%2fhf-2018-0230&partnerID=40&md5=6559162b0845c549df19b98facb91951>.

DO LAGO, R. C. *et al.* Obtaining cellulosic nanofibrils from oat straw for biocomposite reinforcement: Mechanical and barrier properties. **Industrial Crops and Products**, [s. l.], v. 148, p. 112264, 2020.

DO PRADO, N. R. T. *et al.* Strength improvement of hydroxypropyl methylcellulose/ starch films using cellulose nanocrystals. **Cerne**, [s. l.], v. 23, n. 4, p. 423–434, 2017.

FABBRIZZI, S. *et al.* Why do you drink? A meansend approach to the motivations of young alcohol consumers. **British Food Journal**, [s. l.], v. 119, n. 8, p. 1854–1869, 2017.

FLORENCIA, V.; LÓPEZ, O. V.; GARCÍA, M. A. Exploitation of by-products from cassava and ahipa starch extraction as filler of thermoplastic corn starch. **Composites Part B: Engineering**, [s. l.], v. 182, p. 107653, 2020.

FONSECA, A. S. *et al.* Improving cellulose nanofibrillation of non-wood fiber using alkaline and bleaching pre-treatments. **Industrial Crops and Products**, [s. l.], v. 131, p. 203–212, 2019.

FRUGERIO, G.; KAETSU, S. T. Análise de embalagens de produtos alimentícios que marcaram a lembrança dos consumidores. **Caderno de Administração**, [s. l.], v. 23, n. 2, p. 92–105, 2015.

GAN, I.; CHOW, W. S. Antimicrobial poly (lactic acid)/cellulose bionanocomposite for food packaging application: A review. **Food Packaging and Shelf Life**, [s. l.], v. 17, p. 150–161, 2018.

GRUNERT, S. C.; JUHL, H. J. Values, environmental attitudes, and buying of organic foods. **Journal of Economic Psychology**, [s. l.], v. 16, n. 1, p. 39–62, 1995.

GUIMARÃES, I. C. *et al.* Cellulose microfibrillated suspension of carrots obtained by mechanical defibrillation and their application in edible starch films. **Industrial Crops and Products**, [s. l.], v. 89, p. 285–294, 2016.

GUIMARÃES JUNIOR, M.; TEIXEIRA, F. G.; TONOLI, G. H. D. Effect of the nano-fibrillation of bamboo pulp on the thermal, structural, mechanical and physical properties of nanocomposites based on starch/poly (vinyl alcohol) blend. **Cellulose**, [s. l.], v. 25, n. 3, p. 1823–1849, 2018.

GUTMAN, J. A Means-End Chain Model Based on Consumer Categorization Processes. **Journal of Marketing**, [s. l.], v. 46, n. 2, p. 60–72, 1982.

GUTMAN, J. Means–end chain as goal hierarchy. **Psychology & Marketing**, [s. l.], v. 14, n. 6, p. 545–560, 1997.

HASAN, M. *et al.* Active edible sugar palm starch-chitosan films carrying extra virgin olive oil: Barrier, thermo-mechanical, antioxidant, and antimicrobial properties. **International Journal of Biological Macromolecules**, [s. l.], v. 163, p. 766–775, 2020.

HASSAN, E. A.; FADEL, S. M.; HASSAN, M. L. Influence of TEMPO-oxidized NFC on the mechanical, barrier properties and nisin release of hydroxypropyl methylcellulose bioactive films. **International Journal of Biological Macromolecules**, [s. l.], v. 113, p. 616–622, 2018.

HUANG, L. *et al.* Reparation and properties of cassava residue cellulose nanofibril/cassava starch composite films. **Nanomaterials**, [s. l.], v. 10, n. 4, 2020. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85083440012&doi=10.3390%2fnano10040755&partnerID=40&md5=d288d11fb2d9d1e1b7d899f20b1c575c>.

IKEDA, A. A.; CAMPOMAR, M. C.; CHAMIE, B. C. Laddering: revelando a coleta e interpretação dos dados. **Revista Brasileira de Marketing**, [s. l.], v. 13, n. 4, p. 49–66, 2014.

ILYAS, R. A. *et al.* Development and characterization of sugar palm nanocrystalline cellulose reinforced sugar palm starch bionanocomposites. **Carbohydrate Polymers**, [s. l.], v. 202, p. 186–202, 2018.

ILYAS, R. A. *et al.* Effect of sugar palm nanofibrillated cellulose concentrations on morphological, mechanical and physical properties of biodegradable films based on agro-waste sugar palm (*Arenga pinnata* (Wurmb.) Merr) starch. **Journal of Materials Research and Technology**, [s. l.], v. 8, n. 5, p. 4819–4830, 2019.

JULLANUN, P.; YOKSAN, R. Morphological characteristics and properties of TPS/PLA/cassava pulp biocomposites. **Polymer Testing**, [s. l.], v. 88, p. 106522, 2020.

KANUK, L. L.; SCHIFFMAN, L. G. **Comportamento do Consumidor**. 9ª ed. [S. l.]: LTC, 2009.

KIAN, L. K. *et al.* A review on processing techniques of bast fibers nanocellulose and its polylactic acid (PLA) nanocomposites. **International Journal of Biological Macromolecules**, [s. l.], v. 121, p. 1314–1328, 2019.

LANDIM, A. P. M. *et al.* Sustentabilidade quanto às embalagens de alimentos no Brasil. **Polímeros**, [s. l.], v. 26, p. 82–92, 2016.

LEITE, A. L. M. P.; ZANON, C. D.; MENEGALLI, F. C. Isolation and characterization of cellulose nanofibers from cassava root bagasse and peelings. **Carbohydrate Polymers**, [s. l.], v. 157, p. 962–970, 2017.

LI, Z. *et al.* Applications of nanocellulosic products in food: Manufacturing processes, structural features and multifaceted functionalities. **Trends in Food Science & Technology**, [s. l.], v. 113, p. 277–300, 2021.

MA, X. *et al.* Hydrophilic modification of cellulose nanocrystals improves the physicochemical properties of cassava starch-based nanocomposite films. **LWT - Food Science and Technology**, [s. l.], v. 86, p. 318–326, 2017.

MAGRINI, A. **Impactos ambientais causados pelos plásticos: uma discussão científica a respeito dos fatos e dos mitos**. Rio de Janeiro: [s. n.], 2012.

MASON, R. S. A Pathfinding Study of Consumption. **Journal of Macromarketing**, [s. l.], v. 20, n. 2, p. 174–177, 2000.

MELLINAS, C. *et al.* Active edible films: Current state and future trends. **Journal of Applied Polymer Science**, [s. l.], v. 133, n. 2, 2016. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84944153554&doi=10.1002%2fapp.42631&partnerID=40&md5=dc9c99291de7b8ba4be07253926e7a63>.

MERCI, A. *et al.* Films based on cassava starch reinforced with soybean hulls or microcrystalline cellulose from soybean hulls. **Food Packaging and Shelf Life**, [s. l.], v. 20, p. 100321, 2019.

MISHRA, R. K. *et al.* Recent progress in selected bio-nanomaterials and their engineering applications: An overview. **Journal of Science: Advanced Materials and Devices**, [s. l.], v. 3, n. 3, p. 263–288, 2018.

MONTERO, B. *et al.* Effect of nanocellulose as a filler on biodegradable thermoplastic starch films from tuber, cereal and legume. **Carbohydrate Polymers**, [s. l.], v. 157, p. 1094–1104, 2017.

MUJTABA, M. *et al.* Production of novel chia-mucilage nanocomposite films with starch nanocrystals; An inclusive biological and physicochemical perspective. **International Journal of Biological Macromolecules**, [s. l.], v. 133, p. 663–673, 2019.

OLIVEIRA, T. Í. S. *et al.* Bionanocomposite films based on polysaccharides from banana peels. **International Journal of Biological Macromolecules**, [s. l.], v. 101, p. 1–8, 2017.

OTÀLORA GONZÁLEZ, C. M. *et al.* Effect of beetroot (*Beta vulgaris L. var conditiva*) fiber filler and corona treatment on cassava starch films properties. **Food Packaging and Shelf Life**, [s. l.], v. 26, p. 100605, 2020.

PALMATIER, R. W.; HOUSTON, M. B.; HULLAND, J. Review articles: purpose, process, and structure. **Journal of the Academy of Marketing Science**, [s. l.], v. 46, n. 1, p. 1–5, 2018.

PAUL, J.; CRIADO, A. R. The art of writing literature review: What do we know and what do we need to know?. **International Business Review**, [s. l.], v. 29, n. 4, p. 101717, 2020.

PEREIRA, F. V. *et al.* Bionanocompósitos preparados por incorporação de nanocristais de celulose em polímeros biodegradáveis por meio de evaporação de solvente, automontagem ou eletrofiação. **Química Nova**, [s. l.], v. 37, n. 7, p. 1209–1219, 2014.

PETER, J. P.; OLSON, J. C. **Consumer Behavior & Marketing Strategy**. [S. l.]: McGraw-Hill Irwin, 2010.

PITTS, R. E.; WOODSIDE, A. G. Special issue: Examining the structure of personal values and consumer decision making. **Journal of Business Research**, [s. l.], v. 22, n. 2, p. 91–93, 1991.

RESENDE, N. S. *et al.* Chitosan/Cellulose Nanofibril Nanocomposite and Its Effect on Quality of Coated Strawberries. **Journal of Food Quality**, [s. l.], v. 2018, p. e1727426, 2018.

REYNOLDS, Thomas J.; GUTMAN, J. Laddering theory, method, analysis, and interpretation. **Journal of Advertising Research**, US, v. 28, n. 1, p. 11–31, 1988.

REYNOLDS, T. J.; GUTMAN, J. Laddering theory, method, analysis and interpretation. **Journal of Advertising Research**, [s. l.], v. 28, n. 1, p. 11–31, 1988.

REYNOLDS, T. J.; ROCHON, J. P. Means-end based advertising research: copy testing is not strategy assessment. **Journal of Business Research**, [s. l.], v. 22, p. 131–142, 1991.

ROKEACH, M. A Theory of Organization and Change Within Value-Attitude Systems1. **Journal of Social Issues**, [s. l.], v. 24, n. 1, p. 13–33, 1968.

ROKEACH, M. **The Nature of Human Values**. New York; London: Free Pr, 1973.

SCATOLINO, M. V. *et al.* How the surface wettability and modulus of elasticity of the Amazonian paricá nanofibrils films are affected by the chemical changes of the natural fibers. **European Journal of Wood and Wood Products**, [s. l.], v. 76, n. 6, p. 1581–1594, 2018.

SCHWARTZ, S. H.; BILSKY, W. Toward a universal psychological structure of human values. **Journal of Personality and Social Psychology**, US, v. 53, n. 3, p. 550–562, 1987.

SHETH, J. N.; GARDNER, D. M.; GARRETT, D. E. **Marketing Theory: Evolution and Evaluation**. New York: Wiley, 1988. *E-book*. Disponível em: <https://www.wiley.com/en-zm/Marketing+Theory%3A+Evolution+and+Evaluation-p-9780471635277>. Acesso em: 26 jul. 2021.



SNYDER, H. Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. **Journal of Business Research**, [s. l.], v. 104, p. 333–339, 2019.

SOLOMON, M. R. **O Comportamento do Consumidor: Comprando, Possuindo e Sendo**. 11<sup>a</sup> ed. [S. l.]: Bookman, 2016.

SOTHORNVIT, R. Nanostructured materials for food packaging systems: new functional properties. **Current Opinion in Food Science**, [s. l.], v. 25, p. 82–87, 2019.

SOUZA, L. O. *et al.* Study of morphological properties and rheological parameters of cellulose nanofibrils of cocoa shell (*Theobroma cacao* L.). **Carbohydrate Polymers**, [s. l.], v. 214, p. 152–158, 2019.

TABASUM, S. *et al.* A review on blending of corn starch with natural and synthetic polymers, and inorganic nanoparticles with mathematical modeling. **International Journal of Biological Macromolecules**, [s. l.], v. 122, p. 969–996, 2019.

TAVARES, K. M. *et al.* Corn and cassava starch with carboxymethyl cellulose films and its mechanical and hydrophobic properties. **Carbohydrate Polymers**, [s. l.], v. 223, p. 115055, 2019.

TIBOLLA, H. *et al.* Banana starch nanocomposite with cellulose nanofibers isolated from banana peel by enzymatic treatment: In vitro cytotoxicity assessment. **Carbohydrate Polymers**, [s. l.], v. 207, p. 169–179, 2019.

TIBOLLA, H. *et al.* Starch-based nanocomposites with cellulose nanofibers obtained from chemical and mechanical treatments. **International Journal of Biological Macromolecules**, [s. l.], v. 161, p. 132–146, 2020.

TOALDO, A.; LUCE, F. Estratégia de marketing: contribuições para a teoria em marketing. **Revista de Administração de Empresas**, [s. l.], v. 46, p. 1–11, 2006.

TONG, C. *et al.* Effect of carboxylation cellulose nanocrystal and grape peel extracts on the physical, mechanical and antioxidant properties of konjac glucomannan films. **International Journal of Biological Macromolecules**, [s. l.], v. 156, p. 874–884, 2020.

TONOLI, G. H. D. *et al.* Cellulose sheets made from micro/nanofibrillated fibers of bamboo, jute and eucalyptus cellulose pulps. **Cellulose Chemistry and Technology**, [s. l.], v. 53, n. 3–4, p. 291–305, 2019.

TRAVALINI, A. *et al.* Cassava starch films reinforced with lignocellulose nanofibers from cassava bagasse. **International Journal of Biological Macromolecules**, [s. l.], v. 139, 2019.

TUMWESIGYE, K. S.; OLIVEIRA, J. C.; -GALLAGHER, M. J. S. Integrated sustainable process design framework for cassava biobased packaging materials: Critical review of current challenges, emerging trends and prospects. **Trends in Food Science & Technology**, [s. l.], v. 56, p. 103–114, 2016.

VAEZI, K.; ASADPOUR, G.; SHARIFI, S. H. Bio nanocomposites based on cationic starch reinforced with montmorillonite and cellulose nanocrystals: Fundamental properties and biodegradability study. **International Journal of Biological Macromolecules**, [s. l.], v. 146, p. 374–386, 2020.

VILAS BOAS, L. H. de B.; SETTE, R. de S.; BRITO, M. J. de. Comportamento do consumidor de produtos orgânicos: Uma aplicação da teoria da cadeia de meios e fins. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, [s. l.], v. 8, n. 1, p. 25–39, 2006.

WALKER, B. A.; OLSON, J. C. Means-end chains: connecting products with self. **Journal of Business Research**, [s. l.], v. 22, p. 111–118, 1991.

WHITLEY, S. C.; TRUDEL, R.; KURT, D. The Influence of Purchase Motivation on Perceived Preference Uniqueness and Assortment Size Choice. **Journal of Consumer Research**, [s. l.], v. 45, n. 4, p. 710–724, 2018.

XIE, Y. *et al.* Active biodegradable films based on the whole potato peel incorporated with bacterial cellulose and curcumin. **International Journal of Biological Macromolecules**, [s. l.], v. 150, p. 480–491, 2020.

YI, T. *et al.* From cellulose to cellulose nanofibrils—a comprehensive review of the preparation and modification of cellulose nanofibrils. **Materials**, [s. l.], v. 13, n. 22, p. 1–32, 2020.

ZINGE, C.; KANDASUBRAMANIAN, B. Nanocellulose based biodegradable polymers. **European Polymer Journal**, [s. l.], v. 133, p. 109758, 2020.

## SEGUNDA PARTE – ARTIGOS

### ARTIGO 1 - APLICAÇÃO DE NANOFIBRAS DE CELULOSE DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS EM EMBALAGENS BIODEGRADÁVEIS PARA ALIMENTOS: uma Revisão Sistemática de Literatura

Norma NBR 6022 (ABNT 2003)

Lara Maria dos Santos Ferraz e Silva, Elisângela Elena Nunes de Carvalho, Eduardo Valério de Barros Vilas Boas

Departamento de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, 37200-000, Lavras, Minas Gerais, Brasil.

#### RESUMO

As embalagens biodegradáveis vêm sendo estudadas como alternativas às embalagens plásticas que são poluentes. Este artigo identifica a aplicabilidade das nanofibras de celulose (NFCs) obtidas de resíduos agroindustriais em embalagens para alimentos. Realizou-se uma Revisão Sistemática de Literatura, nas bases *Science Direct* e *Scopus* considerando o período de 2016 a agosto de 2021, sendo analisados 55 artigos. Avaliou-se que o amido é promissor na aplicação em embalagens de alimentos, mas, apresenta limitações mecânicas e de barreira. Conclui-se que as NFCs são eficazes quando aplicadas como agente de reforço e reduziram o impacto ambiental, constituindo uma boa alternativa às embalagens plásticas convencionais para alimentos.

**Palavras-chave:** Embalagens biodegradáveis, filmes, revestimentos comestíveis, nanofibras de celulose, resíduos agroindustriais

#### ABSTRACT

Biodegradable packaging has been studied as an alternative to plastic packaging that is polluting. This paper identifies the applicability of cellulose nanofibers (NFCs) obtained from agroindustrial waste in food packaging. A Systematic Literature Review was performed, in the Science Direct and Scopus bases considering the period from 2016 to August 2021, being analyzed 55 articles. It was evaluated that starch is promising in the application in food packaging, but, it presents mechanical and barrier limitations. It is concluded that NFCs are effective when applied as a reinforcing agent and reduced environmental impact, constituting a good alternative to conventional plastic food packaging.

**Keywords:** Biodegradable packaging, films, edible coatings, cellulose nanofibers, agroindustrial waste

## 1 INTRODUÇÃO

As embalagens exercem papéis fundamentais na indústria de alimentos, em virtude de suas funções de proteção e conservação, que garantem a integridade, a manutenção da qualidade e o prolongamento da vida útil dos alimentos (SOTHORNVIT, 2019). O mecanismo de proteção das embalagens consiste em isolar os produtos do ambiente externo (exposição no

varejo, armazenamento, expedição e distribuição), funcionando como um obstáculo. Elas protegem os alimentos contra agentes destrutivos que diminuiriam sua vida útil, como odores, poeira, gases, umidade, microrganismos, radiação/luz e insetos. As embalagens também agregam conveniência e facilitam o transporte dos produtos, como mais uma garantia de segurança alimentar durante a comercialização (AL-TAYYAR; YOUSSEF; AL-HINDI, 2020). Ainda, as embalagens constituem-se veículo de informações do produto ao cliente, informando e interagindo com o consumidor (LANDIM *et al.*, 2016; AL-TAYYAR; YOUSSEF; AL-HINDI, 2020).

Especificamente no setor de frutas e hortaliças, os sistemas de embalagens são essenciais, pois esse tipo de produto é altamente perecível, devido à sua atividade metabólica após a colheita, necessitando de um acondicionamento adequado para reduzir os processos de deterioração (XIE *et al.*, 2020; AMARA *et al.*, 2021). Além das funções anteriormente citadas, as embalagens ajudam na manutenção das propriedades sensoriais e nutricionais desses alimentos, reduzindo perdas significativas entre a colheita e o consumidor final (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O surgimento das embalagens plásticas facilitou a vida humana devido à sua versatilidade. No setor alimentício são amplamente utilizadas por serem de baixo preço e multifuncionais (HUANG *et al.*, 2020; AMARA *et al.*, 2021). Entretanto, o plástico é extraído de recursos não renováveis de combustíveis fósseis, o que cria dificuldades na reciclagem e no descarte (TRAVALINI *et al.*, 2019; AL-TAYYAR; YOUSSEF; AL-HINDI, 2020). Devido à grande quantidade de embalagens plásticas utilizadas para alimentos e bebidas (50% do total do mercado de embalagens), os resíduos dessas embalagens tornaram-se um problema ambiental crescente, devido a produção em larga escala, desses materiais, e a deposição em ambientes de forma inadequadas gerando inúmeros transtornos a poluição urbana (DO PRADO *et al.*, 2017; BILATTO *et al.*, 2020; HUANG *et al.*, 2020). A reciclagem do plástico tornou-se uma opção encorajadora para reduzir o acúmulo de resíduos plásticos em nosso meio ambiente (GAN; CHOW, 2018). No entanto, a reciclagem de embalagens de alimentos tem uma certa dificuldade, pois os materiais orgânicos contidos nelas estão contaminados (AL-TAYYAR; YOUSSEF; AL-HINDI, 2020). Logo, o descarte inapropriado de embalagens plásticas gera um grande acúmulo de resíduos sólidos, não recicláveis, que resultam em um grande impacto ambiental o que tem preocupado a comunidade internacional em desenvolver políticas que visam reduzir os recursos fósseis por recursos de base biológica (ALCÁNTARA *et al.*, 2020; XIE *et al.*, 2020; BANGAR; WHITESIDE, 2021).

Considerando a regulamentação ambiental cada vez mais rigorosa, a necessidade de adequação dos produtores de embalagens de alimentos, a crescente demanda dos consumidores por produtos de qualidade e processos ecologicamente corretos (FONSECA *et al.*, 2019; ALCÁNTARA *et al.*, 2020), a contínua escassez de recursos fósseis e a necessidade de reduzir o impacto ambiental desencadeado pelo acúmulo de resíduos plásticos não biodegradáveis, aumenta-se o interesse em descobrir materiais alternativos para embalagens que garantam a qualidade e conservação de frutas e hortaliças (CHITARRA; CHITARRA, 2005; MONTERO *et al.*, 2017; GAN; CHOW, 2018; MERCI *et al.*, 2019; JULLANUN; YOKSAN, 2020).

A evolução tecnológica tem permitido o desenvolvimento de embalagens de alimentos utilizando-se matérias-primas obtidas de recursos renováveis, visando-se a redução dos plásticos convencionais anteriormente mencionados (ALCÁNTARA *et al.*, 2020). Na busca por materiais alternativos para as embalagens plásticas, os biopolímeros naturais como o amido e a celulose tornaram-se as melhores alternativas devido à sua não toxicidade, degradabilidade, baixo custo e ampla disponibilidade (HUANG *et al.*, 2020; TONG *et al.*, 2020; FLORENCIA; LÓPEZ; GARCÍA, 2020).

