



Faculdade Nova  
Esperança de Mossoró

**FACULDADE DE ENFERMAGEM NOVA ESPERANÇA DE MOSSORÓ  
CAMPUS MOSSORÓ – RIO GRANDE DO NORTE  
NÚCLEO DE PESQUISA E EXTENSÃO ACADÊMICA – NUPEA  
CURSO DE BACHARELADO EM BIOMEDICINA**

ANA JÚLIA SILVA GOMES

**CONSERVAÇÃO DE FRUTAS FRESCAS MINIMAMENTE PROCESSADAS  
ACONDICIONADAS EM EMBALAGENS À BASE DE ÁCIDO POLILÁCTICO  
(PLA): UMA REVISÃO INTEGRATIVA.**

MOSSORÓ/RN

2020

ANA JÚLIA SILVA GOMES

**CONSERVAÇÃO DE FRUTAS FRESCAS MINIMAMENTE PROCESSADAS  
ACONDICIONADAS EM EMBALAGENS À BASE DE ÁCIDO POLILÁCTICO  
(PLA): UMA REVISÃO INTEGRATIVA.**

Monografia apresentada à  
Faculdade Nova Esperança de  
Mossoró (FACENE/RN) como  
requisito obrigatório à obtenção do  
título de Bacharel em Biomedicina.

Orientador: Me. Francisco Ernesto  
de Souza Neto.

MOSSORÓ/RN

2020

Faculdade Nova Esperança de Mossoró/RN – FACENE/RN.  
Catalogação da Publicação na Fonte. FACENE/RN – Biblioteca Sant'Ana.

G633c Gomes, Ana Júlia Silva.

Conservação de frutas frescas minimamente processadas acondicionadas em embalagens à base de Ácido Polilático (PLA): uma revisão integrativa / Ana Júlia Silva Gomes. – Mossoró, 2020.

34 f.

Orientador: Prof. Me. Francisco Ernesto de Souza Neto.  
Monografia (Graduação em Biomedicina) – faculdade Nova Esperança de Mossoró.

1. Alimentos minimamente processados. 2. Biomateriais.  
3. Polímeros biodegradáveis. 4. Embalagens. 5. Poli (ácido láctico). I. Souza Neto, Francisco Ernesto de. II. Título.

CDU 664

ANA JÚLIA SILVA GOMES

**CONSERVAÇÃO DE FRUTAS FRESCAS MINIMAMENTE PROCESSADAS  
ACONDICIONADAS EM EMBALAGENS À BASE DE ÁCIDO POLILÁCTICO  
(PLA): UMA REVISÃO INTEGRATIVA.**

Monografia apresentada à Faculdade Nova Esperança de Mossoró (FACENE/RN) como requisito obrigatório à obtenção do título de Bacharel em Biomedicina.

Orientador: Me. Francisco Ernesto de Souza Neto.

Aprovado em **03/ 12/ 2020**

BANCA EXAMINADORA:




Prof. Me. Francisco Ernesto de Souza Neto.

(Orientador – FACENE/RN)



Prof<sup>a</sup>.Me. Lidiane Pinto de Mendonça

(Membro – FACENE/RN)



Prof. Dr. Rosueti Diógenes de Oliveira Filho

(Membro – FACENE/RN)

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus que esteve comigo nessa trajetória tão importante da minha vida e que não deixou desistir. Aos meus pais, Maria Edileuza e Roberto Cássio que sempre me ensinaram o certo e a nunca desistir dos meus sonhos. As minhas irmãs, Carol Emanuele e Iasmin Fernandes por terem me ajudado na faculdade. E ao meu irmãozinho, José Fernandes por ter feito meus dias de estresse virarem alegria.

Ao meu querido orientador Ernesto Souza, por ter tanta paciência e ter passado seus conhecimentos e contribuído para esse trabalho tão importante!

Aos meus queridos professores que participaram dessa minha trajetória da busca por conhecimento e conselhos que vão além da vida acadêmica.

Agradeço a banca Prof<sup>ª</sup>.Me. Lidiane Pinto de Mendonça e Prof. Dr. Rosueti Diógenes de Oliveira Filho por aceitaram o convite para contribuir com o meu trabalho.

Aos meus amigos, especialmente, Davi Lincon por ter feitos meus dias na faculdade mais alegres e especiais. Obrigada por aguentar os meus desabafos e que essa amizade dure além da faculdade.

Agradeço a mim mesma por ter tido forças para continuar em um período tão difícil e ter passado por obstáculos e vencido alguns medos. Só mostra que não devemos desistir dos nossos sonhos e vencer as barreiras.

## RESUMO

As embalagens convencionais vêm causando impactos ambientais elevados. A fim de diminuir esses impactos, a procura de embalagens com propriedades biodegradáveis tem ganhado visibilidade na indústria alimentícia como forma de serem ecologicamente corretas e demonstrarem eficiência quanto à conservação das frutas minimamente processadas (frutas *in natura* que passam por alterações mínimas) sendo comparada com o uso de embalagens convencionais. Portanto, essas embalagens são feitas a partir de uso de biopolímeros. Os biopolímeros avaliados nesse trabalho são os poli (ácido láctico), xilana e amido para o uso das blendas poliméricas, para a melhoria das propriedades químicas, físicas e mecânicas. Esse trabalho trata-se de uma metodologia de revisão integrativa que visa um embasamento de estudos científicos para a constituição desse trabalho, com o objetivo de conservação de alimentos, principalmente as frutas minimamente processadas com embalagens formadas por blendas a base de poli (ácido láctico) com amido e/ou xilana. Os resultados foram obtidos através das bases de dados Scientific Electronic Library Online (SciELO), PubMed e Science Direct com os seguintes descritores: 'Alimentos minimamente processados', 'Biomateriais', 'Polímeros naturais', 'Poli ácido láctico- PLA', 'Xilana', 'Amido', e 'Blendas poliméricas'. Também foram usados operadores booleanos: "AND" ("E") e "OR" ("OU"). Os resultados de 11 artigos demonstraram que ao usarem biopolímeros com composições parecidas para formação de blendas obtiveram bons resultados para conservação de frutas minimamente processadas. Melhora nas propriedades mecânicas, físicas, químicas, contra umidade e micro-organismos responsáveis por essa deterioração.

**Palavras-chave:** Alimentos minimamente processados. Biomateriais. Polímeros biodegradáveis. Embalagens. Poli (ácido láctico).

