

RESSALVA

Atendendo solicitação da autora, o texto completo desta **Dissertação** será disponibilizado somente a partir de 31/08/2023.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS
CÂMPUS DE ARARAQUARA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE BIOMATERIAIS E BIOPROCESSOS
MESTRADO PROFISSIONAL

**CELULOSE BACTERIANA E PECTINA: UMA BLENDA POLIMÉRICA
PARA A CONSERVAÇÃO DE MORANGOS**

JOSANA CARLA DA SILVA SASAKI

ORIENTADOR: Prof. Dr. Álvaro Baptista Neto
COORIENTADOR: Prof. Dr. Rondinelli Donizetti Herculano

ARARAQUARA – SP

2021

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS
CÂMPUS DE ARARAQUARA

CELULOSE BACTERIANA E PECTINA: UMA BLENDA POLIMÉRICA
PARA A CONSERVAÇÃO DE MORANGOS

JOSANA CARLA DA SILVA SASAKI

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Biomateriais e Bioprocessos (Mestrado Profissional), Área de Biomateriais, Bioprocessos, Bioprodutos da Faculdade de Ciências Farmacêuticas, UNESP, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Engenharia de Biomateriais e Bioprocessos.

ORIENTADOR: Prof. Dr. Álvaro Baptista Neto
COORIENTADOR: Prof. Dr. Rondinelli Donizetti Herculano

ARARAQUARA – SP

2021

S586c Sasaki, Josana Carla da Silva.
Celulose bacteriana e pectina: uma blenda polimérica para a
conservação de morangos / Josana Carla da Silva Sasaki. – Araraquara:
[S.n.], 2021.
100 f. : il.

Dissertação (Mestrado Profissional) – Universidade Estadual Paulista.
"Júlio de Mesquita Filho". Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Programa de
Pós Graduação em Engenharia de Biomateriais e Bioprocessos.

Orientadora: Álvaro de Baptista Neto.
Coorientador: Rondinelli Donizetti Herculano.

1. Bioplástico. 2. Pectina. 3. Celulose bacteriana. 4. *Komagataeibacter
hansenii*. 5. Morango. 6. Revestimento. I. Baptista Neto, Álvaro de, orient.
II. Herculano, Rondinelli Donizetti, coorient. III. Título.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: CELULOSE BACTERIANA E PECTINA: UMA BLENDAS POLIMÉRICA PARA A CONSERVAÇÃO DE MORANGOS.

AUTORA: JOSANA CARLA DA SILVA SASAKI

ORIENTADOR: ALVARO DE BAPTISTA NETO

COORIENTADOR: RONDINELLI DONIZETTI HERCULANO

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em ENGENHARIA DE BIOMATERIAIS E BIOPROCESSOS, área: Biomateriais, Bioprocessos, Bioprodutos pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. ALVARO DE BAPTISTA NETO (Participação Virtual)
Departamento de Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia / Faculdade de Ciências Farmacêuticas - UNESP - Araraquara

Profa. Dra. WILMA APARECIDA SPINOSA (Participação Virtual)
Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos / Universidade Estadual de Londrina

Prof. Dr. ANTONIO CARLOS GUASTALDI (Participação Virtual)
Departamento de Química Analítica, Físico-Química e Inorgânica / Instituto de Química - UNESP - Araraquara

Araraquara, 31 de agosto de 2021

Dedico este trabalho a Deus, que me deu a vida e formou o planeta Terra, pois nele, além de mim, vivem todos os que eu amo, deste planeta tiro o meu sustento, sendo, hoje, o meu dever lutar por sua sustentabilidade.

Dedico, em especial, aos meus eternos e amados avós, Eurípedes & Maria; Maria & Laurentino.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por tudo! Sem a sua graça nem vida eu teria.

Agradeço aos meus familiares, que sempre me incentivaram de alguma forma para que eu concretizasse os meus objetivos. Em especial, agradeço a meu esposo, Alexandre T. Sasaki, por ser paciente, compreensivo e apoiar os meus sonhos, e aos meus filhos, Miguel e Melina, que tanto me perdoaram pelo tempo que lhes foi roubado devido à minha dedicação aos estudos.

Agradeço aos amigos, colegas, conhecidos e técnicos de laboratório, que sempre estavam prontos a me ajudar. Agradeço especialmente à Mariana Pereira, cuja amizade e companhia no mestrado fez com que essa etapa passasse como um sopro.

Agradeço sobretudo ao meu orientador, Prof. Dr. Álvaro de Baptista Netto, e ao coorientador, Prof. Dr. Rondinelli Donizetti Herculano, pela paciência, carinho e dedicação comigo e com o projeto. Sem eles, nada disso seria possível.