O amido é um dos materiais que tem sido estudado para ser utilizado como matéria-prima para embalagens, inclusive para as de alimentos, devido às suas características químicas, físicas e funcionais (GUIMARÃES *et al.*, 2016; DO LAGO *et al.*, 2021). Por outro lado, alguns autores consideram que pesquisas complementares ainda são necessárias para se corrigir algumas deficiências promovidas pelo amido que afetam negativamente as propriedades mecânicas, térmicas e físicas das embalagens (ASROFI *et al.*, 2018; AL-TAYYAR; YOUSSEF; AL-HINDI, 2020; JULLANUN; YOKSAN, 2020).

As nanofibras de celulose (NFC) apresentam grande potencial para serem aplicadas como reforço na estrutura das embalagens para alimentos (DO PRADO *et al.*, 2017; FLORENCIA; LÓPEZ; GARCÍA, 2020). Seu uso tem chamado a atenção de pesquisadores da área de Ciência de Alimentos, pois suas propriedades funcionais, tais como resistência mecânica e propriedades de barreira (com atividades antimicrobianas e antioxidantes) demonstram maior efetividade na manutenção da qualidade e no aumento da vida útil dos alimentos (GAN; CHOW, 2018; ILYAS *et al.*, 2019; SOTHORNVIT, 2019). Em virtude do aumento da utilização dos nanomateriais, é essencial avaliar seus possíveis efeitos, benefícios e riscos para a saúde humana, inclusive para a regulamentação do seu uso (MONTERO *et al.*, 2017; ASROFI *et al.*, 2018; TIBOLLA *et al.*, 2019; SOTHORNVIT, 2019).

As NFCs podem ser extraídas de resíduos agroindustriais que normalmente são descartados, favorecendo ainda mais a redução do impacto ambiental (DO PRADO *et al.*, 2017;

LEITE; ZANON; MENEGALLI, 2017). Entre esses resíduos agroindustriais, destacam-se as fibras naturais que atualmente tem ganhado notoriedade para serem aplicadas especialmente para fabricação de compósitos e podem ser obtidas de uma grande diversidade de fibras (SCATOLINO *et al.*, 2018; FONSECA *et al.*, 2019; ALCÁNTARA *et al.*, 2020). Alguns estudos utilizam os bagaços de frutas e de cana-de-açúcar, as palhas de milho, de trigo, de aveia e de cevada, as cascas de arroz, batata e banana, entre outras como materiais de reforço em biopolímeros (LEITE; ZANON; MENEGALLI, 2017; GAN; CHOW, 2018; TRAVALINI *et al.*, 2019; FLORENCIA; LÓPEZ; GARCÍA, 2020; ARQUELAU *et al.*, 2019; XIE *et al.*, 2020; DO LAGO *et al.*, 2020). O principal desafio é desenvolver biopolímeros que tenham características similares aos materiais convencionais, especialmente em termos de propriedades mecânicas e de barreira (DO LAGO *et al.*, 2020).

Diante deste cenário surge a motivação para a pesquisa deste tema, considerando tanto o desenvolvimento de novas embalagens, aplicáveis a frutas e hortaliças, que possam demonstrar a capacidade de garantir sua qualidade e conservação, quanto à preocupação de que essas embalagens sejam ecologicamente corretas. Portanto, apresenta-se como problema de pesquisa: Quais as possibilidades de nanofibras obtidas a partir de resíduos agroindustriais serem utilizadas como reforço para embalagens biodegradáveis para frutas e hortaliças?

Estudos realizados por Kian *et al.* (2019) e Do Lago *et al.* (2020) apontam lacunas nas pesquisas envolvendo a tecnologia para utilização e tratamento de NFCs em embalagens e indicam a necessidade de continuidade de estudos nesse sentido, como alternativas sustentáveis aos polímeros tradicionais.

Esta pesquisa se justifica pela possibilidade que representa de ampliação dos estudos relacionados a novos materiais para embalagens, que venham a reduzir impactos ambientais no reaproveitamento de resíduos agroindustriais. Sua relevância se dá na medida em que as inovações estudadas (tecnologias aplicadas a embalagens) podem melhorar a qualidade e o tempo de conservação de frutas e hortaliças. Ela aprofunda o conhecimento científico em um tema de extrema relevância no contexto atual.

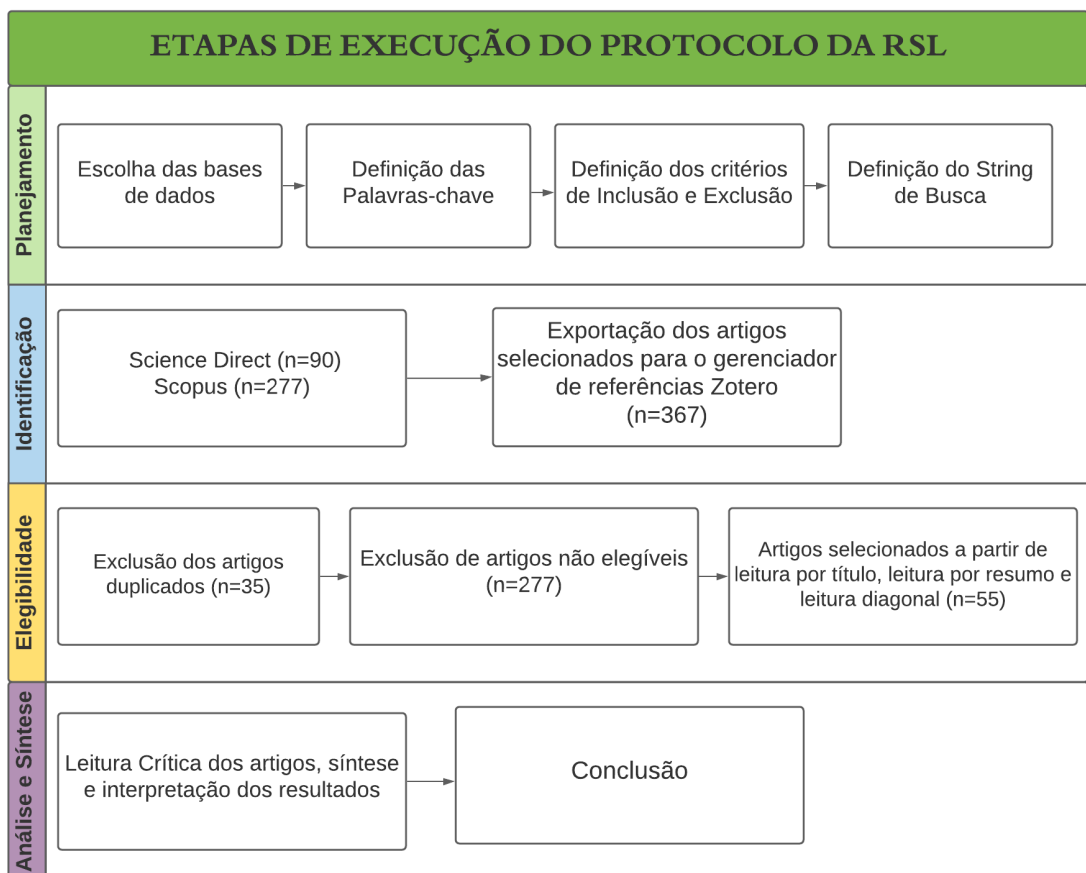
Com o objetivo de identificar a aplicabilidade das nanofibras de celulose de resíduos agroindustriais em embalagens para alimentos, propõe-se a realização de uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) para investigar os trabalhos mais atuais que vêm sendo desenvolvidos com aplicação de nanotecnologias em embalagens, como por exemplo, as nanofibras de celulose e as melhorias agregadas nessas embalagens.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Optou-se por realizar uma RSL para analisar uma consistente verificação e análise da literatura a respeito da temática abordada (BORGES; LIMA, 2017). Segundo Snyder (2019), a RSL é amplamente utilizada como uma forma de sumarizar resultados de pesquisa de forma sistemática, transparente e reproduzível. Este método de revisão identifica e avalia de forma crítica, estudos de relevância e tem por objetivo buscar evidências que se enquadram em critérios pré-definidos, para responder uma determinada questão de pesquisa (PALMATIER; HOUSTON; HULLAND, 2018). Uma vantagem da utilização desse método é a minimização de vieses, fornecendo resultados confiáveis a partir dos quais podem ser tiradas conclusões e tomadas decisões (SNYDER, 2019; PAUL; CRIADO, 2020).

O processo da RSL abrange desde a definição da questão de pesquisa e da estratégia de busca até a síntese dos documentos selecionados nas fontes de informação (BORGES; LIMA, 2017). Para a realização da RSL, a partir das fases apontadas por Snyder (2019), foi estabelecido um protocolo, conforme recomendam Borges e Lima (2017), representados na Figura 1:

Figura 1 – Etapas de execução da RSL



Fonte: Dos autores (2021).

Para a realização da busca de artigos científicos foi utilizado o cadastro institucional (UFLA) que permite o acesso a diversas bases conveniadas. Após tentativas de busca realizadas em diversas bases, foram escolhidas para esta revisão de literatura as bases de dados “*Science Direct*” e “*Scopus*”, ambas por serem bases multidisciplinares, difundidas mundialmente, com publicações de qualidade, em virtude da garantia da literatura revisada por pares. A *Science Direct* agrega publicações da área “Ciências Físicas e Engenharia” e cobre desde publicações teóricas até as aplicadas, contribuindo para a construção de uma fundamentação teórica, de conhecimentos sólidos. A *Scopus* apresenta, ainda, ferramentas inteligentes para identificar pesquisas relevantes e atuais, neste caso, relacionadas à área de ciência e tecnologia.

A partir do tema principal da pesquisa foram definidas as palavras-chaves, seus sinônimos, descritores e tradução, consolidadas na seguinte *string* de busca: ("starch films") AND ("cellulose nanofibers" OR "nanocellulose" OR "cellulose nanofibrils") AND ("reinforced") AND ("residue" OR "agroindustrial residue" OR "by-products" OR "coproducts"). Como critérios de inclusão e exclusão foram definidos: os cinco últimos anos de publicação (2016 a agosto de 2021), idioma inglês, apenas artigos, selecionadas quatro áreas temáticas (1) bioquímica, genética e biologia molecular, (2) ciências agrárias e biológicas e (3) química e (4) ciências dos materiais.

Foram retornados no total 90 artigos na base de dados “*Science Direct*” e 277 artigos na “*Scopus*” que foram exportados para o gerenciador de referências Zotero (BORGES; LIMA, 2017; SNYDER, 2019; PAUL; CRIADO, 2020).

Para a realização da análise preliminar de elegibilidade foram realizadas as etapas: exclusão de artigos duplicados, leitura por título, leitura por resumo e leitura diagonal. Foram também verificadas as referências citadas nestes artigos recuperados a fim de identificar estudos adicionais que fossem elegíveis (BORGES; LIMA, 2017; SNYDER, 2019). Ao todo, foram utilizados 55 artigos para a revisão sistemática de literatura, apresentados no Quadro 1, que estão analisados nos “Resultados e Discussão”.

Quadro 1 – Referências selecionadas na RSL

	<b>Títulos</b>	<b>Autores</b>
1	Active edible films: Current state and future trends	(MELLINAS <i>et al.</i> , 2016)
2	Cellulose microfibrillated suspension of carrots obtained by mechanical defibrillation and their application in edible starch films	(GUIMARÃES <i>et al.</i> , 2016)
3	Integrated sustainable process design framework for cassava biobased packaging materials: Critical review of current challenges, emerging trends and prospects	(TUMWESIGYE; OLIVEIRA; GALLAGHER, 2016)
4	Strength improvement of hydroxypropyl methylcellulose/ starch films using cellulose nanocrystals	(DO PRADO <i>et al.</i> , 2017)
5	Bionanocomposites produced from cassava starch and oil palm mesocarp cellulose nanowhiskers	(CAMPOS <i>et al.</i> , 2017)



6	Effect of nanocellulose as a filler on biodegradable thermoplastic starch films from tuber, cereal and legume	(MONTERO <i>et al.</i> , 2017)
7	Hydrophilic modification of cellulose nanocrystals improves the physicochemical properties of cassava starch-based nanocomposites films	(MA <i>et al.</i> , 2017)
8	Isolation and characterization of cellulose nanofiber from cassava root bagasse and peeling	(LEITE; ZANON; MENEGALLI, 2017)
9	Polysaccharide-based films and coating for food packaging: A review	(CAZÓN <i>et al.</i> , 2017)
10	Antimicrobial poly (lactic acid)/ cellulose bionacomposites for food packaging: A review	(GAN; CHOW, 2018)
11	Development and characterization of sugar palm nanocrystalline cellulose reinforced sugar palm starch bionacomposites	(ILYAS <i>et al.</i> , 2018)
12	Effect of duration of sonication during gelatinization on properties of tapioca starch water hyacinth fiber biocomposite	(ASROFI <i>et al.</i> , 2018)
13	How the surface wettability and modulus of elasticity of the Amazonian paricá nanofibrils films are affected by the chemical changes of the natural fibers	(SCATOLINO <i>et al.</i> , 2018)
14	Effect of the nano-fibrillation of bamboo pulp on the thermal, structural, mechanical and physical properties of nanocomposites based on starch/poly(vinyl alcohol) blend	(GUIMARÃES JUNIOR; TEIXEIRA; TONOLI, 2018)
15	Recent progress in select bio-nanomaterial and their engineering applications: Na overview	(MISHRA <i>et al.</i> , 2018)
16	Chitosan/Cellulose Nanofibril Nanocomposite and Its Effect on Quality of Coated Strawberries	(RESENDE <i>et al.</i> , 2018)
17	A review on blending of corn starch with natural and synthetic polymers	(TABASUM <i>et al.</i> , 2019)
18	A review on processing techniques of bast fibers nanocellulose and its polylactic (PLA) nanocomposites	(KIAN <i>et al.</i> , 2019)
19	Banana starch nanocomposite with cellulose nanofibers isolated from banana peel by enzymatic treatment: In vitro cytotoxicity assessment	(TIBOLLA <i>et al.</i> , 2019)
20	Cassava starch films reinforced with lignocellulose nanofibers from cassava bagasse	(TRAVALINI <i>et al.</i> , 2019)
21	Characterization of edible coatings based on ripe "Prata" banana peel flour	(ARQUELAU <i>et al.</i> , 2019)
22	Corn and cassava starch with carboxymethyl cellulose films and its mechanical and hydrophobic properties	(TAVARES <i>et al.</i> , 2019)
23	Effect of sugar palm nanofibrillated cellulose concentrations on morphological, mechanical and physical properties of biodegradable films based on agro-waste sugar palm ( <i>Arenga Pinnata</i> (Wurmb..)) Merr)Starch	(ILYAS <i>et al.</i> , 2019)
24	Films based on cassava starch reinforced with soybeans hulls or microcrystalline cellulose from soybeans hulls	(MERCY <i>et al.</i> , 2019)
25	Nanostructured materials for food packaging systems: new functional properties	(SOTHORNVIT, 2019)
26	Physicochemical, mechanical barrier and antibacterial properties of starch nanocomposites cross-linked with pre-oxidized sucrose	(BALAKRISHNAN <i>et al.</i> , 2019)
27	Production of novel chia-mucilage nanocomposite films with starch nanocrystals: Na inclusive biological and physicochemical perspective	(MUJTABA <i>et al.</i> , 2019)
28	The preparation and characterization of nanocomposites film reinforced by modified cellulose nanocrystals	(CHEN <i>et al.</i> , 2019)
29	Improving cellulose nanofibrillation of non-wood fiber using alkaline and bleaching pre-treatments	(FONSECA <i>et al.</i> , 2019)
30	Influence of hemicellulose content of Eucalyptus and Pinus fibers on the grinding process for obtaining cellulose micro/nanofibrils	(DIAS <i>et al.</i> , 2019)
31	Cellulose sheets made from micro/nanofibrillated fibers of bamboo, jute and eucalyptus cellulose pulps	(TONOLI <i>et al.</i> , 2019)
32	Bacterial cellulose nanocomposites: An all-nano type of material	(TORRES; ARROYO; HEROS, 2019)
33	Study of morphological properties and rheological parameters of cellulose nanofibrils of cocoa shell ( <i>Theobroma cacao</i> L.)	(SOUZA <i>et al.</i> , 2019)

34	Antimicrobial food packaging based on sustainable bio-based material for reducing foodborne Pathogens: A review	(AL-TAYYAR; YOUSSEF; AL-HINDI, 2020)
35	Bio nanocomposites based on cationic starch reinforced with montmorillonite and cellulose nanocrystals: Fundamental properties and biodegradability study	(VAEZI; ASADPOUR; SHARIFI, 2020)
36	Effect of beetroot ( <i>Beta vulgaris</i> L., var conditiva) fiber filler and corona	(OTÀLORA GONZÀLEZ <i>et al.</i> , 2020)
37	Effect of carboxylation cellulose nanocrystal and grape peel extracts on the physical	(TONG <i>et al.</i> , 2020)
38	Exploitation of by-products from cassava and ahipa starch extraction as filler of thermoplastic corn starch	(FLORENCIA; LÓPEZ; GARCÍA, 2020)
39	Morphological characteristics and properties of TPS/PLA/cassava pulp biocomposites	(JULLANUN; YOKSAN, 2020)
40	Nanocellulose based biodegradable polymers	(ZINGE; KANDASUBRAMANIAN, 2020)
41	Obtaining cellulosic nanofibrils from oat straw for biocomposite reinforcement: Mechanical and barrier properties	(DO LAGO <i>et al.</i> , 2020)
42	Starch-based nanocomposites with cellulose nanofibers obtained from chemical and mechanical treatments	(TIBOLLA <i>et al.</i> , 2020)
43	Sustainable starch-based barrier coatings for packaging applications	(CHI; WANG; CATCHMARK, 2020)
44	The effect of active coating and refrigerated storage on the quality of avocado cultivar, Quintal	(CARELI-GONDIM <i>et al.</i> , 2020)
45	Active biodegradable films based on the whole potato peel incorporated with bacterial cellulose and curcumin	(XIE <i>et al.</i> , 2020)
46	Influence of TEMPO-oxidized NFC on the mechanical, barrier properties and nisin release of hydroxypropyl methylcellulose bioactive films	(HASAN <i>et al.</i> , 2020)
47	Lignocellulose nanocrystals from sugarcane straw	(BILATTO <i>et al.</i> , 2020)
48	From cellulose to cellulose nanofibrils—a comprehensive review of the preparation and modification of cellulose nanofibrils	(YI <i>et al.</i> , 2020)
49	Biocomposites from rice straw nanofibers: Morphology, thermal and mechanical properties	(ALCÁNTARA <i>et al.</i> , 2020)
50	Reparation and properties of cassava residue cellulose nanofibril/cassava starch composite films	(HUANG <i>et al.</i> , 2020)
51	Extraction and Characterization of Cellulose Nanofibres and Cellulose Nanocrystals from Sammaz-14 Maize Cobs	(ALI <i>et al.</i> , 2020)
52	Addition of wheat straw nanofibrils to improve the mechanical and barrier properties of cassava starch-based bionanocomposites	(DO LAGO <i>et al.</i> , 2021)
53	Applications of nanocellulosic products in food: Manufacturing processes, structural features and multifaceted functionalities	(LI <i>et al.</i> , 2021)
54	Nanocellulose-based composites for packaging applications	(AMARA <i>et al.</i> , 2021)
55	Nano-cellulose reinforced starch bio composite films- A review on green composites	(BANGAR; WHITESIDE, 2021)

Fonte: Dos autores (2021)

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 O amido como matéria-prima para embalagens biodegradáveis

A indústria de alimentos utiliza, normalmente, embalagens plásticas para o acondicionamento dos alimentos. Os materiais utilizados nesse tipo de embalagem são polímeros sintéticos produzidos a partir de recursos não renováveis, como o petróleo (DIAS *et al.*, 2019; HUANG *et al.*, 2020). Além disso, as embalagens plásticas causam prejuízos ao meio

ambiente, pois são, na maioria das vezes, descartadas em aterros sanitários sem qualquer tratamento.

Segundo Florencia, Lopez e García, (2020), a combinação da conscientização ambiental, a economia e as políticas internacionais estimulam a reutilização dos componentes dos resíduos da indústria agrícola e florestal. Devido a esses fatores, vem sendo incentivada a busca por alternativas ambientalmente mais corretas (TRAVALINI *et al.*, 2019; FLORENCIA; LÓPEZ; GARCÍA, 2020).

Encontram-se na literatura estudos que indicam alternativas biodegradáveis, e sugerem como um dos melhores materiais para aplicação em embalagens, o amido (DO PRADO *et al.*, 2017; VAEZI; ASADPOUR; SHARIFI, 2020). O amido é o principal carboidrato de reserva das plantas, sendo amplamente distribuído na forma de pequenos grânulos. Geralmente, é encontrado em caules, raízes, grãos, frutos e folhas (TIBOLLA *et al.*, 2020; CHI; WANG; CATCHMARK, 2020)

O amido apresenta dois componentes principais que são: a amilose (20% e 30%) e a amilopectina (70% e 80%), que apresentam propriedades diferentes para a produção de embalagens (DO PRADO *et al.*, 2017; TABASUM *et al.*, 2019):

- A amilose é formada por unidades de glicose unidas por ligações glicosídicas  $\alpha$ -1,4, originando uma cadeia linear, com excelente capacidade para produzir géis resistentes e filmes fortes, isotrópicos, inodoros, insípidos e incolores. No entanto, ressalta-se que a amilose apresenta tendência à retrogradação (CAZÓN *et al.*, 2017; TABASUM *et al.*, 2019; CHI; WANG; CATCHMARK, 2020).

- A amilopectina, por outro lado, é formada por unidades de glicose unidas em  $\alpha$ -1,4 e  $\alpha$ -1,6, formando uma estrutura ramificada que, quando dispersa em água, é mais estável e produz géis macios e filmes fracos (TABASUM *et al.*, 2019; CHI; WANG; CATCHMARK, 2020).