## ABSTRACT

Conventional packaging has been causing high environmental impacts. In order to reduce these impacts, the demand for packaging with biodegradable properties has gained visibility in the food industry as a way of being ecologically correct and demonstrate efficiency in the conservation of minimally processed fruits (fresh fruits that undergo minimal changes) being compared with the use of conventional packaging. Therefore, these packages are made from the use of biopolymers. The biopolymers evaluated in this work are poly (lactic acid), xylan and starch for the use of polymerblends, for the improvement of chemical, physical and mechanical properties. This work is an integrative review methodology that aims to base scientific studies for the constitution of this work, with the objective of conservation of fruits minimally processed with poly (lactic acid) based packaging and blends with starch and xylan. The results were obtained through the Scientific Electronic Library Online (SciELO), PubMed and Science Direct databases with the following descriptors: 'Minimally Processed Foods', 'Biomaterials', 'Natural Polymers', 'Lactic Acid Poly- PLA', 'Xilana', 'Starch', 'Polymerblends' and 'Non-biodegradable packaging'. Boolean operators were also used: "AND" ("E") and "OR" ("OR"). The results of 11 articles showed that by using biopolymers with similar compositions for blend formation, they obtained good results for the conservation of minimally processed fruits. Improvement in mechanical, physical, chemical, moisture and microorganism properties responsible for this deterioration.

**Keywords:** Minimally processed foods. Biomaterials. Biodegradable polymers. Packaging. Poly (lactic acid).

## LISTA DE FIGURAS

FLUXOGRAMA 1 – Fluxograma Seleção dos artigos.....	27
--	----



## LISTA DE QUADROS

Tabela 1- Resultados das buscas em cada base de dados.....	26
--	----

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
1.1 PROBLEMATIZAÇÃO.....	12
1.2 JUSTIFICATIVA.....	12
1.3 HIPÓTESES.....	12
1.4 OBJETIVOS.....	13
<b>1.4.1 Objetivo geral.....</b>	<b>13</b>
<b>1.4.2 Objetivos específicos.....</b>	<b>13</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>14</b>
2.1 TÉCNICA DOS ALIMENTOS MINIMAMENTE PROCESSADOS.....	14
<b>2.1.1 Frutas minimamente processadas.....</b>	<b>14</b>
2.2 BIOMATERIAIS.....	16
<b>2.2.1 Polímeros.....</b>	<b>17</b>
<b>2.2.2 Poli (ácido láctico)-pla, Xilana e Amido.....</b>	<b>19</b>
2.3 EMBALAGENS.....	20
<b>2.3.1 Embalagens não biodegradáveis.....</b>	<b>21</b>
<b>2.3.2 Embalagens biodegradáveis.....</b>	<b>22</b>
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>24</b>
3.1 TIPO DE PESQUISA.....	24
3.2 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS.....	24
3.3 PROCEDIMENTOS PARA COLETA DE DADOS.....	24
3.4 ASPECTOS ÉTICOS E LEGAIS.....	24
<b>3.4.1 Riscos e benefícios.....</b>	<b>25</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>26</b>
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>31</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>32</b>

## 1.INTRODUÇÃO

Os hábitos alimentares estão mudando ao longo dos tempos, e com a globalização existe a apropriação de diversas culturas. Com a influência da mídia, a procura por uma alimentação saudável está aumentando a cada dia, e os alimentos minimamente processados (aqueles que sofrem o mínimo de processos), têm apresentado maior destaque entre outros tipos de alimentos, devido a sua praticidade e alto valor nutricional (SILVA et al.,2011).

Por serem alimentos naturais, o uso destes, vêm mostrando que podem ser uma fonte importantíssima de contribuição para a prevenção de algumas doenças, que por vezes são originadas ou agravadas por causa dos alimentos industrializados (SILVA et al., 2011).

Os alimentos minimamente processados, por estarem *in natura*, estão sujeitos a um elevado grau de perecibilidade, e dessa forma, algumas medidas devem ser tomadas, perpassando pelo momento da higienização do alimento até a utilização da embalagem de acondicionamento. A escolha e o uso das embalagens têm uma grande importância na conservação dos alimentos (LUCENA et al., 2017).

Existem vários tipos de embalagens derivados do petróleo que causam um grande impacto no meio ambiente, por causa de seu tempo de degradação que pode chegar até 200 anos. Por isso, afim de minimizar esses impactos ambientais, a indústria alimentícia está investindo em materiais ecológicos que tem um tempo menor de degradação comparado com os convencionais (LUCENA et al., 2017).

Dessa forma os biomateriais vem a ser uma excelente alternativa. Estes são usados mais na área médica, entretanto, outras áreas têm se destacado, como a de alimentos, especificamente, a tecnologia de alimentos, com pesquisas bem avançadas e com sua aplicabilidade notória. Um tipo de biomaterial são os polímeros, estes são formados por macromoléculas com unidades de repetição de monômeros. Esses polímeros podem ser de uma forma sintética ou natural (PIRES et al., 2015).

Os polímeros sintéticos estão sendo substituído pelos polímeros naturais por apresentarem um tempo de decomposição mais lento. Sendo assim, os

biopolímeros têm grandes vantagens por apresentarem um tempo de decomposição mais rápido, por terem a matéria prima encontrada em grande abundância e por terem uma redução na geração de resíduos (SCHLEMMER; ADREANI; VALADARES, 2014).

Dentre os biopolímeros, o ácido polilático (PLA), destaca-se, pois, é de fácil extração, biocompatível, de fácil modelagem, não causam processo inflamatório, podendo ser ingerido sem causar reações colaterais, e tem um tempo de biodegradação que pode chegar a 6 meses (BRITO et al.,2011).

Entretanto, mesmo com todas essas características satisfatórias do PLA, algumas vezes faz-se necessário o uso de alguns outros biopolímeros, com o objetivo de melhorar ainda mais a eficácia do mesmo frente ao uso específico na indústria alimentícia. Essa mistura entre dois biopolímeros é possível através da formação das chamadas blendas poliméricas (PACHEKOSKI; DALMOLIN;AGNELLI, 2014).

As blendas são as junções desses materiais que irão auxiliar nas propriedades físicas, químicas e toxicológicas. O amido da beterraba e a xilana do sabugo do milho têm propriedades semelhantes ao do PLA. Sendo assim, servindo para estruturação da formação das blendas. Por serem biocompatíveis, a produção de biofilmes comestíveis na conservação dos alimentos, não causaria danos ao produto e nem aos seres humanos (PACHEKOSKI;DALMOLIN;AGNELLI, 2014).

## 1.1 PROBLEMATIZAÇÃO

Levando em consideração o contexto exposto, as embalagens convencionais por serem práticas, baratas, de fácil acesso e resistentes, são mais utilizadas, porém têm maior impacto ambiental. A geração e produção desse produto é preocupante, por apresentarem vários problemas relacionados a baixa degradabilidade e vida útil curta, causando consequências e efeitos acumulativos em todos ambientes. Dados mostram que o Brasil é o quarto produtor de lixo plástico do mundo, cerca de onze milhões de toneladas ao ano. Muitos plásticos são produzidos no Brasil, onde esses materiais são usados na produção dessas embalagens (SCHLEMMER; ANDREANI; VALADARES, 2014).