RESUMO

Estima-se que cerca de 1/3 da produção de alimentos é desperdiçado entre a cadeia produtiva até o consumo, o que acarreta em problemas econômicos, sociais e ambientais. Deste modo, tecnologias que venham aumentar o tempo de prateleira dos alimentos é indispensável e urgente, o que poderia reduzir o apelo constante por maior produção. Com base nessas problemáticas, o presente estudo teve como objetivo avaliar a produção de celulose bacteriana em diferentes meios de cultivo para, posteriormente, desenvolver uma blenda polimérica de celulose bacteriana e pectina para a aplicação e análise preliminar em morangos, visando revestir, proteger e aumentar a vida de prateleira da fruta. Para o desenvolvimento do trabalho, foi utilizada a bactéria *Komagataeibacter hansenii* ATCC 23769 (antigo *Acetobacter xylinus* Yamada) para a produção da celulose em diferentes meios de cultivo e condições de agitação. As melhores produções de celulose foram alcançadas nos meios Hestrin e Schramm (HS) modificados com diferentes fontes de carbono, tais como: caldo de cana, como substituinte da glicose, (concentração de celulose igual a $38,8 \pm 15,4$ g. L⁻¹, em base seca); HS suplementado com etanol, (concentração de celulose de $33,4 \pm 4,4$ g. L⁻¹, em base seca) e a 100 rpm de rotação orbital; e suco de laranja, como substituinte da glicose, (concentração de celulose de $27,2 \pm 9,4$ g. L⁻¹, em base seca) e, em meio estático. O cultivo de celulose bacteriana decorreu pelo período de 14 dias. Com os resultados obtidos, foi possível determinar a melhor estratégia para a produção de celulose bacteriana para o uso no desenvolvimento do revestimento bioplástico, que foi elaborado com base na blenda polimérica de celulose bacteriana e pectina. Outra blenda foi desenvolvida a partir da introdução do material hidrofóbico óleo de coco, visando possivelmente melhoria no revestimento com características hidrofílicas. Na avaliação sobre as características mecânicas do biomaterial, foi possível determinar que o revestimento bioplástico de celulose bacteriana e pectina apresentou maior permeabilidade ao vapor de água, maior resistência à tração e menor deformação que o revestimento bioplástico com o aditivo de óleo de coco. No entanto, ambas amostras mostraram alta solubilidade em água. Com a investigação, foi plausível determinar que o revestimento à base de celulose bacteriana e pectina e a blenda de celulose bacteriana, pectina e óleo de coco aplicado sobre o morango evitou a senescência precoce e preservou a fruta, evitando perda de massa de 39% no revestimento de celulose bacteriana e pectina e 61% no revestimento bioplástico de celulose bacteriana, pectina e óleo de coco.

Palavras-Chave: Bioplástico; Pectina; Celulose bacteriana; *Komagataeibacter hansenii*; Morango; Revestimento.

ABSTRACT

It is estimated that about 1/3 of food production is wasted between a production chain and consumption, which leads to economic, social and environmental problems, thus, technologies that will increase the shelf life of food are indispensable and urgent, which would reduce the constant call for more production. Based on these issues, this study aimed to evaluate the production of bacterial cellulose in different culture media to further develop a polymer blend of bacterial cellulose and pectin for application and preliminary analysis in strawberries, aiming to coat, protect and increase life of fruit shelf. For the development of the work, the bacterium *Komagataeibacter hansenii* ATCC 23769 (formerly *Acetobacter xylinus* Yamada) was used for the production of cellulose in different culture media and agitation conditions. The best cellulose productions were achieved in Hestrin and Schramm (HS) media modified with different carbon sources: such as sugarcane juice as a glucose substitute, (cellulose concentration equal to $38.8 \pm 15.4 \text{ g. L}^{-1}$, on a dry basis); HS supplemented with ethanol, (cellulose concentration of $33.4 \pm 4.4 \text{ g. L}^{-1}$, on a dry basis), at 100 rpm of orbital rotation; and orange juice as a replacement for glucose (concentration of cellulose of $27.2 \pm 9.4 \text{ g. L}^{-1}$, on a dry basis), in a static medium. The bacterial cellulose culture was carried out for a period of 14 days. With the results obtained, it was possible to determine the best strategy for the production of bacterial cellulose for use in the development of the bioplastic coating, which was elaborated based on the polymeric blend of bacterial cellulose and pectin. Another blend was developed, with the introduction of the hydrophobic material coconut oil, possibly aiming to improve the coating with hydrophilic characteristics. In the evaluation of the mechanical characteristics of the biomaterial, it was possible to determine that the bioplastic coating of bacterial cellulose and pectin had greater permeability to water vapor, greater tensile strength and less deformation than the bioplastic coating with the additive of coconut oil. However, both samples showed high solubility in water. With the investigation, it was plausible to determine the coating based on bacterial cellulose and pectin and the blend of bacterial cellulose, pectin and coconut oil applied on the strawberry avoided premature senescence and preserved the fruit, preventing a 39% loss of mass in the coating of bacterial cellulose and pectin and 61% in the bioplastic coating of bacterial cellulose, pectin and coconut oil.