Por se tratar de um material biodegradável, o amido pode também ser utilizado para a produção de polímeros biodegradáveis, os biopolímeros. Segundo Mishra *et al.*, (2018) os biopolímeros são geralmente uma variedade de plásticos obtida a partir de fontes ecologicamente corretas. Isso o torna um potencial material verde para reduzir o plástico não biodegradável. O termo “bio” implica que são de fato materiais naturalmente degradáveis.

Desde os anos 1970, o amido tem recebido atenção, pois apresenta certas vantagens como maior disponibilidade na natureza, baixo custo, biodegradabilidade e atóxico, podendo ser comestível. Além disso, tem prolongado a vida útil dos alimentos, criando uma barreira

seletiva entre os alimentos e o meio ambiente sem nenhum efeito colateral sobre a saúde humana (MUJTABA *et al.*, 2019; TABASUM *et al.*, 2019; DO LAGO *et al.*, 2020). Devido à sua matriz polimérica, o amido apresenta capacidade de produzir filmes, revestimentos comestíveis e embalagens, pois são biopolímeros produzidos em larga escala (TUMWESIGYE; OLIVEIRA; GALLAGHER, 2016; ARQUELAU *et al.*, 2019; TAVARES *et al.*, 2019; CHI; WANG; CATCHMARK, 2020).

Apesar das vantagens, o amido apresenta limitações de aplicação em embalagens de alimentos, devido a algumas de suas características, como a resistência mecânica (baixa flexibilidade e baixa viscosidade), térmica (baixa resistência a altas temperaturas), umidade (resistência reduzida à barreira de água), estabilidade baixa a longo prazo, baixa permeabilidade a gases e baixa resistência à atividade microbiana (ASROFI *et al.*, 2018; ILYAS *et al.*, 2018; GUIMARÃES JUNIOR; TEIXEIRA; TONOLI, 2018; TAVARES *et al.*, 2019; BALAKRISHNAN *et al.*, 2019). Outra questão a ser considerada, diz respeito à “maquinabilidade”, uma vez que os filmes biodegradáveis apresentam dificuldade de produção industrial.

Visto que os géis de amido são altamente quebradiços quando secos e em condição ambiente, plastificantes são utilizados para proporcionar maior flexibilidade à matriz polimérica, além de auxiliar na diminuição da permeabilidade ao vapor de água de filmes, revestimentos comestíveis e embalagens. Os plastificantes atuam penetrando na matriz polimérica fazendo modificações no arranjo, alterando as temperaturas de transição vítrea e de fusão. Os plastificantes mais empregados na elaboração de embalagens são os polióis (glicerol, glicol e sorbitol) que devem ser estáveis e biocompatíveis na aplicação de embalagens para alimentos (MUJTABA *et al.*, 2019).

Não obstante, novas classes de materiais, como as nanofibras de celulose, têm sido estudadas com o intuito de melhorar o reforço estrutural de embalagens de amido, com resultados promissores (MISHRA *et al.*, 2018; HUANG *et al.*, 2020). De fato, o nano-reforço tem sido confirmado como estratégia eficiente para melhorar as propriedades estruturais, bem como adicionar novas funcionalidades ao material à base de amido (ILYAS *et al.*, 2018). Logo, o uso de nanofibras de celulose no desenvolvimento de novos materiais multifuncionais à base de polissacarídeos de alto desempenho tem sido proposto, em função do potencial reforço das matrizes e das melhorias nas suas propriedades de barreira, mecânicas e térmicas (GUIMARÃES *et al.*, 2016; CAMPOS *et al.*, 2017; VAEZI; ASADPOUR; SHARIFI, 2020; CAZÓN *et al.*, 2017; CHI; WANG; CATCHMARK, 2020; DO LAGO *et al.*, 2020).

As embalagens biodegradáveis à base de amido adicionadas de nanofibras de celulose poderiam ser uma alternativa às embalagens plásticas devido às suas capacidades de evitar a perda de umidade, a perda de aromas, o transporte de soluto, a absorção de água na matriz alimentar ou a penetração de oxigênio. Seu uso é importante para a proteção e para estender a vida útil de produtos alimentícios (CAZÓN *et al.*, 2017). Entretanto, ainda não foram amplamente introduzidos como bens de consumo, representando apenas 5-10% do mercado atual de plásticos, devido ao seu custo ser mais alto (TRAVALINI *et al.*, 2019).

### 3.2 Obtenção das nanopartículas de celulose

As nanopartículas de celulose são um novo material que têm ganhado notoriedade e vêm sendo empregadas, inclusive, nas indústrias automobilística, de construção civil, aeroespacial e biomédica (AMARA *et al.*, 2021; LI *et al.*, 2021). As dimensões diminutas, na faixa de 1nm a 100nm (nanômetros), contribuem para aumentar seu desempenho, melhorando sua dispersão quando incorporadas nas matrizes de embalagens, no intuito de melhorar suas propriedades (ILYAS *et al.*, 2018; DIAS *et al.*, 2019; KIAN *et al.*, 2019; TIBOLLA *et al.*, 2020; VAEZI; ASADPOUR; SHARIFI, 2020; ZINGE; KANDASUBRAMANIAN, 2020; LI *et al.*, 2021).

A celulose (C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>O<sub>5</sub>)<sub>n</sub>, polissacarídeo mais abundante na natureza, apresenta uma estrutura linear composta por unidades monoméricas de glicose, unidos por ligações glicosídicas (YI *et al.*, 2020). Uma cadeia celulósica reúne, normalmente, alguns milhares de unidades de glicose. Cadeias celulósicas se unem por meio de pontes de hidrogênio dando origem a uma estrutura cristalina chamada micélio. Diversos micélios se unem formando as microfibrilas celulósicas, que se juntam formando as macrofibrilas. Logo, macromoléculas de celulose se arranjam nas células em forma de feixes de fibras. A celulose é considerada o principal componente da estrutura da fibra, que fornece resistência, rigidez e estabilidade estrutural da parede celular da fibra (FONSECA *et al.*, 2019; YI *et al.*, 2020; LI *et al.*, 2021). As nanopartículas de celulose têm despertado o interesse de pesquisadores como um possível agente de reforço para embalagens por apresentar boas propriedades de barreira (vapor de água, oxigênio e dióxido de carbono), propriedades físicas, mecânicas, estabilidade térmica, antimicrobianas, capacidade de reciclagem por ser uma fonte biodegradável e renovável e o baixo custo, dada sua alta disponibilidade e biocompatibilidade (DIAS *et al.*, 2019; ALI *et al.*, 2020; DO LAGO *et al.*, 2020). Resíduos agroindustriais têm sido apontados como valiosas fontes de nanopartículas de celulose, considerando-se seu baixo custo e apelo ecológico (DIAS

*et al.*, 2019; BALAKRISHNAN *et al.*, 2019; HUANG *et al.*, 2020; ZINGE; KANDASUBRAMANIAN, 2020).

Os resíduos agroindustriais ou agrícolas devem ser considerados para a obtenção de nanopartículas de celulose devido à grande produção global anual de aproximadamente 220 bilhões de toneladas. A maior parte desses resíduos é utilizada para a combustão direta, causando um sério impacto ao meio ambiente. Logo, os resíduos agroindustriais podem ser utilizados com o intuito de desenvolver novos materiais com baixo impacto ambiental (GUIMARÃES *et al.*, 2016; CAMPOS *et al.*, 2017; SCATOLINO *et al.*, 2018). As fibras dos resíduos, quando misturadas a uma embalagem de biopolímero, podem fornecer um substituto atraente às embalagens plásticas (ASROFI *et al.*, 2018; GAN; CHOW, 2018; TRAVALINI *et al.*, 2019; TIBOLLA *et al.*, 2020; FLORENCIA; LÓPEZ; GARCÍA, 2020).

Existem diferentes tipos de nanopartículas de celulose que, conforme a literatura, podem ser divididas em (GAN; CHOW, 2018; KIAN *et al.*, 2019; AMARA *et al.*, 2021):

- **Nanocristais de celulose (NCs):**

Os NCs são uma classe de materiais sustentáveis de alto valor agregado que têm grande potencial para serem os novos nanomateriais verdes (BILATTO *et al.*, 2020). Normalmente os NCs apresentam o formato de nanobastões, e de acordo com Li *et al.*, (2021) pode ser denominado também como *nanowhiskers*. São materiais cristalinos de alta resistência mecânica, área de superfície e razão de aspecto (diâmetro: 5–70 nm e comprimento: 100–250 nm) (YI *et al.*, 2020). Os NCs podem ser extraídos por diversos métodos: hidrólise ácida, hidrólise enzimática, irradiação por feixe de elétrons, métodos mecânicos, oxidação pelo tempo, tratamento Organosolv, solventes eutéricos, entre outros. No entanto, o método mais tradicional de extrair os NCs é por hidrólise ácida, sendo o mais utilizado devido ao fácil isolamento dos NCs, alto rendimento de extração, melhor capacidade de dispersão das NCs, produção de NCs com melhor estabilidade térmica e formação de um sistema coloide NCs estável devido à esterificação de grupos OH (KIAN *et al.*, 2019; GAN. CHOW, 2018; CAMPOS *et al.*, 2017). O mecanismo para a formação de NCs, por meio da hidrólise catalisada por ácido, envolve o ataque de íons hidrogênio de ácidos de forma predominante nas ligações glicosídicas entre as unidades de monossacarídeos (TONOLI *et al.*, 2019). As zonas bem definidas permanecem como segmentos sob as concentrações de ácido específicas e tempo de reação adequado, enquanto as regiões não ordenadas sofrem divisão durante a hidrólise (COELHO *et al.*, 2020).

- **Nanofibras de celulose (NFCs)**

As NFCs são nanomateriais formados por unidades fibrilares da combinação linear de cadeias de celulose, que consistem de segmentos amorfos e cristalinos com diâmetro de 1-100 nm e comprimento superior a 1000 nm (SOUZA *et al.*, 2019; YI *et al.*, 2020). As NFCs têm não tóxicos e de baixo custo (GUIMARÃES JUNIOR; TEIXEIRA; TONOLI, 2018; DIAS *et al.*, 2019; KIAN *et al.*, 2019; SOUZA *et al.*, 2019).

As NFCs são produzidas a partir de processos químico-mecânicos e, geralmente, a extração do material celulósico é feita em duas etapas. A primeira etapa envolve um pré-tratamento que visa a extração da celulose do material. Inicialmente, ocorrem os processos de limpeza e desintegração das fibras com o auxílio de equipamento como moinho de facas. Em seguida é realizado o refinamento da polpa para diminuição do consumo de energia durante o processo de nanofibrilação mecânica. Posteriormente, o tratamento alcalino é realizado com o objetivo da remoção das hemicelulose e lignina e por fim é feito o branqueamento da polpa, obtendo-se assim a polpa refinada. A segunda etapa do processo envolve a produção das NFCs, quando a polpa refinada seca, é suspensa em água destilada e dispersa em homogeneizador para hidratação da celulose, onde é mantida em repouso. A etapa seguinte consiste na desfibrilação mecânica da polpa para o encurtamento da fibra. Normalmente esta etapa é feita em microfibrilador com passagens consecutivas até a obtenção dos géis de nanofibras, material que pode ser usado para o desenvolvimento de filmes, revestimentos e embalagens biodegradáveis, o que resulta em um material ecologicamente correto, seguro e uniforme (GUIMARÃES JUNIOR; TEIXEIRA; TONOLI, 2018; MISHRA *et al.*, 2018; FONSECA *et al.*, 2019; TONOLI *et al.*, 2019; SOUZA *et al.*, 2019; KIAN *et al.*, 2019; TAVARES *et al.*, 2019; DO LAGO *et al.*, 2020).

Geralmente, as NFCs são aplicadas como reforço de embalagens produzidas com amido devido à sua boa adesão interfacial entre a matriz e as nanopartículas, em função da maior razão de aspecto das nanopartículas comparada com as fibras convencionais. As NFCs apresentam como vantagem, o fato de serem materiais baratos, sustentáveis e ambientalmente corretos para diversas aplicações, incluindo nanocompósitos (GAN; CHOW, 2018; TIBOLLA *et al.*, 2019; KIAN *et al.*, 2019; TAVARES *et al.*, 2019).

- **Nanofibras de celulose bacteriana (NCBs)**

A celulose é um dos polímeros mais disponíveis na natureza que pode ser também biotecnologicamente sintetizado em estado puro por bactérias do gênero *Gluconacetobacter*, sem qualquer processo químico agressivo. A biossíntese de celulose inicia quando as bactérias transformam resíduos de glicose em cadeias lineares de  $\beta$ -1,4-glucano e produzem uma

secreção extracelular das cadeias formadas. Com isso, as bactérias montam e cristalizam as cadeias em fitas compostas, esse processo leva à formação de uma rede tridimensional ultrafina coerente de nanofibras de celulose alinhadas em paralelo à superfície de um meio líquido. Essa rede é chamada de película e sua geometria é determinada por redes de ligações de hidrogênio intra e intermoleculares, hidrofóbicas e interações de Van der Waals. As NCB são reconhecidas como um produto inovador e seguro (GRAS), apresentando um amplo potencial de aplicação devido às suas excelentes propriedades mecânicas, alta capacidade de retenção de água, estrutura tridimensional especial e cristalinidade mesmo em baixa concentração (CAZON *et al.*, 2017; GAN; CHOW, 2018; SOUZA *et al.*, 2019; TORRES, ARROYO, TRONCOSO, 2019).

### 3.3 Nanofibras de celulose aplicadas em embalagens para alimentos

Estudos foram realizados para identificar o potencial de resíduos agroindustriais para obtenção de nanofibras de celulose - NFC e sua aplicação em reforços de embalagens biodegradáveis (Quadro 2).

Quadro 2 - Estudos sobre resíduos agroindustriais como fonte para obtenção de NFCs

Autor e Ano	Tipos de resíduo
(CAMPOS <i>et al.</i> , 2017)	Resíduo do processamento de óleo de Palma
(GAN; CHOW, 2018; DO LAGO <i>et al.</i> , 2021)	Palha de trigo
(GAN; CHOW, 2018)	Palha de milho
	Bagaço de cana de açúcar
(TIBOLLA <i>et al.</i> , 2019; ARQUELAU <i>et al.</i> , 2019; TIBOLLA <i>et al.</i> , 2020)	Casca de Banana
(MERCÍ <i>et al.</i> , 2019)	Casca de soja
(TUMWESIGYE; OLIVEIRA; GALLAGHER, 2016; LEITE; ZANON; MENEGALLI, 2017; TRAVALINI <i>et al.</i> , 2019)	Bagaço de Mandioca
(DO LAGO <i>et al.</i> , 2020)	Palha de Aveia
(RESENDE <i>et al.</i> , 2018)	Fibra de eucalipto
(CARELI-GONDIM <i>et al.</i> , 2020; ALCÁNTARA <i>et al.</i> , 2020)	Casca de arroz
(SOUZA <i>et al.</i> , 2019)	Casca de cacau

Fonte: Dos autores (2021)

Esses estudos demonstram que é possível obter NFCs a partir de resíduos agroindustriais e estes podem ser aplicados como reforços em embalagens para alimentos.



### 3.3.1 Métodos de avaliação das embalagens produzidas com NFCs de resíduos agroindustriais

Algumas propriedades devem ser consideradas na elaboração de embalagens, especialmente em filmes e revestimentos comestíveis para alimentos:

- **Propriedades mecânicas:** são importantes no processo de elaboração das embalagens para alimentos, pois elas avaliam forças externas que podem ocorrer durante o transporte, manuseio e armazenamento dos alimentos. As propriedades mecânicas dos filmes e revestimentos representam sua capacidade de suportar essas forças ou tensões, mantendo a integridade e a qualidade dos alimentos. Os parâmetros mecânicos mais comumente avaliados são: resistência à tração, alongamento para quebrar, módulo de Young e módulo de elasticidade (TUMWESIGYE; OLIVEIRA; GALLAGHER, 2016; LEITE; ZANON; MENEGALLI, 2017).
- **Propriedades de barreira:** são parâmetro que analisam o desempenho das embalagens quanto a preservação dos alimentos. Elas incluem as propriedades de barreira de oxigênio que avaliam a permeabilidade do oxigênio nas embalagens e as possíveis mudanças que podem ocorrer durante esse processo como, a oxidação e crescimento microbiano aeróbico. E as propriedades de barreira de água que é um parâmetro-chave que demonstra a capacidade de proteção dos alimentos contra a deterioração induzida pela água (crescimento microbiano em condições úmidas) e garantindo as qualidades de alimentos (CAMPOS *et al.*, 2017; GAN; CHOW, 2018).
- **Propriedade térmica:** está relacionada a resistência à temperatura das embalagens. As variações de temperatura do ambiente podem afetar a utilização das embalagens em alimentos, e devido a esse fator a resistência à temperatura deve ser avaliada para uma melhor integridade dos mesmos durante o armazenamento ou quando utilizado em diferentes temperaturas. A propriedade térmica das embalagens pode ser detectada usando calorimetria de varredura diferencial e análise termogravimétrica, que determina parâmetros, incluindo a temperatura de transição vítrea, temperatura de ponto de fusão, temperatura de degradação e porcentagem de cristalização (ARQUELAU *et al.*, 2019; MERCI *et al.*, 2019).
- **Propriedades ópticas:** é uma propriedade de importância, pois envolve a aparência das embalagens e também a proteção dos alimentos contra a iluminação direta. O aspecto visual está relacionado com a cor e transparência dos filmes, atributos importantes que influenciam na aceitabilidade do consumidor pelo produto. Normalmente é avaliado a

cor, a transmitância de luz e a cristalinidade (GAN; CHOW, 2018; TIBOLLA *et al.*, 2019; ARQUELAU *et al.*, 2019; MERCI *et al.*, 2019).

- **Propriedades físicas e morfológicas:** são propriedades que caracterizam as embalagens quanto a sua estrutura. Normalmente, para a avaliação da morfologia dos filmes e revestimentos é utilizada a Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), que tem a capacidade de oferecer informações sobre a morfologia e composição química do filme revestimento (FONSECA *et al.*, 2019; TRAVALINI *et al.*, 2019; TIBOLLA *et al.*, 2020).

### 3.3.2 Emprego das NFCs em embalagens para alimentos

No estudo de Careli-Gondim *et al.* (2020), foi avaliado o efeito de revestimentos ativos com nanofibras de casca de arroz em abacate do cultivar ‘Quintal’. O estudo demonstrou que com a aplicação dos revestimentos houve um atraso na maturação do fruto por um período mínimo de 8 dias, possibilitando o prolongamento da vida útil do abacate. Os abacates revestidos tiveram a menor taxa respiratória, menor perda de massa e maior firmeza em relação ao fruto controle, durante todo o período de armazenamento. Os autores ainda afirmam que a aplicação do revestimento combinada com as boas práticas de higiene, contribuíram para o não aparecimento e não incidência de contaminação microbiológica visível. Alcántara *et al.* (2020) extraíram NFCs de palha de arroz e comprovaram a eficácia do seu uso como reforço em matriz polimérica, devido ao aumento em 4 (quatro) vezes do módulo de Young.

Resende *et al.* (2018) desenvolveram nanocompósitos com NFCs a partir da casca de eucalipto para o revestimento de morangos ‘Camarosa’ e verificaram que a adição das NFCs foi eficiente na manutenção da qualidade pós-colheita de morango. Os autores afirmam que as NFC associadas com a quitosana reduziram a perda de massa e o amolecimento do morango ‘Camarosa’. O quadro 3, apresenta os resultados da aplicação das NFCs como agentes de reforço em filmes e revestimentos comestíveis.

Quadro 3 – Avaliação das embalagens produzidas com NFCs <sup>1</sup>

Resíduos Propriedades	Resíduo de Óleo de Palma	Bagaço de Cana-de-açúcar	Palha de milho	Palha de trigo	Casca de Banana	Casca de Soja	Bagaço de Mandioca	Palha de Aveia
<b>Mecânicas</b> (Resistência à Tração, Alongamento na ruptura e Módulo de Young)	Maior resistência à tração, alongamento na ruptura e o módulo de Young	Aumento da resistência à tração e o módulo de Young e diminuição do alongamento na ruptura	Aumento à resistência a tração e o módulo de Young e diminuição do alongamento na ruptura	Maior resistência à tração e alongamento na ruptura	Menor alongamento na ruptura; maior resistência à tração e módulo de Young quando comparado com filmes controle	A adição de nanofibras ao filme não afetou significativamente a resistência à tração. Aumento do alongamento na ruptura	Aumento da resistência à tração; Menor alongamento na ruptura	Aumento da resistência à tração e o Módulo de Young; diminuição acentuada no alongamento na ruptura com o aumento da concentração de nanofibras
<b>Barreira</b> (Permeabilidade de vapor de água, Teor de umidade, Solubilidade em água e oxigênio)	N/I	Filme menos solúvel. Redução da hidrofobicidade de superfície e melhora a barreira ao vapor d'água	N/I	Diminuição da permeabilidade de vapor d'água e não influenciou a hidrofobicidade do filme.	Baixa umidade; Menor solubilidade em água; Melhor capacidade de barreira ao vapor d'água.	Maior solubilidade em água	Menor absorção de água com adição de nanofibras; Redução da permeabilidade do vapor de d'água	Diminuição da permeabilidade de vapor d'água Menor % de solubilidade de água.
<b>Ópticas</b> (Cor, Transmitância de luz e Cristalinidade)	Aumento da cristalinidade com a adição das nanofibras;	N/I	Filmes mais opacos devido à menor cristalinidade dos filmes e apresentou maior transmitância de luz.	Filmes mais opacos devido ao aumento da cristalinidade.	Filmes com nanofibras mostraram maior efetividade contra a luz UV e UVB. Boa barreira para evitar oxidação lipídica.	N/I	Filmes mais opacos devido ao aumento da cristalinidade	Maior opacidade dos filmes; Coloração amarelada e intensidade aumentada proporcionalmente às concentrações de nanofibras.
<b>Térmica</b>	N/I	N/I	N/I	N/I	N/I	Maior estabilidade térmica	N/I	N/I
<b>Físicas e Morfológicas (Tamanho médio)</b>	9,4nm diâmetro 104,52nm comprimento	Baixa proporção de enchimento na matriz do filme. 17,29nm diâmetro 247,51nm comprimento	7,0nm diâmetro 356,3nm comprimento	Aumentou as espessuras dos filmes. 17,5nm diâmetro 460nm comprimento	Boas interações entre as moléculas 6,25nm de diâmetro 1517,25nm de comprimento	Filmes de superfície mais lisa 13,5nm diâmetro 480nm comprimento	Superfícies homogêneas (sem bolhas ou rachaduras); Maior densidade 4,5nm de diâmetro	Diminuição da espessura do filme; Superfícies mais regulares, filmes mais forte e menor aglomeração. 20,31nm diâmetro

Fonte: Dos autores (2021)

<sup>1</sup> Os casos marcados por N/I (não identificado) se referem a dados não identificados nos estudos.