Portanto, as embalagens convencionais revelam grandes problemas de forma direta e indireta para os indivíduos, gerando danos ao ecossistema, e conseqüentemente trazendo novas doenças. Sendo assim, necessário o planejamento de outras estratégias para o minimizar esses impactos ambientais, dado a indagação: É possível um biofilme comestível atender a todas as necessidades de conservação?

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Conciliando os estudos voltados na área da nutrição e biomateriais, é possível a produção desses biofilmes comestíveis. Expondo a necessidade da criação do biofilme para uso de forma que auxiliam na melhoria de vida da população causando o menor dano possível ao indivíduo e ao meio ambiente, pensando em proporcionar um estilo de vida mais saudável, assegurando que não ocorra riscos à saúde.

O uso desses biomateriais irá auxiliar na conservação por fatores externos, sem causar perda dos valores nutricionais desses alimentos. Sendo assim, uma melhor opção são os biofilmes comestíveis, por possuírem características ideais para esse tipo de produto. Sendo de alta biocompatibilidade, produtos acessíveis e de baixo custo. Promovendo assim, otimização e praticidade para a rotina da população, minimizando os impactos consideráveis ao meio ambiente. Viabilizando estudos para profissionais da área da saúde e tecnologia de alimentos, com o intuito de melhorias da tecnologia sobre essas áreas.

## 1.3 HIPÓTESES

Hipótese 1- A utilização de blendas poliméricas melhora a conservação de frutas minimamente processadas.

Hipótese 0 – A utilização de blendas poliméricas não melhora a conservação de frutas minimamente processadas.

## 1.4 OBJETIVOS

### 1.4.1 Objetivo geral

Avaliar através de trabalhos científicos o uso de blendas à base de ácido polilático (PLA), na conservação de alimentos, principalmente, frutas minimamente processadas por meio de uma revisão integrativa.

### 1.4.2 Objetivos específicos

- Analisar o uso de PLA na conservação frutas minimamente processadas;
- Analisar o uso de Xilana na conservação frutas minimamente processadas;
- Analisar o uso de Amido na conservação frutas minimamente processadas;
- Analisar o uso de blendas compostas por PLA, Xilana, Amido na conservação frutas minimamente processadas;
- Evidenciar as vantagens de embalagens biodegradáveis compostas por blendas frente as embalagens não-biodegradáveis

## **2.REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1TÉCNICA DOS ALIMENTOS MINIMAMENTE PROCESSADOS**

Os alimentos minimamente processados foram criados com o objetivo de suprir necessidades de hotéis, restaurantes e estabelecimentos semelhantes. Com o passar dos anos, o poder de compra e a modernização, esses alimentos foram aceitos de forma crescente nos mercados, havendo variedades de ofertas e opções para o consumidor (ASSIS; BRITTO; FORATO, 2009).

Chegando no início da década de 90, a técnica de processamento de alimentos no Brasil é considerada recente. Esta tem o objetivo de diminuir o tempo de preparo de um alimento para posterior consumo, visando atender um perfil específico da população. Uma população que atualmente vem buscando mudanças alimentares para uma vida mais saudável (ASSIS; BRITTO; FORATO, 2009 e SILVA et al., 2011).

Contudo, esses alimentos apresentam impasses específicos de preservação, sendo mais alteráveis comparados com os frutos *in natura*, que não sofreram o processamento. Esses alimentos minimamente processados passam por cortes que deixam a superfície do alimento exposta, causando estresses nos tecidos. Infelizmente, esses estresses irão desencadear vários processos que irá diminuir o tempo útil desses alimentos (ALMINO; SANTOS, 2020).

A garantia da qualidade desses alimentos depende de fatores sensoriais, higiênicas e nutricionais. Portanto, é importante a escolha de embalagens específicas para acondicionamento correto e comercialização do produto. Dessa forma, mantendo a qualidade desse produto (VILLADIEGO et al., 2005).

#### **2.1.1 Frutas minimamente processadas**

As frutas e hortaliças minimamente processadas apresentam características que atraem o consumidor, por serem alimentos de fácil acesso, de baixo custo, nutritivos e práticos sendo favorável para o crescimento do

mercado de frutas minimamente processadas, tanto para o setor comercial como financeiro (ALMINO;SANTOS, 2020).

É perceptível que a procura por uma alimentação saudável vem crescendo em várias partes do mundo, principalmente no Brasil. É evidente que existem fatores que interferem na falta de tempo e nos hábitos alimentares da população. Então, esses alimentos estão sendo introduzidos na dieta por apresentarem um alto teor nutricional com vitaminas, minerais e fibras (ALMINO; SANTOS, 2020).

As frutas minimamente processadas provêm de vegetais frescos, que passaram por processamentos de lavagem, classificação, corte, descascamento, fatiamento e o descaroçamento. Etapas que podem induzir o alimento a ter um aumento na atividade metabólica, levando a um escurecimento e descoloração, perda de água e um aumento da decomposição provocado por micro-organismos. A predisposição a tais consequências diminui o tempo de prateleira destes alimentos, necessitando de soluções que melhorem a sua conservação (DAMASCENO et al., 2005).

As maiores dificuldades no mercado dos alimentos minimamente processados foram o meio de conservação e resíduos orgânicos que são produzidos pelas atividades dos processos que esses passam. O rendimento das frutas minimamente processadas não passam dos 50%, sendo os resíduos em maior quantidade. Contudo, ainda não tem muitas alternativas para diminuição desses problemas, sendo esses resíduos vegetais destinados para compostagem ou ração para animais (MIGUEL et al., 2008).

## 2.2BIOMATERIAIS

Um biomaterial é considerado substância ou conjunto de substâncias provenientes de uma origem natural ou sintética, que podem ser utilizados na substituição de uma parte ou todo de um tecido, órgãos ou funções dos sistemas do corpo humano (WILLIAMS, 1987).

Segundo Turrer e Ferreira (2008), o conceito de biomateriais é um material não- vivo que tem a de interação com organismos vivos. Esse conceito é a complementação da definição de biocompatibilidade, que é quando um



material desempenha uma função sem que cause alterações no hospedeiro ou determinado produto.

Os biomateriais apresentam associação de propriedades específicas, sendo definidas por sua estrutura, composição e processamento, sendo positivo em algumas situações, porém é passível de algumas limitações em determinados condições (GOMES, 2010).

Os biomateriais vêm ganhando espaço no Brasil, por sua versatilidade e preço acessível. As indústrias alimentícias mostraram um grande interesse pelos materiais poliméricos naturais, devido a sua biodegradabilidade evidente. Dessa forma, é possível ser usado como embalagens para minimizar um menor impacto ambiental (SCHELEMMER; ANDREANI; VALADARES, 2014;PIRES; BIERHALZ; MORAES, 2015).

### **2.2.1 Polímeros sintéticos *versus* polímeros naturais**

Os polímeros são macromoléculas compostas por repetições de moléculas de monômeros com ligações covalentes. Estas podem ser divididas em três classes: plásticos, borrachas e fibras. Quando se leva em consideração as propriedades mecânicas, estrutura química, origem, estes podem ser classificados como naturais e sintéticos (SCHLEMMER; ANDREANI; VALADARES,2014).