Keywords: Bioplastic; Pectin; Bacterial cellulose; *Komagataeibacter hansenii*; Strawberry; Coating.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Objetivos da ODS (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável).... 12

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Produção e tratamento de lixo plástico por país	17
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ATCC – American Type Collection

ATM – Alto Grau de Metoxilação

Sumário

INTRODUÇÃO	12
CONCLUSÃO	86
REFERÊNCIAS.....	88

1 INTRODUÇÃO

A perda e o desperdício de alimentos são um grande ônus à toda sociedade, podendo incidir por descaso, mal acondicionamento, manuseamento, transporte inadequado, alta perecibilidade entre outros fatores.

No Brasil, o problema de perdas e desperdícios de frutas ocorre devido a fatores como manipulação inapropriada e má conservação do alimento – que podem acontecer em etapas distintas do processo. Estima-se que, durante a colheita, são perdidos cerca de 10% das frutas; 30% do desperdício ocorre durante o manuseio e transporte; cerca de 50% são perdidas nos centros de distribuição; e os 10% restantes se dividem entre supermercados e consumidores (FAO, 2017).

Neste contexto, a Assembleia Geral das Nações Unidas criou a coleção de 17 metas globais a serem alcançadas até o ano de 2030, chamada ODS (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável), entre os objetivos estão: consumo e produção responsáveis, agricultura sustentável, inovação, ação contra a mudança global do clima, estes são alguns dos objetivos do movimento, conforme exemplifica a Figura 1.

Figura 1 – Objetivos da ODS (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável)



Fonte: PLAN INTERNATIONAL (2017, s./p.)

Conforme a FAO (2017), a problemática da perda e o desperdício de alimentos chegam, aproximadamente, a um terço do alimento produzido no mundo, ou seja, 1,3 bilhão de toneladas anuais - o que torna as ações que resultam na redução de perdas de alimentos imprescindíveis.

Assis e Britto (2014) descrevem que os revestimentos e embalagens para frutas apresentam um grande potencial de conservação destes alimentos, o que reduz o desperdício, uma vez que os revestimentos têm como papel colaborar para a preservação organoléptica do alimento, preservar o valor nutricional, evitar ganho excessivo de água e impedir trocas gasosas que podem acelerar sua degradação.

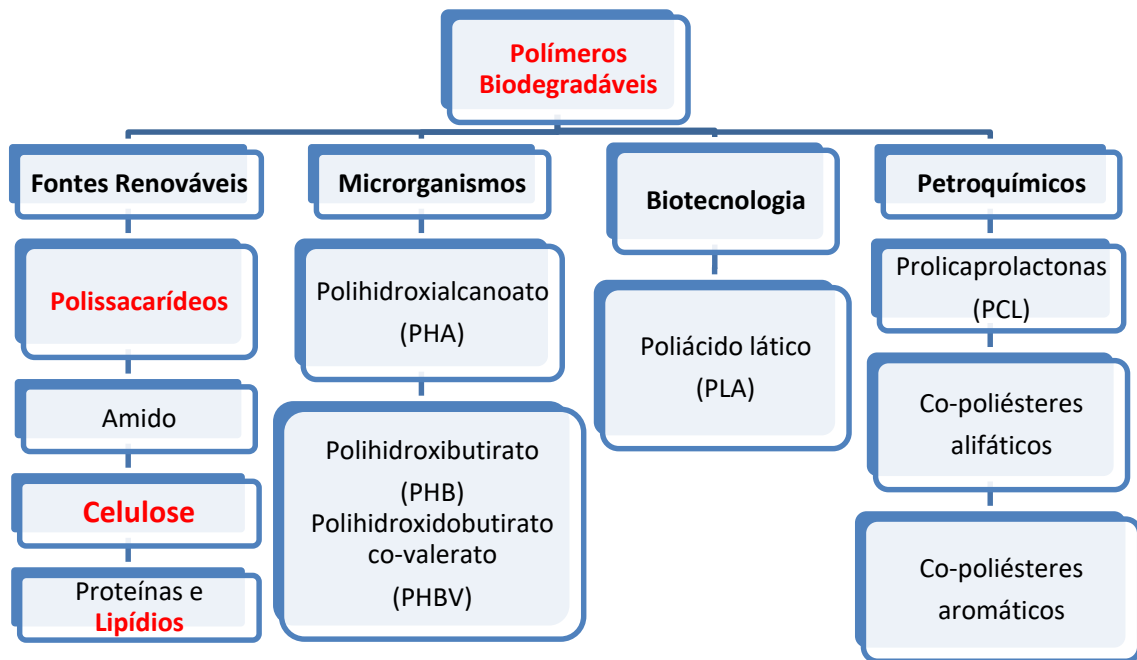
Muitos materiais plásticos petroquímicos foram desenvolvidos e direcionados para a aplicação no setor alimentício, porém, foi inegavelmente ignorado por muito tempo o impacto ambiental negativo que toda essa cadeia semeava, desde a extração do recurso natural não renovável até a aplicação e uso dos seus derivados.