Os estudos avaliados mostraram as características de diferentes fontes de NFCs e sua aplicação em filmes e revestimentos. A adição das NFCs nos filmes e revestimentos tem por finalidade prolongar a vida útil dos produtos alimentícios e manter sua qualidade (XIE *et al.*, 2020). Mellinas *et al.* (2016) relataram o sucesso na produção de filmes de amido reforçados com NFCs obtidos do bagaço da cana-de-açúcar.

Em relação às propriedades mecânicas, resultados positivos foram observados quanto à aplicação de NFCs em embalagens para alimentos (MERCURI *et al.*, 2019; ILYAS *et al.*, 2019; TIBOLLA *et al.*, 2019). Filmes com NFCs foram, em geral, mais resistentes (agentes de reforço) e flexíveis, pois de acordo com os resultados observados, conferiram maior alongamento na ruptura (GUIMARÃES *et al.*, 2016). Já do Lago *et al.* (2021) observaram que a adição de NFCs de palha de trigo aumentou a resistência à tração dos filmes, conferindo filmes mais rígidos e menos flexíveis devido a diminuição considerável dos valores de alongamento, sendo assim a flexibilidade foi inversamente proporcional ao aumento observado na rigidez.

As NFCs aumentaram a barreira dos filmes ao vapor de água (tanto para produtos alimentícios frescos, quanto secos) (CAZÓN *et al.*, 2017). Segundo Tibolla *et al.*, (2019), os filmes utilizados como embalagem de alimentos devem evitar ou pelo menos diminuir a transferência de umidade entre os alimentos e a atmosfera ao redor. Esse efeito positivo é devido à capacidade das NFCs impedirem a transferência de água do meio externo para dentro da embalagem, impedindo também interações indesejáveis (CAZÓN *et al.*, 2017) e contaminação do produto (TRAVALINI *et al.*, 2019; XIE *et al.*, 2020).

Conforme Ma *et al.* (2017), Tibolla *et al.* (2019) e do Lago *et al.* (2021), as NFCs reduziram a solubilidade de água e permeabilidade ao vapor de água dos filmes. Essa redução é favorável para embalagens de alimentos, pois quando a água é absorvida pela embalagem ocorre uma interferência nas suas propriedades e diminui sua capacidade de proteção. Portanto, os filmes produzidos com biopolímeros devem possuir estabilidade, sendo menos solúvel para uma melhor aplicabilidade em alimentos. De acordo com do Lago *et al.* (2021) as NFCs tendem a ser menos higroscópicas que o amido devido ao seu maior grau de ordem molecular, o que lhes confere melhores propriedades de barreira.

A maioria dos estudos avaliados nesta revisão não consideraram a degradação térmica dos filmes, apesar dessa variável ser essencial na avaliação da aplicabilidade da tecnologia proposta, pois reflete na resistência à temperatura e afetar sua aplicação como embalagens de alimentos. Mercuri *et al.*, analisaram a degradação térmica de filmes adicionados de nanofibras

de casca de soja e observaram que os filmes que continham as NFCs apresentaram uma maior temperatura de decomposição, o que conferiu uma maior estabilidade ao filme.

A aplicação de NFC também foi efetiva como barreira à luz UV e UVB, reduzindo a oxidação dos produtos, atendendo à demanda de desenvolvimento de embalagens com barreira de luz que possam evitar a fotoxidação de alimentos (TIBOLLA *et al.*, 2019). Com a adição de NFCs, os filmes apresentaram-se mais opacos devido à alta cristalinidade. A coloração dos filmes apresentou-se mais amarelada com o aumento das concentrações de nanofibras (TRAVALINI *et al.*, 2019; XIE *et al.*, 2020).

Em relação às propriedades físicas, a adição de NFCs aumentou a espessura e a densidade dos filmes. Guimarães *et al.* (2016) e do Lago *et al.* (2021) observaram em seus estudos filmes mais espessos devido a adição das NFCs. Segundo Guimarães *et al.* (2016), quanto maior a espessura do filme, mais resistente à perfuração e menor a permeabilidade ao vapor d'água. Segundo do Lago *et al.* (2021) o aumento da espessura pode ser devido à maior relação massa / volume das formulações contendo NFCs.

As NFCs obtidas pelos diversos resíduos agroindustriais apresentam diferentes estruturas cujos métodos de extração podem afetar diretamente sua morfologia em termos de tamanho. Os artigos utilizados neste trabalho mostraram que as NFCs apresentaram tamanhos adequados para melhor aplicação em embalagens. Gan e Chow (2018) indicam que a análise morfológica deve ser realizada antes e depois dos tratamentos químicos durante o isolamento da nanocelulose, para avaliar a efetiva diminuição do tamanho das fibras.

Diante disso, pode-se inferir que os biopolímeros adicionados de NFCs são uma boa alternativa a serem aplicados como filmes e revestimentos, em virtude de suas propriedades. Novos estudos deveriam avaliar a toxicidade e a biodegradabilidade, pois além de serem aplicadas em alimentos é necessário verificar também sua decomposição no meio ambiente (ILYAS *et al.*, 2018).

#### **4 CONCLUSÕES**

Devido à preocupação crescente quanto ao impacto que embalagens plásticas vêm causando ao meio ambiente, as embalagens biodegradáveis tornaram-se uma alternativa, por serem obtidas de fontes renováveis e ecologicamente corretas. Este artigo de revisão, baseado em 55 estudos recentes, discorre sobre o potencial de utilização de NFCs, obtidas de resíduos agroindustriais, no desenvolvimento de embalagens biodegradáveis para alimentos.

Apesar de o amido ser uma opção consciente e sustentável para desenvolvimento de embalagens biodegradáveis, apresenta limitações quanto à sua aplicação devido às propriedades

mecânicas e de barreira. Tendo em vista a possibilidade de combinação com o amido, as NFCs passaram a ser analisadas como alternativa para melhorar as propriedades do amido.

Com base nos estudos avaliados, é possível afirmar que existem vantagens em se utilizar NFCs, oriundas de resíduos agroindustriais, em embalagens. Sua presença, em embalagens à base de amido, os torna mais resistentes e com mais barreiras à água. Além disso, as NFCs podem diminuir a oxidação e conseqüentemente, aumentar a vida útil dos alimentos, mostrando-se adequadas para aplicação em embalagens biodegradáveis. No entanto, a aplicação das NFCs pode alterar a coloração original das embalagens (filmes/revestimentos), tornando-as mais amareladas, o que pode afetar a decisão de compra do consumidor.

Visto que as NFCs, comprovadamente, suprem deficiências apresentadas pelas embalagens de amido, elas podem conspirar a favor de uma melhor proteção e maior conservação dos alimentos. A aplicação de NFCs em embalagens biodegradáveis pode contribuir para uma redução de embalagens plásticas no setor de alimentos e, conseqüentemente, para a redução dos negativos impactos ambientais a elas atribuídos.

Destaca-se que, apesar de todos os seus benefícios, as NFCs ainda não são largamente utilizadas no mercado. Sugere-se, por conseguinte, novos estudos que identifiquem os motivos e o que pode ser feito para que elas sejam amplamente utilizadas e aceitas, considerando sua maquinabilidade.

Esta revisão contribuirá para estudos futuros de pesquisadores na área da Ciência dos Alimentos, em especial as áreas de pós colheita de frutas e hortaliças e embalagens para alimentos. Portanto, propõe-se a realização de novas pesquisas que incluam novas análises como os fatores de toxicidade (não analisada nos estudos) e propriedades térmicas (pouco analisadas), que podem ser determinantes na aplicação das NFCs em embalagens biodegradáveis destinadas a alimentos.

## REFERÊNCIAS

- ALCÁNTARA, J. C. *et al.* Biocomposites from rice straw nanofibers: Morphology, thermal and mechanical properties. **Materials**, [s. l.], v. 13, n. 9, 2020. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85085486850&doi=10.3390%2fma13092138&partnerID=40&md5=6de1759b33a592cb847b52c76921d257>.
- ALI, J. B. *et al.* Extraction and Characterization of Cellulose Nanofibres and Cellulose Nanocrystals from Sammaz-14 Maize Cobs. **Journal of Natural Fibers**, [s. l.], 2020. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85097625713&doi=10.1080%2f15440478.2020.1856279&partnerID=40&md5=5e5ee1fe0db76433ed14771ff2dbaf23>.

AL-TAYYAR, N. A.; YOUSSEF, A. M.; AL-HINDI, R. Antimicrobial food packaging based on sustainable Bio-based materials for reducing foodborne Pathogens: A review. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 310, p. 125915, 2020.

AMARA, C. *et al.* Nanocellulose-based composites for packaging applications. **Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry**, p. 100512, 2021.

ARQUELAU, P. B. de F. *et al.* Characterization of edible coatings based on ripe “Prata” banana peel flour. **Food Hydrocolloids**, [s. l.], v. 89, p. 570–578, 2019.

ASROFI, M. *et al.* Effect of duration of sonication during gelatinization on properties of tapioca starch water hyacinth fiber biocomposite. **International Journal of Biological Macromolecules**, [s. l.], v. 108, p. 167–176, 2018.

BANGAR, S. P.; WHITESIDE, W. S.. Nano-cellulose reinforced starch bio composite films-a review on green composites. **International Journal of Biological Macromolecules**, 2021.

BILATTO, S. *et al.* Lignocellulose nanocrystals from sugarcane straw. **Industrial Crops and Products**, [s. l.], v. 157, 2020. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85091335888&doi=10.1016%2fj.indcrop.2020.112938&partnerID=40&md5=1dacb538d1ef4fb5e820b0f19f41e3e5>.

BORGES, G. S. B.; LIMA, G. Â. B. Revisão sistemática baseada em pesquisa bibliográfica estruturada – PPBE: um mapeamento sobre análise facetada aplicada à arquitetura da informação. *In*: TENDÊNCIAS ATUAIS E PERSPETIVAS FUTURAS EM ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO, 2017. **Tendências atuais e perspectivas futuras em organização do conhecimento, 2017, ISBN 978-972-8627-75-1, págs. 791-802.** [S. l.]: Centro de Estudos Interdisciplinares do Século XX, 2017. p. 791–802. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6580718>. Acesso em: 29 jul. 2021.

CAMPOS, A. de *et al.* Bionanocomposites produced from cassava starch and oil palm mesocarp cellulose nanowhiskers. **Carbohydrate Polymers**, [s. l.], v. 175, p. 330–336, 2017.

CARELI-GONDIM, Í. *et al.* The effect of active coating and refrigerated storage on the quality of avocado cultivar, Quintal. **Journal of Food Science and Technology**, [s. l.], v. 57, n. 1, p. 143–151, 2020.

CAZÓN, P. *et al.* Polysaccharide-based films and coatings for food packaging: A review. **Food Hydrocolloids**, [s. l.], v. 68, p. 136–148, 2017.

CHEN, Q.-J. *et al.* The preparation and characterization of nanocomposite film reinforced by modified cellulose nanocrystals. **International Journal of Biological Macromolecules**, [s. l.], v. 132, p. 1155–1162, 2019.

CHI, K.; WANG, H.; CATCHMARK, J. M. Sustainable starch-based barrier coatings for packaging applications. **Food Hydrocolloids**, [s. l.], v. 103, p. 105696, 2020.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pos-Colheita De Frutas E Hortaliças - Fisiologia E Manuseio**. Lavras: [s. n.], 2005.

- DIAS, M. C. *et al.* Influence of hemicellulose content of Eucalyptus and Pinus fibers on the grinding process for obtaining cellulose micro/nanofibrils. **Holzforschung**, [s. l.], 2019. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85067971888&doi=10.1515%2fhf-2018-0230&partnerID=40&md5=6559162b0845c549df19b98facb91951>.
- DO LAGO, R. C. *et al.* Obtaining cellulosic nanofibrils from oat straw for biocomposite reinforcement: Mechanical and barrier properties. **Industrial Crops and Products**, [s. l.], v. 148, p. 112264, 2020.
- DO LAGO, R. C. *et al.* Addition of wheat straw nanofibrils to improve the mechanical and barrier properties of cassava starch-based bionanocomposites. **Industrial Crops and Products**, v. 170, p. 113816, 2021.
- DO PRADO, N. R. T. *et al.* Strength improvement of hydroxypropyl methylcellulose/ starch films using cellulose nanocrystals. **Cerne**, [s. l.], v. 23, n. 4, p. 423–434, 2017.
- FLORENCIA, V.; LÓPEZ, O. V.; GARCÍA, M. A. Exploitation of by-products from cassava and ahipa starch extraction as filler of thermoplastic corn starch. **Composites Part B: Engineering**, [s. l.], v. 182, p. 107653, 2020.
- FONSECA, A. S. *et al.* Improving cellulose nanofibrillation of non-wood fiber using alkaline and bleaching pre-treatments. **Industrial Crops and Products**, [s. l.], v. 131, p. 203–212, 2019.
- GAN, I.; CHOW, W. S. Antimicrobial poly(lactic acid)/cellulose bionanocomposite for food packaging application: A review. **Food Packaging and Shelf Life**, [s. l.], v. 17, p. 150–161, 2018.
- GUIMARÃES, I. C. *et al.* Cellulose microfibrillated suspension of carrots obtained by mechanical defibrillation and their application in edible starch films. **Industrial Crops and Products**, [s. l.], v. 89, p. 285–294, 2016.
- GUIMARÃES JUNIOR, M.; TEIXEIRA, F. G.; TONOLI, G. H. D. Effect of the nanofibrillation of bamboo pulp on the thermal, structural, mechanical and physical properties of nanocomposites based on starch/poly(vinyl alcohol) blend. **Cellulose**, [s. l.], v. 25, n. 3, p. 1823–1849, 2018.
- HASAN, M. *et al.* Active edible sugar palm starch-chitosan films carrying extra virgin olive oil: Barrier, thermo-mechanical, antioxidant, and antimicrobial properties. **International Journal of Biological Macromolecules**, [s. l.], v. 163, p. 766–775, 2020.
- HASSAN, E. A.; FADEL, S. M.; HASSAN, M. L. Influence of TEMPO-oxidized NFC on the mechanical, barrier properties and nisin release of hydroxypropyl methylcellulose bioactive films. **International Journal of Biological Macromolecules**, [s. l.], v. 113, p. 616–622, 2018.
- HUANG, L. *et al.* Reparation and properties of cassava residue cellulose nanofibril/cassava starch composite films. **Nanomaterials**, [s. l.], v. 10, n. 4, 2020. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85083440012&doi=10.3390%2fnano10040755&partnerID=40&md5=d288d11fb2d9d1e1b7d899f20b1c575c>.



ILYAS, R. A. *et al.* Development and characterization of sugar palm nanocrystalline cellulose reinforced sugar palm starch bionanocomposites. **Carbohydrate Polymers**, [s. l.], v. 202, p. 186–202, 2018.

ILYAS, R. A. *et al.* Effect of sugar palm nanofibrillated cellulose concentrations on morphological, mechanical and physical properties of biodegradable films based on agro-waste sugar palm (*Arenga pinnata* (Wurmb.) Merr) starch. **Journal of Materials Research and Technology**, [s. l.], v. 8, n. 5, p. 4819–4830, 2019.

JULLANUN, P.; YOKSAN, R. Morphological characteristics and properties of TPS/PLA/cassava pulp biocomposites. **Polymer Testing**, [s. l.], v. 88, p. 106522, 2020.

KIAN, L.K. *et al.* A review on processing techniques of bast fibers nanocellulose and its polylactic acid (PLA) nanocomposites. **International Journal of Biological Macromolecules**, [s. l.], v. 121, p. 1314–1328, 2019.

KIAN, L. K. *et al.* A review on processing techniques of bast fibers nanocellulose and its polylactic acid (PLA) nanocomposites. **International Journal of Biological Macromolecules**, [s. l.], v. 121, p. 1314–1328, 2019.

LANDIM, A. P. M. *et al.* Sustentabilidade quanto às embalagens de alimentos no Brasil. **Polímeros**, [s. l.], v. 26, n. spe, p. 82–92, 2016.

LEITE, A. L. M. P.; ZANON, C. D.; MENEGALLI, F. C. Isolation and characterization of cellulose nanofibers from cassava root bagasse and peelings. **Carbohydrate Polymers**, [s. l.], v. 157, p. 962–970, 2017.

LI, Z. *et al.* Applications of nanocellulosic products in food: Manufacturing processes, structural features and multifaceted functionalities. **Trends in Food Science & Technology**, 2021.

MA, X. *et al.* Hydrophilic modification of cellulose nanocrystals improves the physicochemical properties of cassava starch-based nanocomposite films. **LWT**, [s. l.], v. 86, p. 318–326, 2017.

MELLINAS, C. *et al.* Active edible films: Current state and future trends. **Journal of Applied Polymer Science**, [s. l.], v. 133, n. 2, 2016. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84944153554&doi=10.1002%2fapp.42631&partnerID=40&md5=dc9c99291de7b8ba4be07253926e7a63>.

MERCI, A. *et al.* Films based on cassava starch reinforced with soybean hulls or microcrystalline cellulose from soybean hulls. **Food Packaging and Shelf Life**, [s. l.], v. 20, p. 100321, 2019.

MISHRA, R. K. *et al.* Recent progress in selected bio-nanomaterials and their engineering applications: An overview. **Journal of Science: Advanced Materials and Devices**, [s. l.], v. 3, n. 3, p. 263–288, 2018.

MONTERO, B. *et al.* Effect of nanocellulose as a filler on biodegradable thermoplastic starch films from tuber, cereal and legume. **Carbohydrate Polymers**, [s. l.], v. 157, p. 1094–1104, 2017.

MUJTABA, M. *et al.* Production of novel chia-mucilage nanocomposite films with starch nanocrystals; An inclusive biological and physicochemical perspective. **International Journal of Biological Macromolecules**, [s. l.], v. 133, p. 663–673, 2019.

OTÀLORA GONZÁLEZ, C. M. *et al.* Effect of beetroot (*Beta vulgaris* L. var *conditiva*) fiber filler and corona treatment on cassava starch films properties. **Food Packaging and Shelf Life**, [s. l.], v. 26, p. 100605, 2020.

PALMATIER, R. W.; HOUSTON, M. B.; HULLAND, J. Review articles: purpose, process, and structure. **Journal of the Academy of Marketing Science**, [s. l.], v. 46, n. 1, p. 1–5, 2018.

PAUL, J.; CRIADO, A. R. The art of writing literature review: What do we know and what do we need to know?. **International Business Review**, [s. l.], v. 29, n. 4, p. 101717, 2020.

PIRES, J. R. A.; SOUZA, V. G. L.; FERNANDO, A. L. Valorization of energy crops as a source for nanocellulose production – Current knowledge and future prospects. **Industrial Crops and Products**, [s. l.], v. 140, 2019. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85070642073&doi=10.1016%2fj.indcrop.2019.111642&partnerID=40&md5=8841bd59712ae90ff44bc228db24b937>.

RESENDE, N. S. *et al.* Chitosan/Cellulose Nanofibril Nanocomposite and Its Effect on Quality of Coated Strawberries. **Journal of Food Quality**, [s. l.], v. 2018, p. 1–13, 2018.

SCATOLINO, M. V. *et al.* How the surface wettability and modulus of elasticity of the Amazonian paricá nanofibrils films are affected by the chemical changes of the natural fibers. **European Journal of Wood and Wood Products**, [s. l.], v. 76, n. 6, p. 1581–1594, 2018.

SNYDER, H. Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. **Journal of Business Research**, [s. l.], v. 104, p. 333–339, 2019.

SOTHORNVIT, R. Nanostructured materials for food packaging systems: new functional properties. **Current Opinion in Food Science**, [s. l.], v. 25, p. 82–87, 2019.

SOUZA, L. O. *et al.* Study of morphological properties and rheological parameters of cellulose nanofibrils of cocoa shell (*Theobroma cacao* L.). **Carbohydrate Polymers**, [s. l.], v. 214, p. 152–158, 2019.

TABASUM, S. *et al.* A review on blending of corn starch with natural and synthetic polymers, and inorganic nanoparticles with mathematical modeling. **International Journal of Biological Macromolecules**, [s. l.], v. 122, p. 969–996, 2019.

TAVARES, K. M. *et al.* Corn and cassava starch with carboxymethyl cellulose films and its mechanical and hydrophobic properties. **Carbohydrate Polymers**, [s. l.], v. 223, p. 115055, 2019.

TIBOLLA, H. *et al.* Banana starch nanocomposite with cellulose nanofibers isolated from banana peel by enzymatic treatment: In vitro cytotoxicity assessment. **Carbohydrate Polymers**, [s. l.], v. 207, p. 169–179, 2019.