Segundo Bastos (2007), em suas particularidades os polímeros podem ser definidos como termoplásticos (capacidade de serem moldados através de aquecimento ou pela ação de solventes) ou termorrígidos (quando aquecidos ou outra forma de tratamento, tornam-se impossíveis de sofrerem infusões e não podem ser amolecidos ou moldados novamente).

Esses polímeros sintéticos têm como base materiais derivados do petróleo. A transformação em produtos petroquímicos da primeira geração, como eteno e o propeno, dão origem aos polímeros na segunda geração desses produtos, o polietileno e o polipropileno. Essa reação química é chamada de polimerização (BASTOS, 2007).

Os polímeros sintéticos ou “petroquímicos” possuem uma degradação conhecida e são fáceis de serem reproduzidos de forma controlável. Portanto, esses materiais são fáceis de adaptações por possuírem características boas

de manipulação, estrutura mecânica que permitem o tamanho dos dispositivos, serem de baixo custo, resistência química e deterioração biológica. Apesar de possuírem excelentes propriedades, eles são tóxicos ao meio ambiente, por apresentar um longo tempo de degradação, e o descarte de forma incorreta por trazer impactos ambientais irreversíveis (PIRES et al., 2015).

Visando minimizar esses problemas ambientais, a substituição por polímeros naturais tem ganhado visibilidade nas indústrias de alimentos (SCHELEMMER;ANDREANI;VALADARES, 2014).

Os polímeros naturais ou “verdes” possuem características semelhantes ao dos sintéticos, porém a matéria-prima provém de recursos naturais e passam pela mesma reação química(polimerização). São biodegradáveis e os produtos dessa degradação são biocompatíveis com o meio ambiente e com os seres humanos. Eles são obtidos de fontes renováveis como milho, cana-de-açúcar, batata e baterraba, ou de origem animal como as proteínas ou provenientes da síntese de bactérias (ácido butírico e ácido valérico). Portanto, essas matérias-primas são acessíveis, de baixo custo e sustentáveis, servindo para a substituição dos polímeros sintéticos e produção para determinados biomateriais (BRITO et al., 2011).

A extração e a purificação desses materiais devem ocorrer da maneira correta, para evitar que haja interferência no produto final. Como também, para tentar conservar algumas propriedades com o maior grau de eficiência possível, como: propriedades mecânicas, térmicas e de permeabilidade aos gases. Tais propriedades são alvos de estudos para o melhoramento da eficácia destas, através da produção de compósitos nanocompósitos e blendas (BRITO et al., 2011).

As blendas poliméricas são misturas de dois polímeros de composição química semelhantes para o melhoramento das propriedades, principalmente a resistência mecânica, do polímero-base. Por apresentarem características semelhantes, não haverá reação química danosas entre elas, sendo assim uma alternativa para o melhoramento dos materiais poliméricos (ITO et al., 2004).

### **2.2.2 Poli (Ácido Lático) –PLA, xilana e amido**

O poli (ácido lático) (PLA) é extraído e sintetizado a partir do ácido lático derivados de fontes naturais renováveis, como: batata, beterraba, milho, trigo e cana-de-açúcar. É um material biodegradável, biocompatível, termoplástico e semicristalino. O ácido lático pode ser sintetizado biologicamente ou sinteticamente, facilitando a obtenção desses materiais. O PLA tem uma boa resistência mecânica comparado com outros biopolímeros, sendo semelhantes aos plásticos convencionais e possuindo uma vantagem comparado com esses plásticos, que é um material 100% biodegradável, sendo inseridos nas condições ideais. Todavia, alguns aspectos desse material foram negativos, como baixa resistência ao impacto e à alta temperatura (BRITO et al., 2011).

Por não disporem de aspectos de resistência de impacto e alta temperatura, é necessário fazer uso da produção de blendas poliméricas para o melhoramento dessas propriedades. Assim, a junção do poli (ácido lático) (PLA) com os demais biopolímeros irá melhorar esses aspectos (ITO et al., 2004).

Uma das composições pode ser feita com a Xilana. Este é um polímero natural muito usado na indústria alimentícia e farmacêutica. Está presente em várias plantas e sua biomassa renovável representa um terço no mundo. A xilana é um polissacarídeo que tem sua parede celular composta por celulose, pectina, lignina e um grupo de hemiceluloses. Sendo obtida através resíduos agrícolas, contendo palha de trigo, sabugo e espiga de milho, sorgo, cana-de-açúcar, cascas da produção de amido e outros (LUCENA et al., 2017).

Por ser extraído de resíduos agrícolas, é um forte produto para pesquisas e investimento na área de biomateriais. Sendo, um produto muito lucrativo e de abundância. São muito usadas como aditivos alimentares, porém, podem ser usadas como filmes de revestimentos comestíveis para alimentos, pois apresentam propriedades funcionais, como: atividade antioxidante, antimicrobiana, fibra dietética e prebióticos,. Portanto, sendo um produto de excelência para formação de blendas para consumo humano, já que não irá causar nenhum efeito fisiopatológico no organismo (QUEIRÓS, 2015).

Um outro forte candidato para formação de blendas com o PLA é o amido. Este é um carboidrato que é obtido através de frutas, legumes, raízes, tubérculos e cereais. Por ser de origem tão diversificada, ele é um dos carboidratos mais consumidos do mundo, sendo um potencial biopolímero por ser um polissacarídeo. Suas características são as que possuem maior visibilidade na indústria alimentícia, apresentando baixo custo, fácil acesso, principalmente, de fontes renováveis. A extração do amido em escala industrial é realizada através de raízes, tubérculos e grãos (BRITO et al., 2011).

O amido é composto por amilose e amilopectina, polímeros que tem funcionalidades diferentes. Ele vem sendo bastante usado para produção de filmes ou para o melhoramento de propriedades de outros biopolímeros, pois possuem características mecânicas ideais como boa resistência e flexibilidade. Tais características unidas à alta permeabilidade a gases, alcançada graças a uma mistura com glicerol tornam esse material menos suscetível à umidade. O que é relevante quando falamos de aumentar o tempo de prateleira de um alimento embalado com esse tipo de material (MALI; GROSSMANN; YAMASHITA, 2010).

De maneira geral, esses biopolímeros mostraram propriedades físico-químicas semelhantes, sendo de fácil mistura, permitindo então a formação de blendas poliméricas, que apresentem boas características, tornando portanto uma boa alternativa para o uso destas na composição de uma embalagem alimentícia, por exemplo (ITO et al., 2004).

### 2.3 EMBALAGENS

As embalagens foram criadas para armazenar produtos diversos para melhorar a conservação, sendo mais seguro e permanecendo a qualidade do produto. Atuam como barreiras contra fatores externos e internos, mantendo a composição química e física desse item (JORGE, 2013).