No entanto, nos últimos tempos, novos materiais plásticos promissores e ecologicamente corretos estão se tornando destaque como no caso dos bioplásticos – materiais que derivam de fontes renováveis de biomassa e que têm sido uma alternativa aos plásticos obtidos de derivados do petróleo, que é uma fonte “não renovável e não sustentável” (MCLELLAN *et al.*, 2019).

O bioplástico pode ser utilizado para os mais diversos fins, destacando-se como material para revestimentos alimentícios, como em frutas e vegetais, já que essa aplicação pode agir beneficentemente na manutenção dos alimentos, evitando perdas prematuras (ORTIZ *et al.*, 2012).

De acordo com a European Bioplastics (2020), do total de material bioplástico produzido, 53% (1,14 milhão de toneladas) foram destinados ao mercado de embalagens alimentícias, sendo o maior seguimento do setor. A Figura 2 mostra as principais fontes para obtenção de polímeros biodegradáveis.

Figura 2 – Principais polímeros biodegradáveis disponíveis atualmente



Fonte: Adaptado de OLIVEIRA *et al.* (2016, p. 18).

A Figura 2 mostra que a celulose pode ser uma das fontes biodegradáveis, o que a torna um material viável para a produção de bioplástico. Dentre os tipos de celulose em ampla pesquisa no mundo científico, destaca-se a celulose bacteriana sintetizada por bactérias.

Para a produção de celulose bacteriana, utiliza-se meios de cultivos contendo fonte de carbono e outros nutrientes que são necessários para a síntese de celulose através de cultura bacteriana. O meio padrão para a produção de celulose bacteriana foi desenvolvido por HESTRIN e SCHRAMM, em 1954. Este meio sustenta alta produção de celulose bacteriana, porém é considerado ainda de alto custo, o que acaba por influenciar nas despesas do processo de produção. Sendo assim, o desenvolvimento de meios de cultivos de baixo custo para a produção de celulose bacteriana se faz necessário. Uma alternativa para isso é o uso de fontes de nutrientes originários de produtos e subprodutos da agroindústria, que são baratos e suportam uma boa produção de celulose bacteriana (CARNEIRO, 2015).

A celulose bacteriana pode ser misturada com outros polímeros, visando à produção de um material adequado para uma determinada aplicação. Logo, outro material que pode ser utilizado para a formulação do bioplástico é a pectina, polímero de carboidratos.

Segundo Canteri *et al.* (2012), a pectina possui alta capacidade de formação de gel e pode ser utilizada tanto como plastificante como para a formação de filmes biodegradáveis. Desse modo, uma blenda contendo celulose bacteriana e pectina para a formulação de revestimento bioplástico para frutas se mostra uma alternativa interessante por envolver neste estudo o aspecto tecnológico, à preservação de recursos ambientais e à preocupação social.

Portanto, a utilização de plásticos derivados de biomassa para revestimentos ou embalagens para frutos preserva o alimento e se mostra também uma alternativa ambientalmente interessante.

6 CONCLUSÃO

Nos testes efetuados, chegou-se à conclusão de que a realização do cultivo de celulose bacteriana em condição estática ou até em baixa rotação promoveu a melhor produção de celulose bacteriana, utilizando a bactéria *Komagataeibacter hansenii*.

Além disso, em termos de produção de celulose bacteriana, é possível constatar que a substituição da glicose do meio HS por caldo de cana-de-açúcar ou suco de laranja se mostrou bem promissora e que o acréscimo de etanol ao meio padrão foi favorável.

Um importante fato a comentar em relação à utilização ao caldo de cana-de-açúcar e do suco de laranja é o baixo custo desses substratos. Com isso, foi possível elaborar meios de cultivos de baixo custo e, desse modo, viabilizar a produção de celulose bacteriana.

O presente estudo deu ainda continuidade à análise após os resultados de sintetização da celulose bacteriana com a formulação e elaboração de um biomaterial, utilizando as membranas celulósicas obtidas no bioprocessamento. Com isso, foi alcançado um revestimento bioplástico de alto valor agregado e baixo custo, que apresentou grande potencial de aplicabilidade em morangos que proporcionou a manutenção das características pós-cultivo da fruta, mantendo a firmeza, controle de rubor precoce e proliferação fúngica, evitando alterações degradantes sem a presença de refrigeração.