- TIBOLLA, H. *et al.* Starch-based nanocomposites with cellulose nanofibers obtained from chemical and mechanical treatments. **International Journal of Biological Macromolecules**, [s. l.], v. 161, p. 132–146, 2020.
- TONG, C. *et al.* Effect of carboxylation cellulose nanocrystal and grape peel extracts on the physical, mechanical and antioxidant properties of konjac glucomannan films. **International Journal of Biological Macromolecules**, [s. l.], v. 156, p. 874–884, 2020.
- TONOLI, G. H. D. *et al.* Cellulose sheets made from micro/nanofibrillated fibers of bamboo, jute and eucalyptus cellulose pulps. **Cellulose Chemistry and Technology**, [s. l.], v. 53, n. 3–4, p. 291–305, 2019.
- TRAVALINI, A. P. *et al.* Cassava starch films reinforced with lignocellulose nanofibers from cassava bagasse. **International Journal of Biological Macromolecules**, [s. l.], v. 139, p. 1151–1161, 2019.
- TUMWESIGYE, K. S.; OLIVEIRA, J. C.; -GALLAGHER, M. J. S. Integrated sustainable process design framework for cassava biobased packaging materials: Critical review of current challenges, emerging trends and prospects. **Trends in Food Science & Technology**, [s. l.], v. 56, p. 103–114, 2016.
- VAEZI, K.; ASADPOUR, G.; SHARIFI, S. H. Bio nanocomposites based on cationic starch reinforced with montmorillonite and cellulose nanocrystals: Fundamental properties and biodegradability study. **International Journal of Biological Macromolecules**, [s. l.], v. 146, p. 374–386, 2020.
- XIE, Y. *et al.* Active biodegradable films based on the whole potato peel incorporated with bacterial cellulose and curcumin. **International Journal of Biological Macromolecules**, [s. l.], v. 150, p. 480–491, 2020.
- YI, T. *et al.* From cellulose to cellulose nanofibrils—a comprehensive review of the preparation and modification of cellulose nanofibrils. **Materials**, [s. l.], v. 13, n. 22, p. 1–32, 2020.
- ZINGE, C.; KANDASUBRAMANIAN, B. Nanocellulose based biodegradable polymers. **European Polymer Journal**, [s. l.], v. 133, p. 109758, 2020.

## ARTIGO 2 - COMPORTAMENTO DO CONSUMIDOR RELACIONADO AS EMBALAGENS PARA FRUTAS E HORTALIÇAS

Lara Maria dos Santos Ferraz e Silva, Yluska Bambirra Assunção, Álvaro Leonel de Oliveira Castro, Luiz Henrique de Barros Vilas Boas, Eduardo Valério de Barros Vilas Boas.

Departamento de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, 37200-000, Lavras, Minas Gerais, Brasil.

### RESUMO

Com o objetivo de identificar a percepção do consumidor com relação às embalagens tradicionais e biodegradáveis para frutas e hortaliças, utilizou-se como metodologia um estudo qualitativo, realizado com uma pesquisa de campo. A coleta de dados se deu pela técnica *laddering*, a partir de 32 entrevistas em profundidade, tratadas com análise de conteúdo e construção das *ladders* e uso do software LadderUx®. Obteve-se a matriz de implicações como forma de representação quantitativa das relações A-C-V encontradas e a construção do mapa hierárquico de valores que subsidiaram a interpretação e análise de resultados. Como conclusão destaca-se que o comportamento do consumidor de frutas e hortaliças tem sido orientado pelos valores terminais: qualidade de vida, felicidade e honestidade. Os valores instrumentais satisfação, consciência ambiental, confiança e autocuidado foram os que se destacaram no sentido de guiar o comportamento do consumidor. A partir da descoberta dos atributos de importância e dos valores que guiam o comportamento do consumidor, será possível orientar a produção de embalagens para que alcancem as expectativas, as necessidades e os desejos dos consumidores.

**Palavras-chaves:** percepção dos consumidores, *laddering*, embalagens biodegradáveis, nanofibras de celulose, valores pessoais, cadeia de meios-fins, frutas e hortaliças.

### ABSTRACT

Aiming to identify the consumer perception regarding the traditional and biodegradable packaging for fruits and vegetables, it was used as methodology a qualitative study, carried out with a field research. The data collection was made through the laddering technique, from 32 in-depth interviews, treated with content analysis and construction of ladders and use of the LadderUx® software. The implication matrix was obtained as a form of quantitative representation of the A-C-V relationships found and the construction of the hierarchical map of values that subsidized the interpretation and analysis of results. As a conclusion it is highlighted that fruit and vegetable consumer's behavior has been guided by terminal values: quality of life, happiness and honesty. The instrumental values satisfaction, environmental awareness, trust, and self-care were the ones that stood out in guiding consumer behavior. From the discovery of the attributes of importance and values that guide consumer behavior, it will be possible to guide the production of packaging to meet the expectations, needs and desires of consumers.

**Keywords:** consumer perception, laddering, biodegradable packaging, cellulose nanofibers, personal values, means-end chain, fruits and vegetables.

## 1 INTRODUÇÃO

As frutas e hortaliças são produtos altamente perecíveis devido à sua atividade metabólica após a colheita, necessitando assim, de um acondicionamento adequado que mitigue os processos de deterioração (XIE *et al.*, 2020). Por isso, os sistemas de embalagens são essenciais para proteção desses alimentos e manutenção de suas propriedades sensoriais e nutricionais, evitando perdas significativas entre a colheita e o consumidor final (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Considerando que 50% do total do mercado de embalagens se refere àquelas destinadas a alimentos e bebidas, a depender de sua matéria-prima, essas embalagens podem provocar grande impacto ao meio ambiente. Em sua maioria, elas são compostas por plástico (extraído de recursos não renováveis) por serem versáteis e de baixo preço. Contudo, os resíduos plásticos tornaram-se um problema ambiental, em virtude do descarte incorreto que gera um grande acúmulo de resíduos sólidos, não recicláveis (materiais orgânicos contaminados) (ILYAS *et al.*, 2018; TAVARES *et al.*, 2019; TRAVALINI *et al.*, 2019; AL-TAYYAR; YOUSSEF; AL-HINDI, 2020; XIE *et al.*, 2020).

Diante de uma regulamentação ambiental cada vez mais rigorosa, da necessidade de adequação dos produtores de embalagens de alimentos, da crescente demanda dos consumidores por produtos de qualidade e processos ecologicamente corretos, da contínua escassez de recursos fósseis e da necessidade de reduzir o impacto ambiental desencadeado pelo acúmulo de resíduos plásticos não biodegradáveis, aumenta-se o interesse em descobrir materiais alternativos para embalagens que garantam a qualidade e conservação de frutas e hortaliças (CHITARRA; CHITARRA, 2005; MONTERO *et al.*, 2017; GAN; CHOW, 2018; MERCI *et al.*, 2019; JULLANUN; YOKSAN, 2020).

Com a evolução da tecnologia, o amido tem sido estudado como uma boa opção de matéria-prima para embalagens biodegradáveis de alimentos por suas propriedades e pela redução do impacto ambiental que representaria. Por outro lado, o amido apresenta algumas restrições como sua baixa flexibilidade e resistência e suas frágeis propriedades mecânicas que limitam sua aplicação (OLIVEIRA *et al.*, 2017). Entretanto, a efetividade de nanofibras celulósicas como reforço para a estrutura de embalagens à base de amido tem sido comprovada, visto que aumenta sua resistência mecânica e de barreira (GAN; CHOW, 2018; ILYAS *et al.*, 2019; SOTHORNVIT, 2019). Logo, embalagens à base de amido reforçadas com nanofibras celulósicas têm potencial para serem utilizadas na proteção, manutenção da qualidade e no aumento da vida útil dos alimentos

Diante desse cenário, entende-se por necessário um estudo sobre o comportamento do consumidor em relação às embalagens biodegradáveis produzidas com nanofibras de celulose, tendo em vista seus benefícios ambientais e econômicos, na intenção de avaliar suas percepções e motivações para o consumo de embalagens biodegradáveis (ALVES; ARAÚJO, 2018). As pesquisas de *marketing* podem contribuir para o desenvolvimento de novas embalagens a partir da percepção do consumidor com relação aos benefícios do uso de embalagens biodegradáveis produzidas com nanofibras de celulose.

Estudos de *marketing* apontam a relevância dos valores pessoais na decisão de compra dos consumidores (SCHWARTZ *et al.*, 2012; CERJAK *et al.*, 2014). Segundo Schwartz *et al.* (2012) e Cerjak *et al.* (2014), esses valores influenciariam na seleção, avaliação e julgamento das embalagens em relação à sua capacidade de garantir a qualidade e conservação das frutas e hortaliças, bem como, que sejam ecologicamente corretas e biodegradáveis. De forma similar, Gandia *et al.* (2018), Castro *et al.* (2019) e Vilas Boas, Sette e Brito (2006) estudaram a percepção do consumidor com relação à cápsula de café, vinho, produtos orgânicos, respectivamente sendo identificados os valores que guiam o comportamento, bem como as relações entre atributos, consequências e valores que caracterizam o comportamento desses consumidores. Entretanto, não foram identificados estudos científicos relacionados à percepção do consumidor em relação ao consumo de embalagens biodegradáveis produzidas com NFCs a partir de resíduos agroindustriais, o que torna este trabalho inédito.

Com isso, essa pesquisa se justifica pela realização de um estudo inédito relacionado à motivação do consumo de frutas e hortaliças, a partir da teoria de valores pessoais concatenada à teoria de cadeia meios-fins que relacionam os atributos das suas embalagens, as consequências e os valores pessoais, a fim de identificar os valores que guiam o comportamento do consumidor. A partir da descoberta dos atributos, consequência e valores de importância, será possível orientar a produção de embalagens para que alcancem as expectativas, as necessidades e os desejos dos consumidores.

Neste sentido, este artigo tem por objetivo identificar a percepção do consumidor em relação às embalagens para frutas e hortaliças considerando os pressupostos da teoria de valores pessoais e da cadeia de meios-fins.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 Embalagens para frutas e hortaliças**

As embalagens são essenciais para o avanço do comércio e de modo geral, seu objetivo é a proteção para garantir a qualidade do produto nos mais diversos setores (LANDIM *et al.*,

2016; ANDRADE *et al.*, 2021). No setor alimentício as embalagens são peças-chaves na comercialização dos produtos, desenvolvidas de forma a manter a integridade dos alimentos e suas qualidades nutricionais, além de proporcionar a comunicação entre a marca e o consumidor final (MADHUSUDAN; CHELLUKURI; SHIVAKUMAR, 2018; SCHAEFER; CHEUNG, 2018; SHARMA *et al.*, 2021).

De acordo com a Associação Brasileira de Embalagens (ABRE), em 2019 houve um aumento da produção física de embalagens de aproximadamente 6,5% em relação ao ano de 2018. As embalagens plásticas, mais utilizadas para alimentos, representaram a maior parcela dessa produção. Esta situação coloca o Brasil como o 4º maior produtor de lixo plástico do mundo, o que é muito preocupante, uma vez que apenas 1,28% do total é efetivamente reciclado (abaixo da média global de reciclagem plástica que é de 9%) (ABRE, 2019; WWF, 2019).

Apesar de a sociedade em geral saber dos impactos gerados pelas próprias ações ao meio ambiente, muitas pessoas ainda não se sensibilizaram quanto ao descarte apropriado de resíduos sólidos (GOUVEIA, 2012). O descarte inadequado de resíduos sólidos, além de acarretar vários problemas de infraestrutura nas cidades, causa também sérios problemas ambientais (FERREIRA, 2019).

As embalagens plásticas são amplamente utilizadas para a produção de embalagens de alimentos por serem de baixo custo, facilidade de processamento e alta resistência a danos mecânicos e químicos. No entanto, do ponto de vista ecológico, esse tipo de material apresenta grande desvantagem por não ser biodegradável, ocasionando sérios problemas ambientais (ROMEIRO, 2012; LANDIM *et al.*, 2016).

O desenvolvimento das embalagens vem ocorrendo de forma crescente devido às evoluções contínuas relacionadas às matérias-primas e aos sistemas das embalagens. Atualmente, vários estudos vêm sendo desenvolvidos para monitorar a integridade do alimento durante seu armazenamento e transporte, com o intuito de também buscar alternativas para a redução de plásticos. Uma alternativa viável para a redução dos resíduos plásticos, é a utilização de materiais de fontes renováveis para a produção de embalagens para alimentos (MAGRINI, 2012). O amido, por exemplo, classificado como um biopolímero, se destaca por ser uma matéria-prima biodegradável. Entretanto, apresenta algumas restrições, como baixa flexibilidade e resistência, que limitam sua aplicação em frutas e hortaliças (OLIVEIRA *et al.*, 2017).

As embalagens biodegradáveis contribuem positivamente com a sustentabilidade, pois são fabricadas a partir de materiais oriundos de fontes ambientalmente corretas, com tecnologias limpas de produção e são recuperáveis após sua utilização. No entanto, a

sustentabilidade de uma embalagem também depende do consumidor, uma vez que precisa ser corretamente utilizado ou descartado (LANDIM *et al.*, 2016).

Atualmente, as nanofibras têm ganhado notoriedade no meio científico como uma matéria-prima promissora a ser empregada na produção de embalagens biodegradáveis para alimentos, pois apresentam alto desempenho devido às suas partículas estarem em dimensões nanométricas, conferindo melhor dispersão quando incorporadas nas matrizes de embalagens, melhorando suas propriedades (TIBOLLA *et al.*, 2020; DO LAGO *et al.*, 2020; AL-TAYYAR; YOUSSEF; AL-HINDI, 2020; VAEZI; ASADPOUR; SHARIFI, 2020; ZINGE; KANDASUBRAMANIAN, 2020).

As nanofibras constituem uma matriz de biopolímero reforçada com nanopartículas, que, quando utilizadas juntamente com embalagens feitas com amido, reforçam a estrutura das embalagens, conferindo maior resistência mecânica e melhor resistência ao calor. A utilização das nanofibras como material de reforço traz também outros benefícios como o de ser biodegradável, podendo ser obtidas de resíduos agroindustriais (materiais ecologicamente corretos e de baixo custo) (PEREIRA *et al.*, 2014; HASSAN; FADEL; HASSAN, 2018; MISHRA *et al.*, 2018; BALAKRISHNAN *et al.*, 2019; ZINGE; KANDASUBRAMANIAN, 2020).

Devido às mudanças de hábito dos consumidores, novos atributos passaram a ser exigidos nas embalagens para alimentos (KARASKI *et al.*, 2016). Para se adequar a essa nova demanda de mercado, os desenvolvedores de embalagens avaliam como tendências de crescimento: conservação da qualidade dos produtos; desenvolvimento de embalagens biodegradáveis; preocupação com o meio ambiente; embalagens higiênicas; embalagens resistentes a danos; resistentes à transferência de água; embalagens anatômicas; embalagens atóxicas; selos de sustentabilidade; informações do produto e atração visual.

O estudo dos atributos das embalagens que podem influenciar na decisão de compra dos consumidores pode contribuir com o aumento das vendas de alimentos, por meio de embalagens construídas com modelos convenientes, práticos, apresentadas em tamanhos e formatos diversos que atendam aos anseios do consumidor (FRATA *et al.*, 2009). Neste contexto, os atributos das embalagens devem ser cada vez mais explorados para satisfazer as necessidades dos consumidores. Este estudo aborda alguns atributos que o consumidor considera como importantes, relacionados às embalagens convencionais e às embalagens biodegradáveis que podem ser produzidas com nanofibras de celulose, sendo eles:

**Conservação da qualidade do produto:** o tipo de embalagem no qual o produto é acondicionado pode influenciar na sua vida útil. Deste modo, as embalagens devem evitar



alterações das características sensoriais dos produtos alimentícios, tais como: sabor, textura, doçura, aceitação global, aroma, deterioração física, química e microbiológica do produto (SOUSA *et al.*, 2013).

**Embalagem Limpa:** os atributos de qualidade externos são aqueles imediatamente perceptíveis no momento da aquisição do produto, e que, usualmente, são o primeiro fator de aprovação/reprovação por parte do consumidor (SOUSA *et al.*, 2013). A inocuidade dos alimentos consiste na ausência de contaminantes, toxinas e qualquer outra substância que possa converter o alimento em algo nocivo. O armazenamento, o transporte e manuseamento adequado das embalagens evitam a agregação de sujidade às mesmas, evitando as contaminações biológicas, químicas ou físicas por agentes externos (SILVA, *et al.*, 2018).

**Embalagem biodegradável:** o avanço da consciência ambiental tem estimulado o desenvolvimento das embalagens biodegradáveis, que é uma área de grande potencial de estudos, pois viabiliza o uso como forma de amenizar os problemas ambientais gerados por resíduos plásticos (MALI; GROSSMANN; YAMASHITA, 2010). As embalagens biodegradáveis são aquelas que não agridem o meio ambiente podendo ser obtidas a partir de fontes naturais renováveis (LANDIM *et al.*, 2016). Além disso, Silva, Souza e Leal (2013) citam que o ambiente influencia a qualidade de vida das pessoas e por isso deve-se minimizar os problemas ambientais.

**Resistente a danos:** as embalagens protegem os alimentos e por isso devem ser resistentes tanto a fatores externos (transporte e armazenamento) quanto internos (deterioração). A resistência das embalagens a danos, principalmente mecânicos, deve ser levada em consideração no momento da fabricação (LANDIM *et al.*, 2016). Atualmente, estudos são realizados com a finalidade de produzir embalagens que sejam tanto biodegradáveis quanto resistentes a danos mecânicos. As nanofibras de celulose estão sendo empregadas como agente de reforço em embalagens biodegradáveis, conferindo-lhes maior resistência (GUIMARÃES *et al.*, 2016; MERCI *et al.*, 2019; ILYAS *et al.*, 2019; TIBOLLA *et al.*, 2019).

**Resistente à transferência de água:** As embalagens devem oferecer proteção aos alimentos, principalmente quanto à transferência de água, pois um ambiente úmido pode ocasionar a proliferação de microrganismos, desencadeando uma série de avarias aos alimentos (NASCIMENTO, 2014). Devido a isso, têm sido empregados materiais para embalagens que inibam a transferência de água. As nanofibras de celulose demonstraram ter capacidade de diminuir essa transferência de água quando aplicadas em embalagens biodegradáveis de amido (CAZÓN *et al.*, 2017; TIBOLLA *et al.*, 2019).

**Embalagem anatômica:** as embalagens anatômicas para alimentos têm sido estudadas para garantir uma melhor qualidade, principalmente às frutas e hortaliças. De acordo com Ferreira (2008), no setor de frutas e hortaliças, ocorrem grandes perdas devido à utilização de embalagens inadequadas, durante toda a cadeia de transporte, que causam danos mecânicos, levando ao desperdício.

**Embalagem não tóxica:** a utilização das embalagens plásticas em alimentos, aumenta a preocupação com a possibilidade de interação entre embalagem/alimento. Devido a isso, esse atributo passou a apresentar maior relevância, principalmente para os consumidores que buscam por produtos que não comprometam sua saúde (FRIAS; SILVA; GAVA, 2017). Contudo, ainda são poucos os estudos com relação à toxicidade das embalagens, tanto para as plásticas quanto para as biodegradáveis, que precisam ser analisadas para identificar se seus resíduos apresentam componentes tóxicos que possam interagir ou migrar para os alimentos ou se são seguras para o consumidor.

**Selo de certificação de sustentabilidade:** As embalagens podem comunicar a sustentabilidade de um processo de produção e assegurar o direito de seus consumidores a produtos ambientalmente responsáveis, por meio de um selo de certificação. Esses selos são independentes, possuem critérios rígidos e avaliações contínuas, que concedem alta credibilidade e representam segurança para os consumidores (AZEVEDO *et al.*, 2014).

**Atrativa visualmente:** a atração visual de uma embalagem pode induzir a uma determinada escolha conforme as preferências do consumidor, uma vez que atinge seus sentidos. A embalagem é gravada com facilidade por apresentar uma variedade de cores, imagens tridimensionais, formatos e tipos de letras (MARTINS, 2010).

**Comunicar informações do produto:** as informações contidas nas embalagens são um fator muito importante para a comunicação entre a empresa e o consumidor final. Elas devem satisfazer as necessidades de marketing da empresa e informar o consumidor sobre o produto (BENDINO; POPOLIM; OLIVEIRA, 2012; ALMEIDA; ARAGÃO, 2019). Mesmo sem a compra do produto, as embalagens possibilitam a comunicação e a visibilidade do produto (YOSHIHARA; CASSIANO, 2010).

A partir destes atributos das embalagens, pretende-se identificar os valores que guiam o comportamento do consumidor de frutas e hortaliças, aplicando a teoria da cadeia de meios-fins.

## 2.2 Comportamento do consumidor com base em valores pessoais

As teorias que conceituam os valores humanos foram aplicadas ao *marketing* por diversos autores para defender a ideia de que o comportamento do consumidor se fundamenta em valores que são apreendidos socialmente por eles e que orientam ou motivam os seus atos de consumo (MASON, 2000).

De acordo com Walker e Olson (1991), é necessário ter uma estrutura que permita a identificação e interpretação dessas motivações que estão associadas entre a relação do consumidor e um determinado produto. Reynolds e Rochon (1991) recomendam o emprego da teoria da cadeia de meios-fins para obter as estruturas psicológicas, cognitivas e social dos consumidores nas relações de consumo, permitindo interligar atributos de um certo produto a níveis de abstração da personalidade do consumidor.

Gutman (1982) propôs a teoria da cadeia de meios-fins para analisar o comportamento do consumidor considerando a estrutura de valores que orienta as motivações que guiam o consumidor, identificando as ligações entre seus valores e comportamentos, capazes de explicar uma escolha de um bem ou serviço. De acordo com Fabbrizzi *et al.* (2017), a teoria da cadeia de meios-fins tem por finalidade compreender a estrutura conceitual que liga o produto (ou seja, um conjunto de atributos) ao consumidor (ou seja, um conjunto de valores), que compreende as profundas motivações das decisões de compra.

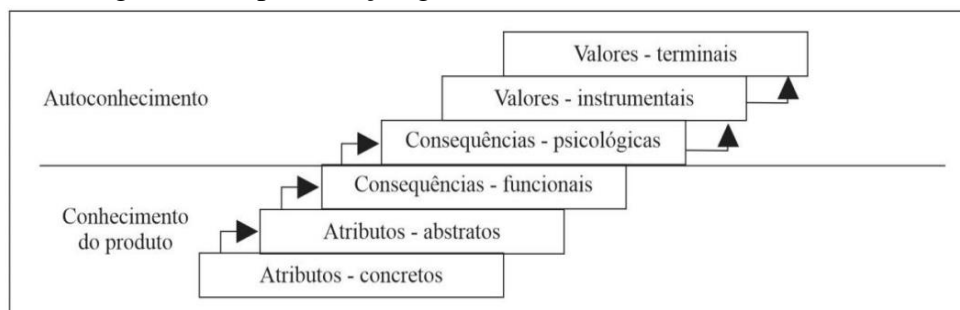
Para Gutman (1982), os meios são considerados objetos (produtos) ou atividades nas quais as pessoas se envolvem. Os fins são estados valiosos de ser, tal como, felicidade, segurança, realização. Ainda segundo o autor, a cadeia de meios e fins tem por finalidade explicar como a escolha de um produto ou serviço facilita a obtenção dos estados finais desejados. Esse modelo consiste em elementos que representam os principais processos de consumo que ligam os valores aos comportamentos.