As embalagens são muito diversificadas sendo de vidro, papel, plásticos e metal, são classificadas como: primária, secundária e terciária, e apresentam funções importantes para assegurar que o produto chegue de maneira correta até o consumidor final (JORGE, 2013).

Essas funções são divididas em:

1. Proteção: essa proteção vai depender da estrutura da embalagem, que vai manter a composição química sem que essa sofra alterações ou adulteração do produto final.
2. Conservação: essa conservação é uma das funções mais importantes, já que vai manter a integridade desse item. Responsável por manter a segurança, qualidade do produto, vida útil e contra a deterioração de fatores externos e internos, sem que haja alterações organolépticas.
3. Informação: essa função vai fornecer todas as informações para manter a conservação e o manuseio adequado desse produto. Sendo assim, vão ter informações desde a data de validade até o preço.
4. Conveniência e serviço: essa função traz a praticidade e como essas embalagens podem ser utilizadas no nosso dia a dia. Desde as usadas no micro-ondas ou mesmo sendo ingeridas sem que cause alterações fisiológicas (JORGE, 2013; LADIM et al., 2016).

Portanto, essas embalagens desempenham o papel importante no dia a dia das pessoas por apresentarem essas funções e características. Auxiliando na otimização do tempo, conservação dos produtos, visando economia e evitando desperdícios (JORGE, 2013; LADIM et al., 2016).

As embalagens estão em diversos setores. Sendo assim, mostraram um grande problema de descarte incorreto. Todavia, as indústrias têm investido em tecnologias e alternativas para sustentabilidade dessas embalagens, para diminuir a produção desses resíduos sólidos (LADIM et al., 2016).

### **2.3.1 Embalagens não biodegradáveis**

As embalagens feitas com os plásticos convencionais são derivadas de recursos fósseis não renováveis. Essas embalagens são usadas a muito tempo, para preservação de alimentos, por apresentarem características ideais, como praticidade, higiene, são impermeáveis e protegem os alimentos de rupturas externas. Sendo assim, suas propriedades funcionais ajudam na conservação do alimento (JORGE, 2013).

Os plásticos mais utilizados são polietileno (PE), polipropileno (PP), policloreto de vinila (PVC), poliestireno (PS) e polietileno tereftalato (PET). Sendo o PE um termoplástico mais usado na embalagem de alimentos e o

PET mostrou maiores resultados para conservação de frutas minimamente processadas (BARÃO, 2011; NEVES et al., 2009).

Esses materiais são a base de polímeros sintéticos que possuem propriedades mecânicas e químicas melhores que polímeros naturais. Todavia, essas embalagens são nocivas ao meio ambiente. O descarte incorreto causa vários problemas ao ambiente e promove o surgimento de doenças na população, especialmente, as mais carentes que vivem da reciclagem. Portanto, é importante o gerenciamento desses resíduos, visando amenizar seus impactos ambientais no mundo (SANTOS; AGNELLI; MANRICH, 2004).

### **2.3.1 Embalagens biodegradáveis**

Os biopolímeros são utilizados para a substituição dos polímeros sintéticos por serem ecologicamente corretos. Possuindo vantagens, como: alta biodegradabilidade, oriundos de matérias-primas renováveis e de grande abundância, diminuição de resíduos e da emissão de dióxido de carbono (SCHLEMMER; ANDREANI; VALADARES, 2014).

Dentre tais características, a alta biodegradabilidade é a que atualmente está nos holofotes da sociedade. Pois, devido aumento da população mundial, a quantidade de lixo também está aumentando, conseqüentemente, a poluição dos ecossistemas. Então, a obtenção de produtos que tenha uma maior biodegradabilidade gera na população uma sensação de mitigação de danos e de vida saudável (SCHLEMMER; ANDREANI; VALADARES, 2014).

O processo de biodegradação ocorre quando o material sofre decomposição em dióxido de carbono, água, metano, compostos inorgânicos ou biomassa. Essa decomposição se dá pela ação das enzimas presentes nos microorganismos. Alguns polímeros biodegradáveis são usados nas embalagens por possuírem essas vantagens. Alguns desses polímeros são: Poli (ácido láctico) (PLA), Polihidroxialcanoatos (PHA), Amido, Xilana presente no sabugo do milho, entre outros (BRITO et al., 2011).

Este mercado das embalagens biodegradáveis está em constante crescimento e a busca das empresas está aumentando cada vez mais, por se tratar de um produto ecologicamente correto, o que auxilia na diminuição dos impactos ambientais causados pelas mesmas. Mesmo a tecnologia para a

obtenção destes produtos biodegradáveis ainda ter um custo mais elevado, quando comparado com o das embalagens convencionais. (SCHLEMMER;ANDREANI; VALADARES, 2014).

### **3.METODOLOGIA**

#### **3.1 TIPO DE PESQUISA**

O trabalho trata-se de uma revisão integrativa, sendo uma metodologia que proporciona a produção de conhecimento e a sua aplicabilidade através de resultados feitos a partir da prática (SOUZA; SILVA; CARVALHO, 2010).

De acordo com Ercole, Melo e Alcoforado (2014), revisão integrativa é a junção de demais trabalho sobre determinado assunto, que são obtidos através de pesquisas bibliográficas para obtenção de resultados de pesquisas sobre outros autores. Sendo assim, tem o objetivo de reunir, aplicar e avaliar os melhores resultados.

#### **3.2 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS**

Foram obtidas através de dados por meio das plataformas online Science direct, SciElo e PubMed.

#### **3.3 PROCEDIMENTOS PARA COLETAS DE DADOS**

Foram utilizados trabalhos científicos de língua inglesa e portuguesa entre 2015 á2020 com os descritores conforme os DeCS (Descritores em Ciências da Saúde): “alimentos minimamente processados”, “biomateriais”, “polímeros naturais”, “poli ácido láctico-PLA”, “xilana”, “amido”, e “blendas poliméricas”. Realizou-se a combinação dos descritores para o cruzamento dos artigos, usando os operadores lógicos “AND” e “OR”.

#### **3.4 ASPECTOS ÉTICOS E LEGAIS**

Em relação aos aspectos éticos e legais, a pesquisa seguirá conforme o Código de Ética da Profissão de Biomédico diante a resolução n 198/2011 do CFBM (Conselho Federal de Biomedicina), que regulamenta as atividades



éticas e legais dos profissionais de biomedicina. Como também direitos, deveres, normas e penalidades aos profissionais.

#### **3.4.1 Riscos e benefícios**

Os riscos serão mínimos por se tratar de uma pesquisa de revisão integrativa. Os dados são íntegros, portanto já se pressupõe que as pesquisas já tenham sido analisadas pelo comitê de ética. Os benefícios desse trabalho é a produção de uma embalagem biodegradável que tenha mesma qualidade de uma embalagem convencional. A produção desse produto em nível de escala industrial é garantia de lucro, trata-se de um produto com matriz de origem renovável, muitas vezes podem ser aproveitados através dos resíduos agrícolas, evitando o desperdício de alimentos. Sendo assim, um produto ecologicamente correto, seguro ao consumidor e de baixo custo.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

No decorrer da pesquisa, foram encontrados 72 artigos de acordo com os descritores e plataformas. Na plataforma SciELO foram 20 artigos, Science Direct foram 33 artigos e no PubMed foram 19 artigos. Portanto, totalizando 72 artigos de estudos, sendo feito uma análise através do título e metodologia.