8 REFERÊNCIAS

ABISA. **Cotações 2021**. Disponível em: <https://abisa.com.br/cotacoes/cotacoes-2021>. Acesso em: 13/09/2021.

AHMAD, M. *et al.* Physico-mechanical and antimicrobial properties of gelatin film from the skin of unicorn leatherjacket incorporated with essential oils. **Food Technology**, v. 28, p. 189-199, 2012.

ALABAN, C. A. Studies on the optimum conditions for "nata de coco" bacterium or "nata" formation in coconut water. **Philippine Agriculturist**, Laguna, v. 45, p. 490-516, 1962.

ALBA, K. *et al.* Pectin Conformation in Solution. **The journal of physical chemistry**, v.122, n. 29, p. 7286-7294, 26 Jul. 2018.

ALBUQUERQUE, R. M. B. **Desenvolvimento de uma blenda biodegradável à base de celulose bacteriana (CB) e polihidro-butirato (PHB) para a aplicação como embalagem ativa para alimentos**. 2019. 129 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento de Processos Ambientais) – Universidade Católica de Pernambuco, 2019.

ALMEIDA, D. M. **Biofilme de blenda de fécula de batata e celulose bacteriana conservação de fruta minimamente processada**. 2010. 283 f. Tese (Doutorado em Processos Biotecnológicos Agroindustriais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

ALMEIDA, D. M. *et al.* Propriedades Físicas, Químicas e de Barreira em Filme Formados por Blenda de Celulose Bacteriana e Fécula de Batata. **Polímeros**, v. 23, n. 4, p. 538-546, 2013.

AMAL, S. H. A. *et al.* Improving strawberry fruit storability by edible coating as a carrier of thimol or calcium chloride. **Journal of Horticultural Science & Ornamental Plants**, v. 2, n. 3, p. 88-97, 2010.

AMARANTE, C.; BANKS, N. H. Postharvest physiology and quality of coated fruits and vegetables. **J. Horticultural Reviews**, v. 26, p. 161-238, 2001.

ANDRADE, F. K. *et al.* Bacterial Cellulose: Properties, Production and Applications. *In*: LEJEUNE, A.; DEPREEZ, T. (Eds.). **Cellulose: structure and properties, derivatives and industrial uses**. New York: Nova Science Publishers, 2010. p. 427-458.

ANJU, P. V. *et al.* In situ synthesized hydro-lipophilic nano and micro fibrous bacterial cellulose: polystyrene composites for tissue scaffolds. **Journal of Materials Science**, v. 55, 5247–5256, 2020. <https://doi.org/10.1007/s10853-020-04344-9>.

ANTUNES, L. E. C.; BONOW, S.; REISSER JUNIOR, C. Morango: crescimento constante em área e produção. **Anuário Campo & Negócios HF**, v. 37, p. 88-92, 2020.

ARAÚJO, G. S.; CARVALHO, R. H. R.; SOUSA, E. M. B. D. Produção de Biodiesel a partir de óleo de coco (*Cocos nucifera* L.). **International Workshop | Advances in Cleaner Production**, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Rio Grande do Norte, Natal, 2009.

ASSIS, O. B. G.; FORATO, L. A.; BRITTO, D. Revestimentos comestíveis protetores em frutos minimamente processados. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 22, n. 160, p. 99-106, 2008.

ASSIS, O.B. G, BRITTO, D. Review: edible protective coatings for fruits: fundamentals and applications. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 17, n. 2, p. 87-97, 2014.

ÁVILA, J. M. M. *et al.* Influência do sistema de produção e do armazenamento refrigerado nas características físico-químicas e no desenvolvimento de compostos voláteis em morangos. **Cienc. Rural**, Santa Maria, v. 42, n.12, dez. / 2012.

BARUD, H. D. S. **Preparo e caracterização de novos compósitos de celulose bacteriana**. 2006. 114 f. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Química, Araraquara, 2006.

BARROS-ALEXANDRINO, T. T.; MARTELLI-TOSI, M., ASSIS, O. B. G. Efeito da adição de pectina nas propriedades mecânicas e de permeação ao vapor de água de filmes a base de purê de mamão. **IX Workshop de Nanotecnologia Aplicada ao Agronegócio**, Embrapa Instrumentação, Laboratório Nacional de Nanotecnologia para o Agronegócio, São Carlos/SP, 2017.

BERTAN, L. C. *et al.* Effect of fatty acids and 'Brazilian elemi' on composite films based on gelatin. **Food Hydrocolloids**, v. 19, p. 73-82, 2005.

BIERHALZ, A. C. K. Caracterização de Biofilmes de Pectina Reticulados com Íons Cálcio: Efeito da Concentração de Plastificante. *In: Anais do 10º Congresso Brasileiro de Polímeros*. Foz do Iguaçu-PR, out. / 2009.