Walker e Olson (1991) desenvolveram uma estrutura teórica indicada no emprego da análise e interpretação das percepções dos consumidores quanto aos produtos e a eles próprios. Esta estrutura possibilita a construção do ordenamento entre elementos, que permite descobrir as relações entre atributos, consequências e valores manifestadas na abstração dos consumidores. Segundo Vilas Boas, Sette e Brito (2006) e Ikeda, Campomar e Chamir (2014) a teoria da cadeia meios e fins segue níveis de hierarquia quando relacionam atributos, consequências e valores, como apresentado na Figura 1.

Os atributos são considerados características de um produto ou serviço. As consequências são as vantagens associadas aos atributos que estão diretamente ligadas à

influência no comportamento e percepção do consumidor. E os valores pessoais precedem as motivações que satisfazem os consumidores.

Figura 1 - Representação gráfica da teoria da cadeia meios-fim



Fonte: Vilas Boas, Sette, Brito (2006, p. 28).

Conforme demonstrado na representação gráfica apresentada por Vilas Boas, Sette e Brito (2006), a cadeia de meios-fins é representada por atributos de um produto ou serviço que podem ser subdivididos em concretos (aspectos físicos e tangíveis) ou abstratos (aspectos imateriais e intangíveis); as consequências do uso, subdivididas em funcionais (experiência direta do consumidor) ou psicológicas (efeitos psicossociais do consumo); e os valores que orientam o consumo, subdivididos em instrumentais (comportamentos para se alcançar o estado fim) ou terminais (estado fim almejado pela motivação) (WALKER; OLSON, 1991; VILAS BOAS; SETTE; BRITO, 2006; IKEDA; CAMPOMAR; CHAMIE, 2014; IKEDA; CAMPOMAR; CHAMIE, 2014; CASTRO; BOAS; TONELLI, 2018).

A etapa final das motivações de consumo expressas na cadeia de meios-fins de Gutman (1982) é representada pelos valores instrumentais e terminais. Uma forma de compreender os fatores que motivam a decisão de compra e as relações cognitivas do indivíduo frente ao consumo de produtos e serviços, é utilizando a teoria de valores pessoais (Schwartz, 1992; 2017; Schwartz *et al.*, 2012).

Schwartz (1992) propôs uma estrutura contendo dez valores pessoais universais (1992) considerando vários contextos sociais. Mais tarde (2012), esta teoria foi refinada chegando a 19 valores pessoais universais em (2017). Segundo o autor, os valores são distinguidos de acordo com os interesses das pessoas, podendo se apresentar sob os aspectos voltados para resultados de foco pessoal/particular, ou sob foco social/coletivo. O que distingue um determinado valor de outro é o tipo de objetivo ou motivação envolvida em que o valor poderá se manifestar. Com isso, os valores pessoais podem assumir funções de orientar os indivíduos de acordo com seus próprios interesses e benefícios (SCHWARTZ, 1992; SCHWARTZ *et al.*, 2012; SCHWARTZ, 2017).

Esta teoria, quando aplicada a estudos sobre o comportamento do consumidor, buscam

entender como as motivações estão relacionadas à julgamentos, critérios de seleção, e justificação de ações de indivíduos mediante ao consumo. Portanto, a teoria de valores pessoais pode contribuir para a compreensão das expectativas, percepções e o grau de importância, onde o sujeito percebe e atribui tais relações ao consumo de um produto, serviço ou marca, tornando-se propício conhecer suas motivações e comportamentos (SCHWARTZ, 2017). Os valores pessoais universais propostos por Schwartz são apresentados a seguir no Figura 1 (SCHWARTZ, 1992; SCHWARTZ *et al.*, 2012; SCHWARTZ, 2017).

Figura 1 – Estrutura circular motivacional dos valores pessoais



Fonte: Schwartz (2017, p. 57) – traduzido pelos autores

A estrutura circular motivacional dos valores pessoais, permite a identificação das motivações que fazem com que os indivíduos se concentrem na busca de resultados pessoais ou sociais; tendam a estar aberto a mudanças ou prefiram conservar o estado atual das coisas; sirvam os próprios interesses ou pensem no bem coletivo; e cresçam livre de ansiedade ou a evitem como forma de autoproteção (SCHWARTZ, 2017).

De acordo com Rokeach (1968, 1973) o valor pode ser conceituado como uma crença duradoura na busca dos objetivos e metas perseguidas pelos indivíduos, estando incorporado

nos atos e condutas durante toda a existência de uma pessoa. Os valores instrumentais representam atitudes adotadas pelos indivíduos que regem a busca pelas metas a serem atingidas e os terminais representam os objetivos perseguidos pelas pessoas.

Esta perspectiva teórica necessita de uma abordagem metodológica capaz de construir o escalonamento hierárquico das motivações de consumo. Normalmente, a *laddering* é utilizada, pois possibilita obter as ligações entre os elementos que compõem a hierarquia estabelecida entre atributos, consequências e valores, na teoria de cadeia meios-fim (REYNOLDS; GUTMAN, 1988).

Estudos similares têm sido conduzidos com a finalidade de avaliar a percepção dos consumidores em relação a determinados produtos, como, por exemplo, os estudos relacionados a produtos orgânicos (VILAS BOAS; SETTE; BRITO, 2006), cápsulas de café (GANDIA *et al.*, 2018) e vinhos (CASTRO *et al.*, 2019).

### **3 METODOLOGIA DE PESQUISA**

A pesquisa é de caráter qualitativo, para avaliar os atributos, consequências e valores reconhecidos pelo consumidor com relação às embalagens comuns e aquelas desenvolvidas com nanofibras. Optou-se por essa abordagem em virtude de proporcionar uma experiência interativa com os sujeitos e engajá-los efetivamente na pesquisa e é relevante em pesquisas de comportamento do consumidor, pois tem grande potencial descritivo para compreender as nuances envolvidas com esse comportamento (SAUERBRONN; CERCHIARO; AYROSA, 2011; LAKATOS; MARCONI, 2021). Este estudo é caracterizado como uma pesquisa de campo, que tem como finalidade obter informações sobre um determinado problema de pesquisa utilizando de uma amostragem de indivíduos de determinada população (LAKATOS; MARCONI, 2021). A amostra foi não probabilística e intencional e a seleção dos indivíduos foi feita por conveniência, foram identificadas pessoas que, quando perguntadas, se declararam consumidores de frutas e hortaliças (perfil pretendido no estudo), e como elementos dessa população, são capazes de manifestar sua opinião (LAKATOS; MARCONI, 2021).

O desenvolvimento desta pesquisa foi aprovado pela Comissão de Ética em Pesquisa - CEP da Universidade Federal de Lavras- UFLA, sob o número de Protocolo CAAE: 40720420.6.0000.5148. O estudo foi conduzido de forma remota, cujos convites foram *on-line* por meio de aplicativos de mensagens de texto.

Aqueles consumidores que demonstraram interesse em participar da pesquisa, tiveram sua entrevista agendada. Os entrevistados formalizaram seu consentimento de participação, assinando o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE e responderam às questões

sobre seu perfil sociodemográfico por meio de um formulário *on-line* (APÊNDICE A). No total foram realizadas 32 entrevistas de acordo com o roteiro (APÊNDICE B), por meio de videoconferência, em virtude da pandemia do COVID-19 que impossibilitou encontros presenciais.

Este estudo utilizou a técnica *laddering* devido a possibilidade de identificação das estruturas cognitivas em níveis mais abstratos, ou seja, permite encontrar as razões pelas quais um consumidor compra um determinado produto (REYNOLDS; GUTMAN, 1998).

A técnica *laddering* seguiu algumas etapas: a primeira se deu pela realização das entrevistas em profundidade. Para a coleta de dados, partiu-se de um contexto específico relacionado à compra/consumo de frutas e hortaliças. Foi apresentado um cenário de situação de compra na qual os entrevistados estavam em um mercado para comprar frutas e hortaliças e foi solicitado pela pesquisadora que eles avaliassem as embalagens a partir da pergunta: “dentro desses atributos, quais você considera importantes em uma embalagem?”. Os atributos apresentados foram previamente selecionados com base em uma revisão bibliográfica sendo eles: conservação da qualidade dos produtos; embalagens biodegradáveis; embalagem limpa; embalagens resistentes a danos; resistentes à transferência de água; embalagens anatômicas; embalagens não tóxicas; selos de sustentabilidade; informações do produto e atrativa visualmente. Dentro esta lista, os entrevistados precisavam escolher 3 (três) atributos relacionados às embalagens.

Após a definição dos atributos pelos entrevistados, o entrevistador conduziu o diálogo em busca das consequências de uso do produto, sejam elas funcionais ou psicológicas, visando atingir os valores pessoais que motivam o seu comportamento de consumo (REYNOLDS; GUTMAN, 1988). Desta maneira, foi possível atender aos pressupostos da estrutura hierárquica da cognição do indivíduo idealizados na teoria da cadeia de meios-fins.

A segunda etapa seguiu com os procedimentos de análise e interpretação dos dados obtidos na etapa anterior. Primeiramente foram realizadas as transcrições das gravações das entrevistas e leituras detalhadas destas transcrições, dando destaque aos pontos importantes para categorizar os atributos (A) físicos ou abstratos; as consequências (C) de uso funcionais ou psicológicas; e os valores (V) instrumentais ou terminais, permitindo a análise de conteúdo, segundo Bardin (2011). As informações obtidas foram sintetizadas e codificadas para a caracterização hierárquica entre os atributos-consequências-valores (A-C-V) e foram dados significados aos códigos. O resultado final foi consolidado em um quadro de código-resumo contendo os principais elementos provenientes das entrevistas, classificados e codificados dentro da hierarquia de valor. Com o intuito de reduzir potenciais vieses de interpretação e

umentar a validade e a confiabilidade desta pesquisa qualitativa, a análise foi realizada por todos os autores, chegando à análise apresentada (PAIVA JÚNIOR; LEÃO; MELLO, 2011).

Posteriormente, foram construídas as *ladders* individuais de cada entrevista, ou seja, foram atribuídos os códigos gerados na etapa anterior de acordo com o sentido produzido pela narração do entrevistado.

Após a construção das *ladders* individuais, foi possível desenvolver a matriz de implicação, que constitui-se de um quadro de linhas e colunas, que apresenta as relações existentes entre A-C-V e exibe o número de vezes que cada elemento leva a outro para estabelecer as relações e a quantidade de citações diretas ou indiretas de um atributo que leva a uma consequência, que por sua vez, pode indicar (ou não) um valor pessoal que é determinante nas motivações e atitudes de consumo (A-C-V) (REYNOLDS; GUTMAN, 1988, VELUDO-DE-OLIVEIRA; IKEDA, 2008; IKEDA; CAMPOMAR; CHAMIE, 2014). A quantidade de relações entre os elementos mostra as relações diretas (XX) aparecem à esquerda e as indiretas (YY) estão à direita. Neste estudo, utilizou o *software LadderUX*<sup>®</sup>, para a construção da matriz de implicação.

Seguindo a metodologia de análise, foi confeccionado o Mapa Hierárquico de Valor (MHV), utilizando também o *software LadderUX*<sup>®</sup>, que demonstra de forma visual, as relações estabelecidas entre A-C-V, considerando as relações diretas (XX) e indiretas (YY) estabelecidas nas cadeias geradas a partir da matriz de implicação. O MHV mostra a interconexão entre as cadeias mais significativas, expondo a percepção global dos respondentes e as relações mais relevantes, em um mapa de fácil leitura e interpretação (REYNOLDS; GUTMAN, 1988).

De acordo com Veludo-de-Oliveira e Ikeda (2008) pode ocorrer um grande número de ligações entre os componentes no MHV, tornando-o confuso e de difícil interpretação. Nesse sentido, as autoras recomendam estabelecer um ponto de corte para determinar uma quantidade mínima de relações existentes entre os códigos, com o objetivo de priorizar as informações mais importantes da matriz de implicação. O ponto de corte foi definido de acordo com Reynolds e Gutman (1988) que consideram que as relações existentes entre os códigos A-C-V devem representar cerca de dois terços (66%) das relações.

#### **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O perfil sociodemográfico dos 32 entrevistados deste estudo mostra que, predominantemente, os entrevistados foram do sexo feminino (75% - 24 entrevistados); a faixa de idade que prevaleceu foi entre 45 a 54 anos (34% - 11 entrevistados) e a maioria possui o



ensino superior (66% - 21 entrevistados). Acerca da renda familiar, as faixas salariais que se destacaram estão entre 1 a 3 salários (47% - 15 entrevistados) e 3 a 6 salários (25% - 8 entrevistados).

A partir da análise de conteúdo das entrevistas foram identificados 35 códigos-resumo que estão apresentados no Quadro 1, dos quais 10 são atributos, 14 são consequências e 11 são valores que orientam o comportamento de consumidores de frutas e hortaliças.

Quadro 1 – Códigos-resumos atribuídos na relação A-C-V

<b>Cód.</b>	<b>Atributos Concreto</b>	<b>Cód.</b>	<b>Consequências psicológicas</b>
<b>1</b>	Embalagem anatômica	<b>21</b>	Segurança no produto
<b>2</b>	Embalagem biodegradável	<b>22</b>	Credibilidade com a marca
<b>3</b>	Comunica informações	<b>23</b>	Influência na decisão de compra
<b>4</b>	Resistente a danos	<b>24</b>	Fidelização dos clientes
<b>5</b>	Resistente a transferência de água	<b>Cód.</b>	<b>Valores instrumentais</b>
<b>6</b>	Limpa	<b>25</b>	Consciência Ambiental
<b>Cód.</b>	<b>Atributos abstratos</b>	<b>26</b>	Responsabilidade coletiva
<b>7</b>	Atrativa visualmente	<b>27</b>	Consciência financeira
<b>8</b>	Selo de sustentabilidade	<b>28</b>	Confiança
<b>9</b>	Conserva a qualidade do produto	<b>29</b>	Autocuidado
<b>10</b>	Embalagem não tóxica	<b>30</b>	Cuidado com o outro
<b>Cód.</b>	<b>Consequências funcionais</b>	<b>31</b>	Satisfação
<b>11</b>	Contribuição com o meio ambiente	<b>32</b>	Consumo consciente de alimentos
<b>12</b>	Proteção dos alimentos	<b>Cód.</b>	<b>Valores terminais</b>
<b>13</b>	Não afeta a saúde	<b>33</b>	Felicidade
<b>14</b>	Evita desperdício	<b>34</b>	Qualidade de vida
<b>15</b>	Economia de dinheiro	<b>35</b>	Honestidade
<b>16</b>	Diminuem a contaminação do produto		
<b>17</b>	Atrai o cliente		
<b>18</b>	Comodidade		
<b>19</b>	Esclarece informações		
<b>20</b>	Mantém a qualidade do produto		

Fonte: Dos autores (2021)

A análise do conteúdo permitiu a identificação de 96 *ladders* categorizados nos códigos apresentados, que foram utilizados para a construção das relações entre atributos, consequências e valores. Utilizando o software *LadderUX*<sup>®</sup>, as 96 *ladders* foram lançadas, consolidando 1.275 relações na matriz de implicação (Figura 2), sendo que 434 relações são diretas e 841 relações são indiretas.

Adotou-se o ponto de corte 4 para representar apenas as cadeias formadas pelas ligações mais fortes, conforme orientam Reynolds e Gutman (1988), evitando que a representação gráfica do MHV fique carregada com muitas informações. Considerando o ponto de corte 4, foram estabelecidas 771 entre os códigos, aproximadamente 60,47% das

informações, das quais 262 eram relações diretas e 509 relações indiretas, que explicam a estrutura cognitiva dos entrevistados.

A partir da Figura 2, observa-se que os atributos concretos 2 (embalagem biodegradável), 4 (embalagem resistente à danos), 6 (embalagem limpa) e o atributo abstrato 9 (conservar a qualidade do produto) tiveram um maior índice de centralidade. Isto quer dizer que esses atributos apresentaram um maior somatório entre as relações diretas e indiretas, demonstrando que são importantes na avaliação das embalagens para frutas e hortaliças.

No que diz respeito às consequências, os elementos que foram mais citados pelos entrevistados foram as consequências funcionais de número 12 (proteção dos alimentos) e 14 (evita desperdício) e a consequência psicológica 21 (segurança no produto). Essas consequências estão relacionadas diretamente com os alimentos.

“A segurança para mim significa que eu estou protegida. Neste caso, eu diria que estou sendo protegida para não consumir um produto que não esteja adequado. ”

(Entrevistado 26)

“Uma embalagem resistente a danos no meu ponto de vista é importante para proteger os alimentos que eu comprei” (Entrevistado 28)

Com relação aos valores, os instrumentais que foram mais representativos devido às relações estabelecidas foram os de número 28 (confiança), 29 (autocuidado) e 31 (satisfação). Os valores terminais apresentados nesta análise foram importantes para a avaliação da estrutura cognitiva dos consumidores. Na Figura 2 é possível avaliar que os valores 33 (felicidade) e 34 (qualidade de vida), foram mais expressivos que o 35 (honestidade), devido ao maior número de relações diretas e indiretas.

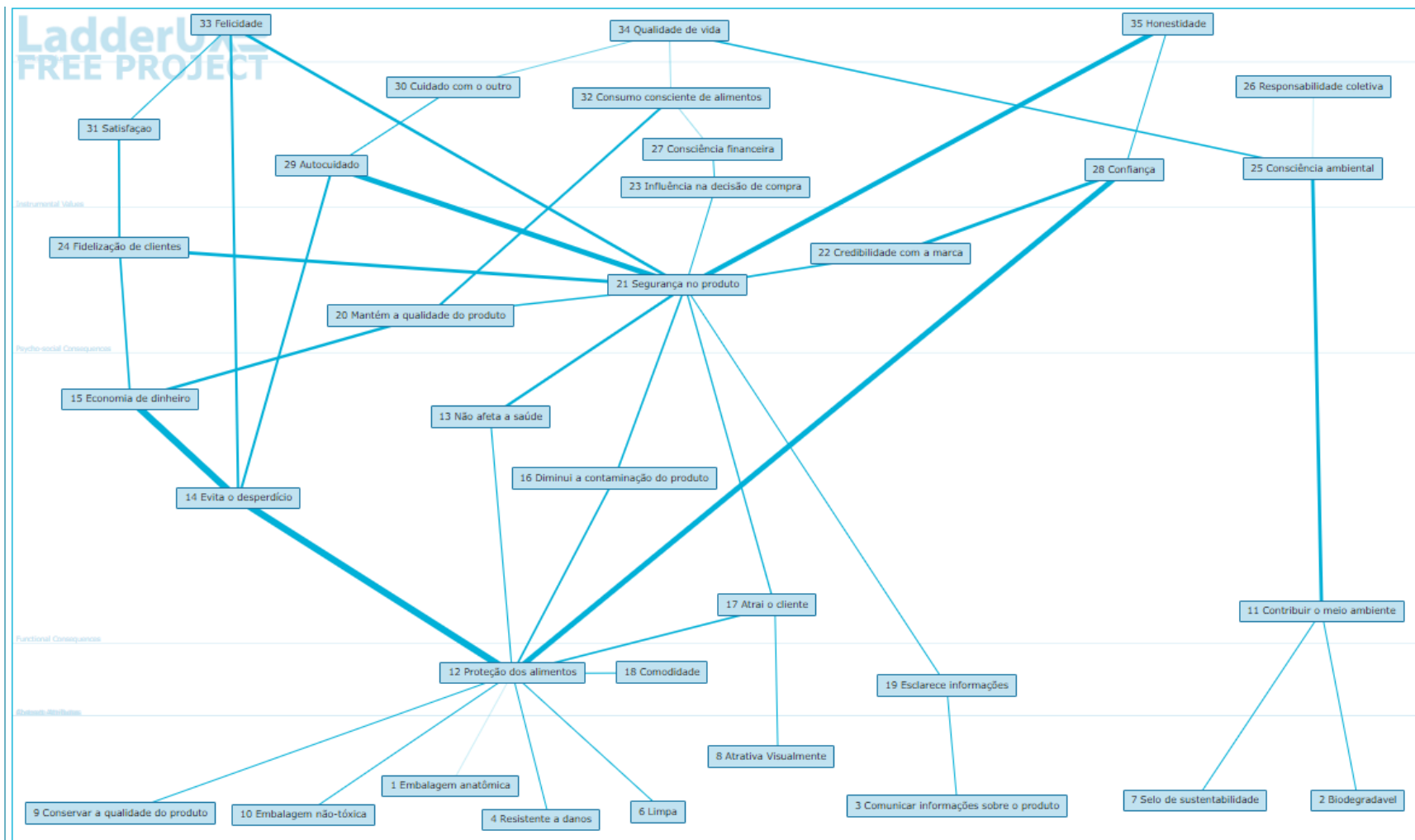
A partir da matriz de implicação (Figura 2) obteve-se o MHV (Figura 3) com o auxílio do software *LadderUX*<sup>®</sup>. Este mapa representa o conjunto das relações entre os atributos das embalagens para frutas e hortaliças, as consequências percebidas e os valores que orientam o comportamento dos consumidores.