TABELA 1-Resultados das buscas em cada plataforma

DESCRITORES	BASE DE DADOS	SCIELO	SCIENCE DIRECT	PUBMED
ALIMENTOS MINIMAMENTE PROCESSADOS		2	1	2
BIOMATERIAIS		1	6	2
POLÍMEROS NATURAIS		2	2	5
ÁCIDO POLILÁTICO-PLA		4	4	3
XILANA		1	3	2
AMIDO		7	4	1
BLENDAS POLIMÉRICAS		1	10	3
EMBALAGENS CONVENCIONAIS		2	3	1
TOTAL		20	33	19

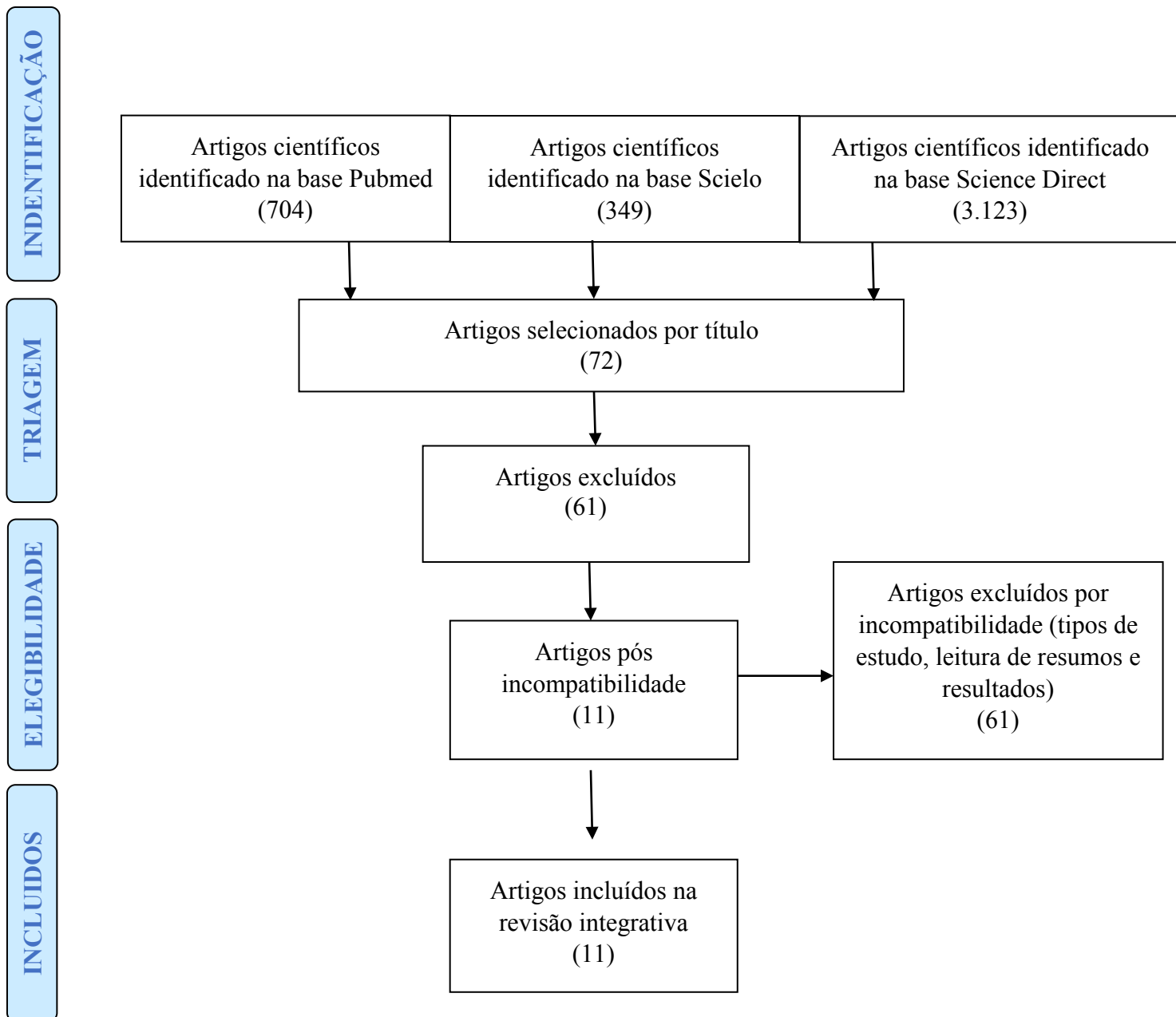
Fonte: Elaborado pela autora, 2020.

Evidenciou-se que após a utilização dos critérios de elegibilidade houve a exclusão de 61 artigos por não possuírem adequação ao conteúdo a pesquisa, por não seguirem os critérios de inclusão. Portanto, deu continuidade a leitura de 11 artigos.

O fluxograma abaixo apresenta o procedimento realizado para chegar até os artigos discutidos no presente trabalho. Sendo assim, seguindo

os critérios de inclusão e sendo feito um levantamento dos documentos mais relevantes que contribuíram para esse trabalho.

Fluxograma 1 - FLUXOGRAMA DA SELEÇÃO DOS ARTIGOS



Dentre os artigos que foram selecionados, 5 são do Science Direct, 3 são do PubMed e 3 são do SciELO. Os estudos possuem objetivos claros e coesos. Sendo assim, um fácil entendimento. Os anos das publicações variam entre 2015 a 2020, verificando uma maior aplicação nas publicações de 2017.

De acordo com Mohamad et al. (2020), os filmes produzidos a partir do polímeros de ácido polilático puro mostraram uma superfície nivelada e plana. Após a adição de alguns óleos essenciais, houve modificações na sua estrutura física, tendo em vista um melhoramento nessa propriedade. Porém, não apresentou nenhuma mudança química.

O PLA puro ao ser misturado com o óleo essencial exibiu uma diminuição da resistência à tração, sendo um filme menos rígido comparado com o PLA puro. Durante a produção de uma embalagem, é importante levar em consideração os valores de módulo de elasticidade média, tração força e alongamento de percentual de ruptura (QIN et al., 2017).

De acordo com os estudos de Mohamad et al. (2020) e QIN et al. (2017), é perceptível que o PLA puro mostra características melhoradas ao serem misturadas com outros componentes químicos. Deixando um material propício para adição de nanocompósitos para a fabricação de filmes biodegradáveis.