BODIN, A. *et al.* Bacterial Cellulose as Biomaterial. *In: PAUL, D. (ed.). Comprehensive Biomaterials*. Oxford: Elsevier, 2011. p. 405-410.

BOLDRIN, L. F. **Biossíntese, Aplicabilidade e Recentes avanços no estudo de celulose bacteriana**. 2015. (Trabalho de Conclusão de Curso de Biotecnologia) – Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de Lorena Departamento de Biotecnologia, Lorena, 2015.

BRAINER, M. S. de E C. P.; XIMENES, L. F. Produção de coco - soerguimento das áreas tradicionais do Nordeste. **Caderno Setorial- ETENE**, v. 5, n. 127, p. 1-15, 2020.

- BRANDÃO, E. M.; ANDRADE C.T. Influência de fatores estruturais no processo de gelificação de pectinas de alto Grau de metoxilação. **Polímeros**, v. 9, n. 3, p. 38-44, 1999.
- BROWN, A. J. An acetic ferment which forms cellulose. **Journal of Chemical Society**, v. 49, p. 432-439. 1886.
- CACICEDO, M. L. *et al.* Progress in Bacterial Cellulose Matrices for Biotechnological Applications. **Bioresource Technology**, v. 213, p. 172–180, ago. 2016.
- CACICEDO, M. L. *et al.* Chitosan-bacterial cellulose patch of ciprofloxacin for wound dressing: Preparation and characterization studies. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 147, p. 1136-1145, 15 mar. / 2020.
- ÇAKAR, F. *et al.* Improvement production of bacterial cellulose by semi-continuous process in molasses medium. **Carbohydrate Polymers**, v. 106, p. 7-13, 2014.
- CANTERI, M. H. G. *et al.* Pectina: da matéria-prima ao produto final. **Polímeros**, v. 22, n. 2, p.149-157, 2012.
- CANTILLANO, R. F. F; SILVA, M. M. **Manuseio pós-colheita de morangos**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. 2010. 36 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 318).
- CANTILLANO, R. F. F. 2005. **Colheita e pós-colheita**. In; PEREIRA DP; BANDEIRA DL; QUINCOZES ERF (ed). Sistema de produção do morango. Pelotas. Embrapa Clima Temperado. (Sistema de Produção,5). Disponível em: https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistema_sdeproducao16_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=4201&p_r_p_-996514994_topicId=1316. Acesso em: 02/08/2021.
- CARNEIRO, M. J. M. **Produção e caracterização de celulose bacteriana obtida a partir do suco de caju**. 2015. 49 f. Monografia (Graduação em Química) – Universidade Federal do Ceará, Ceará, 2015.
- CARREIRA, P. *et al.* Utilization of residues from agro-forest industries in the production of high value bacterial cellulose. **Bioresource Technology**, v. 102, n.15, p. 7354-7360, 2011.
- CASTRO, C. *et al.* Structural characterization of bacterial cellulose produced by *Gluconacetobacter swingsii* sp. from Colombian agroindustrial wastes. **Carbohydrate Polymers**, v. 84, n. 1, p. 96-102, 2011.
- CEPEA. **Etanol**. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. Departamento de economia, Administração e Sociologia, ESALQ- Escola de Agricultura Luiz Queiroz USP – Universidade de São Paulo, Piracicaba, São Paulo. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/indicador/etanol.aspx>. Acesso em: 07 set. 2020.

CIDREIRA VIERIA, J. S. *et al.* Processamento de óleo com baixo valor agregado para a obtenção de biodiesel por rota metílica. *In: 59º Congresso Brasileiro de Química*, João Pessoa /PB, 2019.

CHEN, H. *et al.* Preparation, characterization, and properties of chitosan films with cinnamaldehyde nanoemulsions. **Food Hydrocolloids**, v. 61, p. 662-671, 2016.

CHEN, J. *et al.* Pectin Modifications: a review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**. v. 55, n. 12, p. 1684-1698, 2015. doi:10.1080/10408398.2012.718722.

CLEENWERCK I, De VOS P. Polyphasic taxonomy of acetic bacteria: Na overview of the currently applied methodology. **International journal of food microbiology**, v. 125, n. 1, p. 2-14, 2008.

COELHO, T. **Brasil é o 4º maior produtor de lixo plástico do mundo e recicla apenas 1%**. Disponível em: <https://g1.globo.com/natureza/noticia/2019/03/04/brasil-e-o-4o-maior-produtor-de-lixo-plastico-do-mundo-e-recicla-apenas-1.ghtml>. Acesso em: 21 out. /2020.

COIMBRA, C. G. O. **Produção de celulose bacteriana por *Gluconacetobacter xylinus* e elaboração de filmes comestíveis**. 2016. 137 f. Tese (Doutorado em Biotecnologia) – Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Biociências, Recife, 2016.