Figura 2 - Matriz de Implicação

	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	Total	Centralidade	
01		4 0		2 2	0 1	0 2		1 2		0 2	0 2		0 1				0 1	0 1	0 3		0 3	0 3	0 1	0 3		7 27	<b>0.008</b>	
02	10 0		0 1												0 9	0 5	0 1		0 2				0 2			10 20	<b>0.012</b>	
03			2 0	0 1					7 2		0 8	0 3	0 1			0 1		0 5	0 1	0 1	0 1				0 5	9 30	<b>0.010</b>	
04	1 0	13 2	0 1	0 6	0 6	0 1		0 2		1 2	0 8			0 5	0 1		0 5	0 3	0 2	0 1	0 4	0 2	0 2	0 1	0 2	15 56	<b>0.017</b>	
05		2 0	0 1	1 1		0 2											0 1		0 2		0 1					3 8	<b>0.003</b>	
06		7 0	1 2	0 2	0 1	5 1	1 6			0 1	0 9		0 7	0 8				0 3	0 5	0 3	0 4	0 1	0 3	0 3	0 1	14 60	<b>0.016</b>	
07	4 0						1 0		1 2		0 9	0 2	0 1		0 5	0 2		0 2					0 3	0 3	0 1	6 17	<b>0.007</b>	
08				0 1	0 1		4 0			1 0	0 2		1 4				0 3	0 1			0 2		0 2		0 1	6 17	<b>0.007</b>	
09		13 0	0 3	1 6	0 6	0 1	0 1	0 1		0 11	0 10	0 1	0 1				0 6	0 2	0 4	0 2	0 6	0 5	0 4	0 5		19 75	<b>0.022</b>	
10		4 0	3 4	0 1							0 5	0 1		0 1			0 1	0 2	0 6	0 5			0 2			7 28	<b>0.008</b>	
11		1 0	1 0	0 1					2 0			1 0			9 5	1 6		0 1	0 1					0 4			15 21	<b>0.035</b>
12			10 1	16 2	5 8	3 3	2 3	2 2		6 10	6 21	0 1	0 4	0 10	0 1		1 12	0 9	0 14	0 7	0 12	0 10	0 9	0 8	0 3	51 150	<b>0.115</b>	
13				2 0	1 0	2 0	1 0	1 1			9 3	0 1	0 1	0 2	1 0		0 1	1 2	1 11	0 6	0 3	0 1	0 3	0 1	0 1	19 37	<b>0.041</b>	
14					10 0	3 0	1 2	1 2	1 0	5 3	0 5		0 1	3 1	0 1		1 6	0 2	1 4	0 2	0 3	0 13	0 4	0 6		26 55	<b>0.055</b>	
15							2 1	1 0			3 2	3 2	1 0	1 3			3 3	0 1	0 2	0 3	0 3	0 6	0 3	0 6		14 34	<b>0.035</b>	
16							2 0	1 0			2 3		3 1	0 2				0 2	3 4	0 2	0 5	0 2	0 3	0 3	0 1	11 26	<b>0.028</b>	
17							2 0	1 0		2 0	6 2		3 4	1 4			0 2	0 2	0 2	0 2	0 4	0 2	0 2	0 2	0 1	12 29	<b>0.030</b>	
18									1 0		1 0						1 1		1 0		2 1	0 2	0 2	0 1		6 7	<b>0.014</b>	
19										8 0	1 3	0 1			1 2	1 1		0 6	0 1	0 1	0 1	1 0			0 5	12 21	<b>0.028</b>	
20										8 0	0 1	2 0	1 0				0 5	0 2	0 3	0 2	2 1	3 4	0 1	0 4	0 1	16 24	<b>0.040</b>	
21											5 0	7 0	5 2		1 0		3 3	6 8	8 8	1 6	7 4	2 1	0 5	0 4	0 8	45 49	<b>0.101</b>	
22														2 0			1 0	4 3	0 1	0 1			0 1	0 3		7 9	<b>0.016</b>	
23														3 0			5 0	2 1	1 2	1 1	1 2	0 1	0 3	1 4	1 1	15 15	<b>0.037</b>	
24														1 0	1 0		1 0	3 0	2 0	1 2	5 0	0 1	0 3	0 1	0 1	13 8	<b>0.031</b>	
25															6 0									1 3		11 3	<b>0.029</b>	
26																			1 0	1 0				1 0	0 1	3 1	<b>0.014</b>	
27																		2 0	1 0	2 0	1 0	4 0	1 2	1 3	1 0	13 5	<b>0.035</b>	
28																			2 0	1 1			2 1	1 0	5 0	11 2	<b>0.036</b>	
29																				6 0	3 0	2 0	0 1	3 4	2 0	16 5	<b>0.043</b>	
30																						1 0	2 0	4 0		7 0	<b>0.024</b>	
31																						1 0	7 0	1 1	0 1	9 2	<b>0.035</b>	
32																							2 0	4 0		6 0	<b>0.023</b>	
33																											<b>0.016</b>	
34																											<b>0.020</b>	
35																											<b>0.010</b>	
Total	15 0	49 2	17 13	22 23	16 23	13 10	14 13	6 9	12 5	19 31	43 80	7 13	17 27	14 39	14 24	9 15	17 52	20 58	21 75	14 52	21 59	14 54	14 55	17 73	9 36	434 841	1	

Fonte: Dos autores (2021)

Figura 3 - Mapa hierárquico de valores dos consumidores de frutas e hortaliças



Fonte: Dos autores (2021)

Com base no MHV verifica-se que foram formadas diferentes cadeias que mostraram as estruturas cognitivas dos consumidores de frutas e hortaliças. Os atributos concretos e abstratos 1 (embalagem anatômica), 4 (embalagem resistente à danos), 6 (limpa), 9 (conservar a qualidade do produto) e 10 (embalagem não-tóxica) estão relacionados à consequência funcional 12 (proteção dos alimentos), sendo que os atributos 4 (embalagem resistente a danos) e 9 (conservar a qualidade do produto). Já os atributos 7 (selo de sustentabilidade) e 2 (embalagem biodegradável) tiveram uma maior relação com a consequência funcional 11 (contribuir com o meio ambiente).

De acordo com Reynolds e Gutman (1988), a análise do MHV permite compreender as percepções dos consumidores. A partir do MHV são identificadas várias orientações de percepção a partir da consequência 12 (proteção dos alimentos), originando cadeias de diferentes interpretações. Algumas cadeias apresentam linhas mais espessas devido ao maior número de relações entre os códigos. Pela existência de consequências comuns a várias cadeias, como as de número 12 e 21, destacam-se que as cadeias com o maior volume de relações foram: 4/9-12-14-15-24-31-33 com 70 relações diretas e 7 indiretas; e 10-12-13-16-21-29-30-34, com 36 relações diretas e 12 indiretas, se caracterizando como os entrevistados.

A partir da análise das relações do MHV é possível identificar grupos específicos de consumidores, o que facilitaria as ações estratégicas posteriores. Estes segmentos orientam sua decisão de compra baseados em valores. Foram identificados quatro grupos distintos com fortes relações:

1º GRUPO – CUSTO-BENEFÍCIO: este grupo de consumidores reflete o valor terminal felicidade (33), associado à redução do desperdício de alimentos e ter uma economia financeira. A cadeia que chega ao valor 33 e parte dos atributos 4 (embalagem resistente a danos) e 9 (conservar a qualidade do produto), direcionam a cadeia para a sequência de códigos 12-14-15-24-31-33. Esses atributos podem ser encontrados nas embalagens biodegradáveis produzidas com nanofibras de celulose e estão associados à proteção dos alimentos (12), ao seu melhor aproveitamento (14) e à economia financeira (15), fatores que favorecem a fidelização dos consumidores (24). Essas consequências são importantes sob o ponto de vista dos consumidores, pois representam uma valorização do custo-benefício em se adquirir um produto adequadamente embalado que manterá sua qualidade, possibilitará seu melhor aproveitamento e, portanto, seu dinheiro estaria bem empregado. Considerando ainda, que essa cadeia foi uma das mais representativas no MHV, pode-se dizer que o custo-benefício se torna, então, um fator estratégico para ações de marketing, refletindo o foco nos recursos, um dos valores pessoais de acordo com a teoria de valores de Schwartz (2017). De acordo com Chitarra e Chitarra (2005)

e Xie *et al.* (2020), as embalagens contribuem para a conservação dos alimentos, principalmente de frutas e hortaliças, sujeitas a um maior desperdício por serem produtos perecíveis. Os consumidores associaram a satisfação (31) à resistência da embalagem e conservação da qualidade do produto, o que reflete o atendimento aos anseios do consumidor descrito por Frata *et al.* (2009). Por fim, o consumidor reconhece a concretização de um valor pessoal de Schwartz (2017), realização, no valor terminal felicidade (33) como um bem maior a partir da cadeia constituída.

“Porque apesar do valor adicional atribuído às embalagens com essas características não levaria se o preço fosse muito superior ao mesmo produto em uma embalagem convencional. Eu pensaria com relação ao custo-benefício.” (Entrevistado 18)

2º GRUPO – PROTEÇÃO DO ALIMENTO: este grupo de consumidores reflete o valor da qualidade de vida (34), cuja cadeia se dá a partir do atributo 9 (conservar a qualidade do produto) que é direcionado para a consequência 12 (proteção do alimento), o que demonstra que, para os consumidores, as embalagens são de extrema importância para a proteção dos alimentos. De acordo com Silva *et al.* (2018), frutas e hortaliças têm uma maior perda entre o transporte e o armazenamento. O encadeamento 9-12-14-15-20-32-34 representa o reconhecimento do consumidor de que a proteção dos alimentos (12), conforme indica Sousa *et al.* (2013), favorece seu aproveitamento (14) e economia (15), uma vez que a embalagem é capaz de manter a qualidade (20), demonstrando o consumo consciente de alimentos (32) e refletindo a intenção de uma boa qualidade de vida (34) por parte dos consumidores.

“ Eu acho que esse atributo é importante porque o objetivo das embalagens além de transportar os alimentos é conservar a qualidade deles. Então esse atributo é importante para garantir que o alimento chega e seguro até a nossa casa. ” (Entrevistado 22)

GRUPO 3 e 4 - CREDIBILIDADE: os grupos 3 e 4 são representados por duas cadeias distintas, a partir do atributo 6 (embalagem limpa), da consequência 12 (proteção do alimento) e pelo valor da confiança (28), e ambos evidenciam a importância da confiança do consumidor no fornecedor, a partir de uma boa apresentação da embalagem, que deve estar limpa. A primeira cadeia é representada pela sequência de códigos 6-12-28-35. O atributo embalagem limpa (6) se relaciona à proteção dos alimentos (12), o que gera confiança (28) no consumidor. Ressalta-se que esta cadeia apresenta um elevado número de relações estabelecidas, o que demonstra que uma embalagem limpa é reconhecida como capaz de proteger adequadamente o

alimento, transmitindo maior confiança ao consumidor e, conseqüentemente, reflete a honestidade (35) dos fornecedores daquele produto, ou seja, uma embalagem limpa transmite credibilidade ao consumidor e pode ser um ponto de partida para orientar ações de marketing. Destaca-se que em relação a essa proteção do alimento, as embalagens de nanofibras de celulose podem oferecer bom desempenho (NASCIMENTO, 2014; CAZÓN *et al.*, 2017; TIBOLLA *et al.*, 2019). A segunda cadeia deste grupo segue a seqüência de códigos 6-12-13-21-22-28-35 e refere-se às questões de saúde e segurança (13 e 21) agregadas à limpeza e proteção que, desta forma, passam mais segurança (21) ao consumidor e geram mais credibilidade (22) e confiança (28) com as marcas e fornecedores. Este grupo de consumidores considera, portanto, que o fornecedor é honesto (35), sendo esta, uma garantia de que o produto está apto para o consumo. Para Brunso, Fjord e Grunert (2002) a credibilidade é uma questão de confiança, que pode ser conquistada após o consumidor adquirir um produto. Na teoria de Schwartz (2017) este grupo também reflete os valores benevolência/confiabilidade e segurança que expressam a confiança que depositam no produto e no fornecedor.

“Eu achei legal, achei que o selo deu mais credibilidade a marca. Acho que me deu mais confiança.” (Entrevistado 26)

5º GRUPO – SAÚDE: está representado pelo grupo de pessoas que valorizam o autocuidado (29) e o cuidado como outro (30), o que reflete uma preocupação do consumidor com a sua saúde, assim como a saúde dos seus familiares, por exemplo. Este grupo pode ser representado pela seqüência de códigos 10-12-13-16-21-29-30-34. Com relação ao atributo embalagem não tóxica (10) é identificada a consequência funcional 12 (proteção dos alimentos), que por sua vez, associa-se a dois aspectos: a saúde dos consumidores (13) e a diminuição da contaminação do produto (16). Ambas as consequências levam para a segurança do produto (21). De acordo com Andrade *et al.* (2013) os consumidores têm se preocupado cada vez mais com os alimentos que consomem, que envolvem tanto a qualidade do produto em si, como também questões relacionadas à segurança dos alimentos. A partir da consequência 21, chega-se no autocuidado (29) e no cuidado com o outro (30), o que conseqüentemente, promoveria uma melhor qualidade de vida (34) no ponto de vista dos consumidores. Sob o ponto de vista do marketing, a promoção de um produto que não afeta a saúde alcançaria bons resultados de venda junto aos consumidores, uma vez que corresponde ao valor social, conforme Schwartz (2017), benevolência/cuidado, uma devoção dos consumidores com o autocuidado e com o bem-estar do outro.

“Essa preocupação seria comigo mesmo com a minha saúde com a saúde dos meus filhos das pessoas que moram comigo” (Entrevistado 28)

6º GRUPO – CONSCIÊNCIA AMBIENTAL: este grupo de consumidores considera a consciência ambiental (25) como um fator importante para a compra. Pode ser orientado a partir dos atributos “embalagens biodegradáveis” (2) e com “selo de sustentabilidade” (7), que levam à sequência de códigos 11-25-26-34. Esse direcionamento de cadeia permite inferir que o consumo de embalagens com estes atributos traz contribuições positivas ao meio ambiente (11). Esse encadeamento sugere uma consciência ambiental (25) dos consumidores, refletindo uma responsabilidade coletiva (26), no valor social “universalismo/natureza”, sob o ponto de vista de Schwartz (2017). Esta cadeia possibilitaria uma melhor qualidade de vida (34) que, segundo Silva, Souza e Leal (2013) pode ser influenciada pelo ambiente em que se vive. Conforme Mercier *et al.* (2019) e Jullanun e Yoksan (2020) esta é uma atitude importante para a diminuição da poluição por embalagens plásticas. Estrategicamente, este grupo de consumidores poderia ser influenciado pela divulgação de que as embalagens não prejudicam o meio ambiente e/ou são produzidas de maneira ambientalmente correta.

“Acho que se cada um de nós fizermos esses tipos de ações com certeza melhoraria o nosso ambiente eu acho que cuidar do meio ambiente começa dentro da nossa casa.”  
(Entrevistado 4)

7º GRUPO - VISUAL E COMUNICAÇÃO: as sequências representadas pelos códigos 3-19 (comunicar informações sobre o produto e esclarecer informações); e 8-17 (atrativa visualmente e atrair clientes) foram aspectos menos representativos no comportamento do consumidor e não apresentaram ligações com as demais cadeias, não se enquadrando em nenhum outro grupo. Estas duas sequências direcionam para o código 21, proteção dos alimentos, a partir do qual, origina-se a cadeia de códigos 21-23-27-32-34 que, da mesma forma, sinalizam pouca relevância ao consumidor no sentido de influenciar na sua decisão de compra. Ressalta-se que estas cadeias não se caracterizaram como cadeias dominantes, não sendo, portanto, fatores impactantes na decisão de compra do consumidor. De acordo com Martins (2010) a atração visual de uma embalagem pode induzir a uma determinada escolha conforme as preferências do consumidor. Entretanto, neste estudo, a imagem e a comunicação das embalagens não se mostraram tão relevantes para a decisão de compra do consumidor.



“Eu acho de extrema importância que as embalagens informe ao consumidor todas as características daquele produto. Como você disse que as embalagens aqui seriam para frutas e hortaliças eu acredito que uma informação importante a ser apresentada nas embalagens de onde essas frutas ou hortaliças foram colhidas. Acho de extrema importância também constar a data de validade nestas embalagens. (Entrevistado 22)

É possível constatar no MHV a forte relação entre a proteção dos alimentos (12) e a segurança do consumidor (21), presente em várias cadeias, também relatada por Vieira, Buainain e Spers (2010) como importante, em virtude de garantir produtos livres de perigos que possam causar danos à saúde do consumidor (VIEIRA; BUAINAIN; SPERS, 2010).

Destaca-se, a partir do MHV, que os fatores que mais impactam na decisão de compra dos consumidores participantes da pesquisa são: a proteção dos alimentos, a segurança do produto e a consciência ambiental. A proteção dos alimentos teve fortes relações com a questão de evitar o desperdício e alcançar uma economia financeira. Por outro lado, também apresenta fortes ligações com a geração de confiança no consumidor em adquirir uma embalagem que ofereça proteção aos alimentos. A segurança do produto está fortemente ligada ao autocuidado, assim como à honestidade (do fornecedor). A consciência ambiental é decorrente do reconhecimento da necessidade de preservação do meio-ambiente. Entretanto, o reconhecimento dos benefícios das embalagens biodegradáveis, por parte do consumidor, ainda está abaixo dos demais, enquanto critério para escolha no consumo de embalagens. O comportamento do consumidor de frutas e hortaliças tem sido orientado também pelos valores instrumentais: responsabilidade coletiva, consciência financeira, confiança, autocuidado, cuidado com o outro, satisfação e consumo consciente de alimentos, que representam seu modo de conduta e pelos valores terminais: qualidade de vida, felicidade e honestidade, que estão relacionados aos estados finais que os consumidores desejam alcançar para si.

## 5 CONCLUSÃO

Por meio de uma pesquisa qualitativa, usando a técnica *Laddering*, foram escalonados os atributos, consequências e valores que demonstram as motivações e direcionam o comportamento dos consumidores, em especial na decisão de compras de frutas e hortaliças. A teoria da cadeia de meios-fins apresentou-se eficaz na avaliação da percepção dos consumidores com relação às embalagens para frutas e hortaliças e tem potencial para ser aplicada em outros estudos na área da ciência dos alimentos, como o desenvolvimento de novas embalagens.

A partir dos resultados, considera-se que o estudo conseguiu atingir o objetivo proposto, permitindo tanto a identificação dos atributos de embalagens para frutas e hortaliças

mais relevantes para os consumidores, ao mesmo tempo em que conseguiu identificar os valores que guiam o comportamento deste tipo de consumidor. Os valores terminais que guiam o comportamento dos consumidores de frutas e hortaliças, participantes da pesquisa foram: qualidade de vida, felicidade e honestidade. Os valores instrumentais “satisfação”, “consciência ambiental”, “confiança” e “autocuidado” foram os que se destacaram na opinião dos entrevistados.

Os entrevistados foram agrupados de acordo com suas percepções sobre o que mais impactava sua decisão de compra da seguinte forma: GRUPO 1: Custo-benefício; GRUPO 2: Proteção dos alimentos; GRUPOS 3 e 4: Credibilidade; GRUPO 5: Saúde; GRUPO 6: Consciência ambiental e GRUPO 7: Visual e Comunicação.

Os fatores que mais impactam na decisão de compra dos consumidores participantes da pesquisa são: a proteção dos alimentos (GRUPO 2), a segurança do produto (GRUPOS 2, 3 e 4) e a consciência ambiental (GRUPO 6), fatores identificados pela maioria dos entrevistados como importantes no ato de comprar frutas e hortaliças.

Alguns atributos que foram selecionados pelos consumidores já estão relacionados às embalagens que são produzidas com NFC a partir de resíduos agroindustriais, como por exemplo, embalagem resistente a danos, embalagem biodegradável e conservar a qualidade do produto. A identificação destes atributos mostra que estes consumidores não seriam resistentes a consumir embalagens biodegradáveis produzidas a partir de NFC obtidas de resíduos agroindustriais. A partir deste estudo, sugere-se a consideração destes aspectos tanto na produção de embalagens biodegradáveis de nanofibras de celulose produzidas a partir de resíduos agroindustriais, quanto no marketing destes produtos, para que sejam bem aceitos no mercado.

Apesar de presente, ainda há espaço para ampliação da consciência ambiental. Recomenda-se, portanto, aos produtores deste tipo de embalagem, que façam novas abordagens educativas junto aos consumidores para um maior entendimento dos benefícios oferecidos por este tipo de embalagem, conseguindo uma maior sensibilização dos consumidores.

Em outro ponto, características como a comunicação de informações sobre o produto e atração visual das embalagens impactam menos na decisão de compra dos consumidores, apesar destes aspectos serem importantes por transmitirem aos consumidores informações sobre os benefícios do produto.

Por se tratar de um estudo qualitativo, a pesquisa apresenta a possibilidade de generalização como uma limitação. Por outro lado, indica-se como possibilidade de novos

estudos, pesquisas aplicadas, com relação à aceitação das embalagens biodegradáveis com nanofibras de celulose para frutas e hortaliças pelo consumidor.