Outro polímero mais usado na produção de embalagens para frutas minimamente processadas é a xilana. Através da xilana pura não é possível produzir filmes, pois a mesma apresenta fragmentações. Contudo ao ser misturada com outro biopolímero (gelatina), apresentaram características macroscópicas elevadas comparadas com o filme feito com xilana puro. Sendo assim, ao utilizar xilana com um segundo biopolímero consegue-se um aumento nas propriedades físicas do filme (Lucena et al., 2017).

De acordo com Kargarzadeh et al. (2018), a xilana por se tratar de uma nanocelulose é ideal para filmes biodegradáveis. Portanto, sendo feita uma fusão eficaz, as estruturas desses compósitos apresentam uma firmeza térmica melhorada. Mesmo os materiais nanocelulósicos apresentando problemas de compatibilidade com materiais hidrofóbicos, foi possível de ter um produto para fabricação desses filmes. Já que apresentou o aumento de propriedades físicas e químicas ao serem usados com outros polímeros naturais.

O uso de nanoceluloses como a xilana, apresentaram uma ótima eficiência por serem um material para o melhoramento de propriedades de

outros polímeros. Tais como, barreira contra micro-organismos, propriedades estruturais, físicas e mecânica. Portanto, polímeros a base de polissacarídeos tem um ótimo desempenho no melhoramento de suas propriedades em associação com outros polímeros. Em vista disso, a xilana é um potencial polímero para construção de embalagens biodegradáveis. Seu uso, teve baixas incompatibilidades com outros polímeros (ZHANG et al., 2020).

De acordo com Junior et al. (2020), as embalagens biodegradáveis com amido e outros polímeros tiveram um bom desempenho quanto ao CO<sub>2</sub> na biodegradação final. Entretanto, a microbiota que se formou nessas embalagens, degradou o amido superficialmente, e o amido interno que estava misturado com outros polímeros ficou intacto. Portanto, o amido ao ser misturado com outros polímeros demonstra grande eficácia para conservação e biodegradabilidade.

Os filmes de amido e outros polímeros com ou sem adição de óleo essencial não apresentaram aumento de micro-organismo nas alfaces e não foram suficientes para proteção contra vapor de água. Esses biofilmes ao serem comparados com filmes de PVC possuem características superiores.

Por exemplo, como a proteção de cor apresentou maior eficiência e uma conservação de 8 dias, apenas as alfaces ficaram mais inchadas. Todavia, os filmes de amido com PVOH e alginato mostraram um tempo de conservação maior do que o filme de PVC, sendo um tempo por 4 dias, apenas. Assim, essas misturas de polímeros biodegradáveis são capazes de substituir uma embalagem com polímeros sintéticos (BRANDELERO; BRANDELERO; ALMEIDA, 2016).

De acordo com esses autores, esses polímeros apresentaram grande eficiência para conservação de frutas e vegetais e para formação de blends poliméricas. Portanto, cada uma apresenta propriedades físicas, mecânicas e químicas semelhantes sem que haja alguma inconveniência entre elas.

O PLA e amido ao serem misturados em condições adequadas, demonstraram que esses filmes em multicamadas tiveram capacidade para barreira contra vapor de água e gases, uma propriedade mecânica mais resistente comparada com o amido líquido. Entretanto, esses métodos oferecem diferentes resultados para alimentos, por dependerem da hidrofobicidade. Também, o PLA e o amido podem funcionar como

transportadores de compostos ativos para diminuição de micro-organismos ou embalagens antioxidantes. Desse modo, a afinidade vai depender da estrutura química do polímero PLA (hidrofóbica) e amido (hidrofílica) para produção de material eficaz (MULLER; MARTÍNEZ; CHIRALT, 2017).

De acordo com Koh, Zhang e He (2018), a junção de PLA e amido se complementa, e os resultados para propriedades mecânicas foram baixas. Porém, para que haja melhoramento nessas propriedades, foram feitos uso de componentes não biodegradáveis. Apenas PLA e amido não seria suficiente para um processo de endurecimento.

Os biofilmes feitos partir de vários tipos de carboidratos e proteínas possuem características de barreiras excelentes. Porém, suas propriedades mecânicas são fracas. Ao usar filmes de biopolímeros Garavand et al., 2017 demonstraram que reações de reticulações permitiam uma maior preparação de materiais com propriedades mecânicas, térmicas e físico-químicas aprimoradas.

De acordo com Din et al (2020), o uso de biopolímeros para embalagem de alimentos são melhores por serem de fontes renováveis. Para isso, esses biopolímeros devem ser feitos testes para degradação, compostagem, verificações de sustentabilidade. O uso de mais polímeros para formação de embalagens foram essenciais para que houvesse propriedades melhoradas. Portanto, o uso de fontes não renováveis deve ser evitado.

Assim, a hipótese H1 é aceitável já que estudos comprovam que uso de blends melhorouas propriedades de cada polímero. Sendo assim, a conservação para alimentos minimamente processadas é possível.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O uso desses biomateriais tem várias aplicabilidades, entre elas estão o uso na indústria de alimentos para uso de embalagens biodegradáveis.

A utilização do PLA, xilana e amido mostrou grande potencial de conservação dos alimentos minimamente processadas, por apresentar propriedades mecânicas, físicas, químicas e antimicrobiana. Todavia, ainda é uma área muito nova e promissora, que com os avanços tecnológicos e estudos sobre esse tema será possível a produção dessas embalagens biodegradáveis.

Portanto, esse trabalho teve grande relevância para busca de conhecimento sobre os polímeros biodegradáveis, podendo servir de base para pesquisas de outros autores da área de tecnologia de alimentos.

## REFERÊNCIAS

ALMINO, H. A.; SANTOS, S. C. L. Efeito da aplicação de revestimentos comestíveis em frutas e hortaliças minimamente processadas. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, Pombal, PB, v. 14, n. 1, p. 100-104, mar./2020.

ASSIS, O. B. G; BRITTO, Douglas De; FORATO, Lucimara Aparecida. **O uso de biopolímeros como revestimentos comestíveis protetores para conservação de frutas in natura e minimamente processadas**. 1. ed. São Carlos, SP: Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 2009. p. 7-23.

BARÃO; ZANON, Mariana. Embalagens para produtos alimentícios. **Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas – SBRT**, Paraná, v. 1, n. 1, p. 1-31, ago./2011.

BASTOS, Valéria Delgado. Biopolímeros e Polímeros de Matérias-Primas Renováveis Alternativos aos Petroquímicos. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 28, p. 201-234, dez./2007.

BRANDELERO, Renata Paula Herrera; BRANDELERO, Evandro Martin; ALMEIDA, Fábio Mendonça de. **Biodegradable filmsofstarch/PVOH/alginate in packaging systems for minimallyprocessedlettuce (Lactuca sativa L.)**. Ciênc. agrotec., Lavras, v. 40, n. 5, p. 510-521, Oct. 2016.