CORDEIRO, N. F. **Obtenção e Caracterização de Películas biodegradáveis de amido de mandioca incorporados com celulose bacteriana**. 2015. 34 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Engenharia de Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Departamento de Alimentos, Campo Mourão, 2015.

CUENCA, M. A. G. A cultura do coqueiro. **Embrapa Tabuleiros Costeiros Sistemas de Produção**, 1, 2ª ed., Ago/ 2016.

DEBEAUFORT, F.; QUEZADA-GALLO, J. A.; VOILLEY, A. Edible Films and Coatings: Tomorrow's Packagings. - A Review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 38, n. 4, p. 299-313, 1998.

DIAS, A.B. **Desenvolvimento e caracterização de filmes biodegradáveis obtidos de amido e de farinha de arroz**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/ SC, 2008.

DONINI, I. A. N. *et al.* Biosynthesis and recent advances in production of bacterial cellulose. **Eclética Química**, v. 35, n. 4, p. 165-178, 2010.

DUARTE, E. B. *et al.* **Celulose bacteriana propriedades, meios fermentativos e aplicações**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2019. 35 p.

ESPITIA, P. J. P. *et al.* Physical and antimicrobial properties of açai edible films formulated with thyme essential oil and apple skin polyphenols. **Journal of Food Science**, v. 79, p. 903-910, 2014.

EUROPEAN BIOPLASTICS. **Environmental benefits of bioplastics**. Berlin, 2020. Disponível em: <https://www.european-bioplastics.org/bioplastics/environment/>. Acesso em: 22 out. 2020.

FABJOLA, B. *et al.* **A sustainable bioplastic obtained from rice straw**. **Journal of Cleaner Production**, v. 200, p.357-368, 2018.

FAN, Y. *et al.* Effect of alginate coating combined with yeast antagonist on strawberry (*Fragaria x ananassa*) preservation quality. **Postharvest Biology and Technology**, v. 53, p. 84-90, 2009.

FAO. **FAO: 30% de toda a comida produzida no mundo vai parar no lixo**.

Disponível em:

<https://nacoesunidas.org/fao-30-de-toda-a-comida-produzida-no-mundo-vai-parar-no-lixo/> Acesso em: 16 ago. 2020.

FAO. **Desperdício de alimento**. Disponível em:

https://www.abras.com.br/pdf/Apresent_FAO.pdf. Acesso em: 15 jun. 2020.

FAO. **FAO: redução de perdas e desperdícios alimentares é essencial para alcançar metas globais**. Disponível em:

<https://news.un.org/pt/story/2019/10/1690841>. Acesso em: 16 ago. 2020.

FLEMMING, H.; WINGENDER, J. The biofilm matrix. **Nature reviews Microbiology**, v. 8, n. 9, p. 623-633, 2010.

FRIDOVICH, K. **Bioplastic**. Encyclopaedia Britannica: Inc., 2020.

GALINDO, Marcella Vitoria. **Filmes biodegradáveis de gelatina e quitosana com adição de óleos essenciais na conservação de presunto embalado a vácuo**.

2017. 51 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Londrina, 2017.

GARCIA, M. A. *et al.* Characterization of composite hydrocolloid films. **Carbohydrate Polymers**, v. 56, n. 3, p. 339-345, 2004.

GARRITY, G. M. **Bergey's manual of systematic bacteriology**. 2.ed. United States of America: Springer, 2005, v. 2.

GEBHARDT, SE.; THOMAS, R. G. **Nutritive Value of Foods**. Department of Agriculture (USDA). Home and garden Bulletin. Number 72, 2002.

GNANASAMBANDAM, R.; PROCTOR, A. Determination of pectin degree of esterification by diffuse reflectance Fourier transform infrared spectroscopy. **Food Chemistry**, v. 68, n. 3, p. 327-332, 2000.

GONTARD, N. *et al.* Edible composite films of wheat gluten and lipids: water vapour permeability and other physical properties. **Food Science technology**, v. 29, n. 1, p. 39-50, 1994. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1994.tb02045.x>.

GUAN, Y. L. *et al.* Study of phase behavior on chitosan/viscose rayon blend film. **Journal of Applied Polymer Science**, v. 67, p.1965-1972, 1998.

GUERRERO, P. *et al.* Mechanical and thermal properties of soy protein films processed by casting and compression. **J. Food Eng.**, 100, 145–151, 2010.

GUHADOS, G.; WAN, W.; HUTTER, J. L. Measurement of the elastic modulus of single bacterial cellulose fibers using atomic force microscopy. **Langmuir**, v. 21, n. 14, p. 6642-6646, 2005.

GUOHUI, L. *et al.* Biossensor à base de eletrodo bacteriano de nanopartículas de celulose - Au modificado com lacase para detecção de hidroquinona. **Colloids and Surfaces A. Physicochemical and Engineering Aspects**, Qufu, v. 509, p.408- 414, nov. / 2016.