## REFERÊNCIAS

- AL-TAYYAR, N. A.; YOUSSEF, A. M.; AL-HINDI, R. Antimicrobial food packaging based on sustainable Bio-based materials for reducing foodborne Pathogens: A review. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 310, p. 125915, 2020.
- ALVES, D. A.; ARAÚJO, G. C. de. Percepção ambiental de discentes sobre o uso de sacolas plásticas. **Desenvolve Revista de Gestão do Unilasalle**, [s. l.], v. 7, n. 1, p. 55–68, 2018.
- ANDRADE, A. P. de *et al.* Contaminação de alimentos pela migração de componentes de embalagens: Casos de ocorrência. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 10, n. 2, p. e39710211411, 2021.
- ANDRADE, J. C. de *et al.* Percepção do consumidor frente aos riscos associados aos alimentos, sua segurança e rastreabilidade. **Brazilian Journal of Food Technology**, [s. l.], v. 16, n. 3, p. 184–191, 2013.
- AZEVEDO, D. B. de *et al.* Marketing verde e as certificações ambientais: um estudo empírico das embalagens dos produtos. [S. l.: s. n.], 2014.
- BALAKRISHNAN, P. *et al.* Physicochemical, mechanical, barrier and antibacterial properties of starch nanocomposites crosslinked with pre-oxidised sucrose. **Industrial Crops and Products**, [s. l.], v. 130, p. 398–408, 2019.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. 1ª ed. [S. l.]: Almedina, 2011.
- BENDINO, N. I.; POPOLIM, W. D.; OLIVEIRA, C. R. de Á. Avaliação do conhecimento e dificuldades de consumidores frequentadores de supermercado convencional em relação à rotulagem de alimentos e informação nutricional. **Journal of the Health Sciences Institute**, [s. l.], p. 261–265, 2012.
- BOAS, L. H. de B. V.; SETTE, R. de S.; BRITO, M. J. de. Comportamento do consumidor de produtos orgânicos: uma aplicação da teoria da cadeia de meios e fins. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, [s. l.], v. 8, n. 1, 2006. Disponível em: <http://revista.dae.ufla.br/index.php/ora/article/view/176>. Acesso em: 30 jul. 2021.
- BRASIL É O 4º PAÍS DO MUNDO QUE MAIS GERA LIXO PLÁSTICO. [S. l.], [s. d.]. Disponível em: <https://www.wwf.org.br/?70222/Brasil-e-o-4-pais-do-mundo-que-mais-gera-lixo-plastico>. Acesso em: 30 jul. 2021.
- BRUNSDØ, K.; FJORD, T. A.; GRUNERT, K. G. **Consumers' food choice and quality perception** MAPP Working Papers: MAPP Working Papers. [S. l.]: University of Aarhus, Aarhus School of Business, The MAPP Centre, 2002. Disponível em: <https://ideas.repec.org/p/hhb/aarmap/0077.html>. Acesso em: 30 jul. 2021.
- CASTRO, Á. L. de O. *et al.* Behind the wine glass: values that guide consumption in Minas Gerais – Brazil. **British Food Journal**, [s. l.], v. ahead-of-print, n. ahead-of-print, 2019. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/BFJ-05-2019-0329/full/html>. Acesso em: 29 jul. 2021.
- CASTRO, Á. L. de O.; BOAS, L. H. de B. V.; TONELLI, D. F. Valores Pessoais, Cadeia Meios-Fim, Identidade e Comportamento de Consumo em Alimentos: Uma Revisão

Bibliométrica. **ReMark - Revista Brasileira de Marketing**, [s. l.], v. 17, n. 6, p. 771–787, 2018.

CAZÓN, P. *et al.* Polysaccharide-based films and coatings for food packaging: A review. **Food Hydrocolloids**, [s. l.], v. 68, p. 136–148, 2017.

CERJAK, M. *et al.* What motivates consumers to buy traditional food products? Evidence from Croatia and Austria using word association and laddering interviews. **British Food Journal**, [s. l.], v. 116, n. 11, p. 1726–1747, 2014.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-Colheita De Frutas E Hortaliças - Fisiologia E Manuseio**. Lavras: [s. n.], 2005.

DO LAGO, R. C. *et al.* Obtaining cellulosic nanofibrils from oat straw for biocomposite reinforcement: Mechanical and barrier properties. **Industrial Crops and Products**, [s. l.], v. 148, p. 112264, 2020.

ESTUDO ABRE MACROECONÔMICO DA EMBALAGEM E CADEIA DE CONSUMO. In: ABRE. 2019. Disponível em: <https://www.abre.org.br/dados-do-setor/ano2019/>. Acesso em: 30 jul. 2021.

FERREIRA, M. D. **Colheita e beneficiamento de frutas e hortaliças**. São Carlos, SP: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2008.

FERREIRA, R. S. Impactos socioambientais causados pelo descarte incorreto de resíduos sólidos urbanos. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, [s. l.], v. 03, n. 09, p. 51–72, 2019.

FRATA, M. T. *et al.* Atributos da embalagem e intenção de compra de suco e néctar de laranja. **Semina: Ciências Agrárias**, [s. l.], v. 30, n. 4, p. 847, 2009.

FRIAS, J. R. G.; SILVA, C. A. B. da; GAVA, A. J. **Tecnologia de alimentos: Princípios e aplicações**. 1ª ed. São Paulo (SP): Editora Nobel, 2017.

GAN, I.; CHOW, W. S. Antimicrobial poly (lactic acid)/cellulose bionanocomposite for food packaging application: A review. **Food Packaging and Shelf Life**, [s. l.], v. 17, p. 150–161, 2018.

GANDIA, R. M. *et al.* Beverage capsule consumption: a laddering study. **British Food Journal**, [s. l.], v. 120, n. 6, p. 1250–1263, 2018.

GOUVEIA, N. Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. **Ciência & Saúde Coletiva**, [s. l.], v. 17, n. 6, p. 1503–1510, 2012.

GUIMARÃES, I. C. *et al.* Cellulose microfibrillated suspension of carrots obtained by mechanical defibrillation and their application in edible starch films. **Industrial Crops and Products**, [s. l.], v. 89, p. 285–294, 2016.

GUTMAN, J. A Means-End Chain Model Based on Consumer Categorization Processes. **Journal of Marketing**, [s. l.], v. 46, n. 2, p. 60, 1982.

- GUTMAN, J. Means–end chains as goal hierarchies. **Psychology & Marketing**, [s. l.], v. 14, n. 6, p. 545–560, 1997.
- HASSAN, E. A.; FADEL, S. M.; HASSAN, M. L. Influence of TEMPO-oxidized NFC on the mechanical, barrier properties and nisin release of hydroxypropyl methylcellulose bioactive films. **International Journal of Biological Macromolecules**, [s. l.], v. 113, p. 616–622, 2018.
- IKEDA, A. A.; CAMPOMAR, M. C.; CHAMIE, B. C. Laddering: Revelando a Coleta e Interpretação dos Dados. **ReMark - Revista Brasileira de Marketing**, [s. l.], v. 13, n. 4, p. 49–66, 2014.
- ILYAS, R. A. *et al.* Development and characterization of sugar palm nanocrystalline cellulose reinforced sugar palm starch bionanocomposites. **Carbohydrate Polymers**, [s. l.], v. 202, p. 186–202, 2018.
- ILYAS, R. A. *et al.* Effect of sugar palm nanofibrillated cellulose concentrations on morphological, mechanical and physical properties of biodegradable films based on agro-waste sugar palm (*Arenga pinnata (Wurmb.) Merr*) starch. **Journal of Materials Research and Technology**, [s. l.], v. 8, n. 5, p. 4819–4830, 2019.
- JULLANUN, P.; YOKSAN, R. Morphological characteristics and properties of TPS/PLA/cassava pulp biocomposites. **Polymer Testing**, [s. l.], v. 88, p. 106522, 2020.
- KIAN, L. K. *et al.* A review on processing techniques of bast fibers nanocellulose and its polylactic acid (PLA) nanocomposites. **International Journal of Biological Macromolecules**, [s. l.], v. 121, p. 1314–1328, 2019.
- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. **Técnicas de Pesquisa**. 9ª ed. [S. l.]: Atlas, 2021.
- LANDIM, A. P. M. *et al.* Sustentabilidade quanto às embalagens de alimentos no Brasil. **Polímeros**, [s. l.], v. 26, n. spe, p. 82–92, 2016.
- MADHUSUDAN, P.; CHELLUKURI, N.; SHIVAKUMAR, N. Smart packaging of food for the 21st century – A review with futuristic trends, their feasibility and economics. **Materials Today: Proceedings**, [s. l.], v. 5, n. 10, p. 21018–21022, 2018.
- MAGRINI, A. **Impactos ambientais causados pelos plásticos: Uma discussão**. 2ª ed. [S. l.]: E-papers, 2012.
- MALI, S.; GROSSMANN, M. V. E.; YAMASHITA, F. Filmes de amido: produção, propriedades e potencial de utilização. **Semina: Ciências Agrárias**, [s. l.], v. 31, n. 1, p. 137, 2010.
- MARTINS, H. F. *et al.* DESENVOLVIMENTO DE EMBALAGENS SUSTENTÁVEIS PARA SANDUÍCHE VEGANO CONGELADO. **Investigação, Engajamento e Emanipação Humana**, [s. l.], p. 306–332, 2020.
- MERCI, A. *et al.* Films based on cassava starch reinforced with soybean hulls or microcrystalline cellulose from soybean hulls. **Food Packaging and Shelf Life**, [s. l.], v. 20, p. 100321, 2019.

MISHRA, R. K. *et al.* Recent progress in selected bio-nanomaterials and their engineering applications: An overview. **Journal of Science: Advanced Materials and Devices**, [s. l.], v. 3, n. 3, p. 263–288, 2018.

MONTERO, B. *et al.* Effect of nanocellulose as a filler on biodegradable thermoplastic starch films from tuber, cereal and legume. **Carbohydrate Polymers**, [s. l.], v. 157, p. 1094–1104, 2017.

MOURA, D. *et al.* Atributos determinantes na decisão de compra de consumidores de alimentos orgânicos. **Revista Agroalimentaria**, [s. l.], v. 18, n. 35, p. 75–87, 2012.

PAIVA JÚNIOR, F. G. de; LEÃO, A. L. M. de S.; MELLO, S. C. B. de. Validade e confiabilidade na pesquisa qualitativa em administração. **Revista de Ciências da Administração**, [s. l.], p. 190–209, 2011.

PEREIRA, F. V. *et al.* Bio-based nanocomposites obtained by incorporation of cellulose nanocrystals into biodegradable polymers through casting, layer-by-layer or electrospinning methods. **Química Nova**, [s. l.], 2014. Disponível em: <http://www.gnresearch.org/doi/10.5935/0100-4042.20140141>. Acesso em: 29 jul. 2021.

REYNOLDS, T. J.; GUTMAN, J. Laddering theory, method, analysis, and interpretation. **Journal of Advertising Research**, US, v. 28, n. 1, p. 11–31, 1988.

ROMEIRO, A. R. Desenvolvimento sustentável: uma perspectiva econômico-ecológica. **Estudos Avançados**, [s. l.], v. 26, n. 74, p. 65–92, 2012.

SAUERBRONN, J. F. R.; CERCHIARO, I. B.; AYROSA, E. A. T. uma discussão sobre métodos alternativos em pesquisa acadêmica em marketing. **Gestão e Sociedade**, [s. l.], v. 5, n. 12, p. 254, 2012.

SCHAEFER, D.; CHEUNG, W. M. Smart Packaging: Opportunities and Challenges. **Procedia CIRP**, [s. l.], v. 72, p. 1022–1027, 2018.

SCHWARTZ, S. H. *et al.* Refining the theory of basic individual values. **Journal of Personality and Social Psychology**, [s. l.], v. 103, n. 4, p. 663–688, 2012.

SCHWARTZ, S. H. The Refined Theory of Basic Values. *In*: ROCCAS, S.; SAGIV, L. (org.). **Values and Behavior**. Cham: Springer International Publishing, 2017. p. 51–72. *E-book*. Disponível em: [http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-56352-7\\_3](http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-56352-7_3). Acesso em: 13 ago. 2021.

SCHWARTZ, S. H. Universals in the Content and Structure of Values: Theoretical Advances and Empirical Tests in 20 Countries. *In*: ZANNA, M. P. (org.). **Advances in Experimental Social Psychology**. [S. l.]: Academic Press, 1992. v. 25, p. 1–65. *E-book*. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0065260108602816>. Acesso em: 13 ago. 2021.

SHARMA, S. *et al.* Essential oils as additives in active food packaging. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 343, p. 128403, 2021.

SILVA, P. *et al.* Embalagens de Alimentos Importância E Tipos: uma Revisão da Literatura. *In*: XXI I CONGRESSO BRASILEIRO DE NUTROLOGIA, 2018, São Paulo. **Anais [...]**.

São Paulo: [s. n.], 2018. p. s-0038-1674665. Disponível em: <http://www.thieme-connect.de/DOI/DOI?10.1055/s-0038-1674665>. Acesso em: 29 jul. 2021.

SILVA, A.; SOUZA, J.; LEAL, A. Qualidade de vida e meio ambiente: experiência de consolidação de indicadores de sustentabilidade em espaço urbano. **Sustentabilidade em Debate**, [s. l.], v. 3, p. 177–196, 2013.

SOTHORNVIT, R. Nanostructured materials for food packaging systems: new functional properties. **Current Opinion in Food Science**, [s. l.], v. 25, p. 82–87, 2019.

STEFANO, N. M. ANÁLISE DA INFLUENCIA DOS ATRIBUTOS DA EMBALAGEM NO PONTO DE VISTA DO CONSUMIDOR NO MOMENTO DA COMPRA. **Gestão & Planejamento - G&P**, [s. l.], v. 13, n. 1, 2012. Disponível em: <https://revistas.unifacs.br/index.php/rgb/article/view/780>. Acesso em: 30 jul. 2021.

TAVARES, K. M. *et al.* Corn and cassava starch with carboxymethyl cellulose films and its mechanical and hydrophobic properties. **Carbohydrate Polymers**, [s. l.], v. 223, p. 115055, 2019.

TIBOLLA, H. *et al.* Banana starch nanocomposite with cellulose nanofibers isolated from banana peel by enzymatic treatment: In vitro cytotoxicity assessment. **Carbohydrate Polymers**, [s. l.], v. 207, p. 169–179, 2019.

TIBOLLA, H. *et al.* Starch-based nanocomposites with cellulose nanofibers obtained from chemical and mechanical treatments. **International Journal of Biological Macromolecules**, [s. l.], v. 161, p. 132–146, 2020.

TRAVALINI, A. P. *et al.* Cassava starch films reinforced with lignocellulose nanofibers from cassava bagasse. **International Journal of Biological Macromolecules**, [s. l.], v. 139, p. 1151–1161, 2019.

VAEZI, K.; ASADPOUR, G.; SHARIFI, S. H. Bio nanocomposites based on cationic starch reinforced with montmorillonite and cellulose nanocrystals: Fundamental properties and biodegradability study. **International Journal of Biological Macromolecules**, [s. l.], v. 146, p. 374–386, 2020.

VELUDO-DE-OLIVEIRA, T. M.; IKEDA, A. A. Laddering em pesquisa de marketing. **Cadernos EBAPE.BR**, [s. l.], v. 6, p. 01–14, 2008.

VIEIRA, A. C. P.; BUAINAIN, A. M.; SPERS, E. E. A Segurança do Alimento e a Necessidade da Informação aos Consumidores. **Cadernos de Direito**, [s. l.], v. 10, n. 19, p. 21–37, 2010.

WALKER, B. A.; OLSON, J. C. Means-end chains: Connecting products with self. **Journal of Business Research**, [s. l.], v. 22, n. 2, p. 111–118, 1991.

XIE, Y. *et al.* Active biodegradable films based on the whole potato peel incorporated with bacterial cellulose and curcumin. **International Journal of Biological Macromolecules**, [s. l.], v. 150, p. 480–491, 2020a.



XIE, Y. *et al.* Active biodegradable films based on the whole potato peel incorporated with bacterial cellulose and curcumin. **International Journal of Biological Macromolecules**, [s. l.], v. 150, p. 480–491, 2020b.

YOSHIHARA, F. G.; CASSIANO, C. M. A importância da embalagem na comunicação com o consumidor. *In*: INTERCOM – SOCIEDADE BRASILEIRA DE ESTUDOS INTERDISCIPLINARES DA COMUNICAÇÃO, 2010, Caxias do Sul - RS. **XXXIII Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação**. Caxias do Sul - RS: [s. n.], 2010.

ZINGE, C.; KANDASUBRAMANIAN, B. Nanocellulose based biodegradable polymers. **European Polymer Journal**, [s. l.], v. 133, p. 109758, 2020.

## APÊNDICE A - FORMULÁRIO ON-LINE

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE

Prezado (a) Senhor (a),

Você está sendo convidado (a) a participar do estudo sobre “Embalagens para frutas e hortaliças”, por meio de uma entrevista em profundidade, de forma totalmente voluntária. Esta pesquisa compõe parte da dissertação de mestrado da discente Lara Maria dos Santos Ferraz e Silva realizada no Departamento de Ciências de Alimentos da Universidade Federal de Lavras – UFLA, sob a orientação do Prof. Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas (Departamento Ciência dos Alimentos da UFLA) e da coorientação do Prof. Dr. Luiz Henrique de Barros Vilas Boas (Departamento de Administração e Economia da UFLA). O objetivo deste trabalho é identificar atributos, consequências e valores desejados pelos consumidores com relação às embalagens de frutas e hortaliças.

Antes de concordar, é importante que você compreenda as informações e instruções contidas neste documento. Será garantida, durante todas as fases da pesquisa: sigilo; privacidade; e acesso aos resultados. As entrevistas acontecerão on-line via videoconferência com data e horário marcados. Para a participação da entrevista é necessário formalizarmos a sua autorização para o uso das informações obtidas nos seguintes termos:

- A sua participação é totalmente voluntária;
- Pode se recusar a responder qualquer pergunta a qualquer momento e retirar-se da pesquisa no momento da coleta de dados e dá-la por encerrada;
- Os riscos decorrentes da sua participação podem estar relacionados ao constrangimento em responder as perguntas da entrevista;
- Esta pesquisa não apresenta nenhum benefício individual ao entrevistado, mas as informações fornecidas nos auxiliarão no desenvolvimento da pesquisa em relação às embalagens de frutas e hortaliças.
- As coletas de dados têm caráter confidencial e seus dados estarão disponíveis somente para a pesquisadora autora da dissertação, orientador e coorientador;
- Partes do que for dito poderão ser usadas no relatório final da pesquisa, sem, entretanto, revelar os dados pessoais dos entrevistados, como nome, endereço, telefone, etc. Dessa forma, as informações obtidas não serão divulgadas para que não seja possível identificar o entrevistado, assim como não será permitido o acesso a terceiros, garantindo proteção contra qualquer tipo de discriminação ou estigmatização;
- Os dados e resultados desta pesquisa poderão ser apresentados em congressos, publicados em revistas especializadas e da mídia, e utilizados na dissertação de mestrado, preservando sempre a identidade dos participantes;
- Fica, também, evidenciado que a participação é isenta de despesas; não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira; será ressarcido de despesas que eventualmente ocorrerem; será indenizado em caso de eventuais danos decorrentes da pesquisa.
- Se desejar, o participante poderá receber uma cópia dos resultados da pesquisa, bastando assinalar ao lado essa opção:  
( ) **SIM, desejo receber cópia do relatório final.**
- O participante deverá ou não concordar com a gravação da entrevista para posterior coleta de dados, sendo que, os dados pessoais não serão fornecidos:  
( ) **SIM, concordo com a gravação da entrevista por livre e espontânea vontade.**  
( ) **NÃO, o uso de minhas imagens em forma de vídeos não é permitida.**

Após convenientemente esclarecido pelo pesquisador e ter entendido o que me foi explicado, consinto em participar do presente Projeto de Pesquisa.

---

Nome (legível)

RG

---

Assinatura

Lavras, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_.

**ATENÇÃO!** Em caso de dúvida quanto aos seus direitos, escreva para o Comitê de Ética em Pesquisa em seres humanos da UFLA. Endereço – Campus Universitário da UFLA, Pró-reitoria de pesquisa, COEP, caixa postal 3037. Telefone: 3829-5182. **Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada com o pesquisador responsável e a outra será fornecida a você. No caso de qualquer emergência entrar em contato com o pesquisador responsável no Departamento de Ciência dos Alimentos Prof. Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas. Telefones de contato: (35)3829-1655.**

**DADOS SOCIODEMOGRÁFICOS**

Nº do entrevistado \_\_\_\_\_ Nome: \_\_\_\_\_

E-mail: \_\_\_\_\_

Profissão: \_\_\_\_\_

<b>Gênero</b>	<input type="checkbox"/> Feminino	<input type="checkbox"/> Masculino
<b>Idade</b>	<input type="checkbox"/> 19 a 24 anos <input type="checkbox"/> 25 a 34 anos <input type="checkbox"/> 35 a 44 anos	<input type="checkbox"/> 45 a 54 anos <input type="checkbox"/> 55 a 64 anos <input type="checkbox"/> Mais que 65 anos
<b>Renda familiar</b>	<input type="checkbox"/> Nenhuma renda <input type="checkbox"/> Até 1 salário mínimo <input type="checkbox"/> De 1 a 3 salários mínimos <input type="checkbox"/> De 3 a 6 salários mínimos	<input type="checkbox"/> De 6 a 9 salários mínimos <input type="checkbox"/> De 9 a 12 salários mínimos <input type="checkbox"/> De 12 a 15 salários mínimos <input type="checkbox"/> Acimas de 15 salários mínimos
<b>Grau de Escolaridade</b>	<input type="checkbox"/> Ensino fundamental <input type="checkbox"/> Ensino médio	<input type="checkbox"/> Ensino superior <input type="checkbox"/> Pós-graduação

## **APÊNDICE B – Roteiro semiestruturado da entrevista**

### **Contato Inicial:**

- Agradecer pela disponibilidade em receber o pesquisador;
- Apresentar, de forma breve, os objetivos da pesquisa;
- Explicar as informações contidas no termo de consentimento de entrevista e solicitar a assinatura do termo de consentimento de entrevista;
- Entregar uma via assinada pelo pesquisador para o entrevistado;
- Solicitar ao participante que responda o questionário socioeconômicas;
- Informar que a entrevista está sendo gravada;
- Avisar que a entrevista pode ser interrompida a qualquer momento pelo entrevistado;
- Comunicar que não existe nada “certo ou errado” sobre o que será conversado.

### **Procedimentos iniciais:**

- Preparar a gravação do celular ou do computador;
- Apresentar o contexto sobre embalagens de frutas e hortaliças pré-definidos;
- Apresentar a lista de atributos do arquivo PowerPoint e solicitar que o entrevistado aponte três atributos importantes do produto em questão;
- Conduzir a entrevista, de modo a alcançar às consequências de uso, e atingir os valores pessoais

### **Considerações finais:**

- Perguntar ao entrevistado se há alguma informação adicional que gostaria de acrescentar em relação aos assuntos abordados durante a entrevista.
- Perguntar se o entrevistado ficou com alguma dúvida.

### **Finalização e agradecimento:**

- Agradecer a disponibilidade do entrevistado em fornecer as informações.
- Salientar que os resultados da pesquisa estarão à disposição caso haja interesse.