BRITO, G. F. et al. Biopolímeros, Polímeros Biodegradáveis e Polímeros Verdes. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, Campina Grande, PB: v. 6.2, n. 1, p. 127-139, set./2011.

CONSELHO FEDERAL DE BIOMEDICINA. Código de Ética da Profissão de Biomédico. Resolução n. 198, de 21 de fevereiro de 2011.

DAMASCENO, K. S. F. D. S. C. *et al.* Melão minimamente processados : um controle de qualidade. **Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, SP, v. 25, n. 4, p. 651-658, dez./2005.

DIN, M. I., Ghaffar, T., Najeeb, J., Hussain, Z., Khalid, R., & Zahid, H. **Potential perspectives ofbiodegradableplastics for foodpackagingapplication- reviewofpropertiesandrecentdevelopments**. FoodAdditives&Contaminants: Part A, 1–16,2020.

ERCOLE, F. F.; MELO, L. S.; ALCOFORADO, C.L. G. C. **Revisão Integrativa versus Revisão Sistemática**. REME • Rev Min Enferm. 18(1): 1-260 jan/mar, 2014.

GARAVAND, F., Rouhi, M., Razavi, S. H., Cacciotti, I., & Mohammadi, R. **Improvingtheintegrityof natural biopolymerfilmsused in foodpackagingbycrosslinking approach: A review**. InternationalJournalofBiologicalMacromolecules, 104, 687–707, 2017.



GOMES, L. Biomateriais em Artroplastia de Quadril: Propriedades, Estrutura e Composição. O Quadril, 2010.

ITO, Edson N.; PESSAN, Luiz A.; COVAS, E. H. J. J. A. Análise do desenvolvimento morfológico da blenda polimérica PBT/ABS durante as etapas de mistura por extrusão e moldagem por injeção . **Polímeros**, São Carlos, SP, v. 14, n. 2, p. 83-92, jun./2014.

JORGE, Neuza. **Embalagens para alimentos**. 1. ed. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2013. p. 1-198.

JUNIOR, T. et al .

**Biodegradability assessment of starch/glycerol foam and poly(butylene adipate-co-terephthalate)/starch film by respirometric tests**. Braz. J. Food Technol., Campinas , v. 23, e2018248, 2020.

Kargarzadeh, H., Huang, J., Lin, N., Ahmad, I., Mariano, M., Dufresne, A., ... Gałęski, A. **Recent developments in nanocellulose-based biodegradable polymers, thermoplastic polymers, and porous nanocomposites**. Progress in Polymer Science, 2018. p. 1- 132.

Koh, J. J., Zhang, X., & He, C.

**Fully biodegradable Poly(lactic acid)/Starch blends: A review of toughening strategies**. International Journal of Biological Macromolecules, 109, p. 99–113, 2018.

LANDIM, A. P. M. *et al.* Sustentabilidade quanto às embalagens de alimentos no Brasil. **Polímeros**, São Carlos, SP, v. 26, n. 1, p. 82-92, jan./2016.

LUCENA *et al.* Desenvolvimento de biofilmes à base de xilana e xilana/gelatina para produção de embalagens biodegradáveis. **Polímeros** , São Carlos, SP, v. 27, n. 1, p. 35-41, jan./2017.

MALI, Suzana; GROSSMANN, M. V. E; YAMASHITA, Fábio. Filmes de amido : produção, propriedades e potencial de utilização. **Semina**, Londrina, v. 31, n. 1, p. 137-155, mar./2010.

MIGUEL, A. C. A. *et al.* Aproveitamento agroindustrial de resíduos sólidos provenientes do melão minimamente processado . **Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, SP, v. 28, n. 3, p. 733-737, ago./2008.

MOHAMAD, N., Mazlan, M. M., Tawakkal, I. S. M. A., Talib, R. A., Kian, L. K., Fouad, H., & Jawaid, M.

**Development of active agents filled poly(lactic acid) films for food packaging application**. International Journal of Biological Macromolecules, 2020.

MULLER, J. ID.; MARTÍNEZ, C. G; CHIRALT, A. Combination of Poly(lactic) Acid and Starch for Biodegradable Food Packaging. **Materials**, Espanha, v. 1, n. 1, p. 1-22, 2020.

NEVES, L. C. *et al.* Utilização de diferentes embalagens plásticas para a conservação de produto minimamente processado de mangas 'Tommy Atkins'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Boa Vista-RR., v. 31, n. 3, p. 856-864, set./2009.

PACHEKOSKI, Wagner Mauricio; DALMOLIN, Carla; AGNELLI, J. A. M. Blendas poliméricas biodegradáveis de PHB e PLA para fabricação de filmes. **Polímeros**, São Carlos, SP, v. 24, n. 4, p. 501-507, ago./2014.

PIRES, A. L. R; BIERHALZ, A. C. K; MORAES, Ângela M.. BIOMATERIAIS: TIPOS, APLICAÇÕES E MERCADO. **Química Nova**, Campinas – SP,, v. 38, n. 7, p. 957-971, ago./2015.

QIN, y., Li, w., Liu, D., Yuan, M.,  
Li, L. **Development of active packaging film made from poly (lactic acid) incorporated essential oil**. Progress in Organic Coating, 103, 76-82, 2017.

SOUZA, Marcela T.; SILVA, Michelly D.; CARVALHO R. **Revisão integrativa: o que é e como fazer**. Einstein. 8 (1 Pt 1):102-106, 2010.

SANTOS, A. S. F; AGNELLI, J. A. M; MANRICH, Sati. Tendências e desafios da reciclagem de embalagens plásticas. **Polímeros**, São Carlos, SP, v. 14, n. 5, p. 307-312, dez./2014.

SCHLEMMER, Daniela Atta; ANDREANI, Larissa; VALADARES, Leonardo Fonseca. **Biomateriais: Polímeros e Compósitos**. 1. ed. Parque Estação Biológica - PqEB s/n, Brasília, DF: Embrapa Agroenergia, 2014. p. 1-9.

SILVA, E. D. O. *et al.* **Processamento Mínimo de Produtos Hortifrutícolas**. 1. ed. Fortaleza, CE: Embrapa Agroindústria Tropical, 2011. p. 9-61.

TURRER, C. L.; FERREIRA, F. P. M. Biomateriais em Cirurgia Craniomaxilofacial: princípios básicos e aplicações - revisão de literatura. **Revista Brasileira Cirurgia Plástica**, Belo Horizonte, MG., v. 23, n. 3, p. 234-239, fev./2008.

VILLADIEGO, A. M. D. *et al.* Filmes e revestimentos comestíveis na conservação de produtos alimentícios. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 52, n. 300, p. 221-244, 2005.

WILLIAMS, D. F. **Definitions in biocompatibility**. Amsterdam: Elsevier, CRC Press, v. 1.1, 1987.

Zhang, W., Zhang, Y., Cao, J., & Jiang, w. **Improving the performance of edible food packaging films by using nanocellulose as an additive**. International Journal of Biological Macromolecules, 2020.