GUPTA, A. *et al.* Synthesis of silver nanoparticles using curcumin-cyclodextrins Loaded into bacterial cellulose-based Hydrogels for Wound Dressing Applications. **Biomacromolecules**, v. 21, n. 5, p. 1802-1811, 2020. <https://doi.org/10.1021/acs.biomac.9b01724>.

HAERTEL, A. O. S. **Compostos bioativos e características físico-química de morangos cv. Camarosa minimamente processados submetidos a revestimentos à base de gelatina, xantana e óleo de canola.** 2013. 96 f. Dissertação (Mestrado em Nutrição e Alimentos) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2013.

HEINZE, T. *et al.* **Cellulose Derivatives: Synthesis, Structure, and Properties.** Springer Nature, 2018. 564 p. ISBN: 978-3-319-89236-8.

HESTRIN, S.; SCHRAMM, M. Synthesis of cellulose by *Acetobacter xylinum*. II. Preparation of freeze-dried cells capable of polymerizing glucose to cellulose. **Biochem J**, v. 58, n. 2, p. 345-352, out. /1984.

HU, S-Q. *et al.* Structure of bacterial cellulose synthase subunit D octamer with four inner passageways. **PNAS, Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 107, n. 42, p.17957-61, out. / 2010.

HUANG, C. *et al.* Using wastewater after lipid fermentation as substrate for bacterial cellulose production by *Gluconacetobacter xylinus*. **Carbohydrate Polymers**, v. 136, p.198-202, 2016.

HUNGUNG, B. *et al.* Production of Bacterial Cellulose from *Gluconacetobacter persimmonis* GH-2 using Dual and Cheaper Carbon Sources. **J Microb Biochem Technol**, v. 5, p. 31-33, 2013.

- HUTCHENS, A. *et al.* Statistical analysis of optimal culture conditions for *Gluconacetobacter hansenii* cellulose production. **Letters in Applied Microbiology**, v. 44, n. 2, p. 175-180, 2007.
- ISLAM, M. U. *et al.* Strategies for cost-effective and enhanced production of bacterial cellulose. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 102, p. 1166-1173, 2017.
- JAHAN, F.; KUMAR, V.; SAXENA, R.K. Distillery effluente as a potential medium for the production of bacterial cellulose: a biopolymer of great commercial importance. **Bioresource technology**, v. 250, p. 922-926, fev. / 2018.
- JAYANI, R.S.; SAXENA, S.; GUPTA, R. Microbial pectinolytic enzymes: a review. **Process Biochemistry**, v. 40, p. 2931-2944, 2005.
- JONES, F. **A promessa dos bioplásticos**. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/a-promessa-dos-bioplasticos>. Acesso em: 21 out. 2020.
- JOZALA, A. F. *et al.* Bacterial cellulose production by *Gluconacetobacter xylinus* by employing alternative culture media. **Applied microbiology and biotechnology**, v. 99, n. 13, p. 1181, 2015.
- KAMNEV, A. A. *et al.* Comparative spectroscopic characterization of different pectins and their sources. **Food hydrocolloids**, v. 12, n. 13, p. 263-271, 1998.
- KAYSERRILIOGLU, B. S.; BAKIR, U.; YILMAZ, L.; AKKAS, N. Drying temperature and relative humidity effects on wheat gluten film properties. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 51, n. 4, p.964-968, 2003.
- KESTER, J. J.; FENNEMA, O. R. Edible films and coatings: a review. **Food technology**, v. 40, p. 47-59, 1986.
- KIM, Y. J. *et al.* Bacterial cellulose production by *Gluconacetobacter* sp. PKY5 in a rotary biofilm contactor. **Applied Biochemistry and Biotechnology**, Clifton, v.137, n. 1, p. 529, 2007.
- KONGRUANG, S. Bacterial cellulose production by *Acetobacter xylinum* strains from agricultural waste products. **Applied Biochemistry and Biotechnology**, v. 148, n. 1-3, p.245-256, 2008.
- KORNMANN, H. *et al.* Influence of nutritional factors on the nature, yield, and composition of exopolysaccharides produced by *gluconacetobacter xylinus* I-2281. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 69, n. 10, 2003.
- KROCHTA, J. M.; MULDER-JOHNSTON, C. Edible and biodegradable polymer films: challenges and opportunities. **Food Technology**, Chicago, v. 51, n. 2, p. 61-74, 1997.

LEE, K. Y. *et al.* More than meets the eye in bacterial cellulose: biosynthesis, bioprocessing, and applications in advanced fiber composites. **Macromolecular Bioscience**, Weinheim, v. 14, n. 1, p. 10-32, 2014.

LEITE, B. S. F. *et al.* Revestimento comestível à base de goma de xantana, compostos lipofílicos e /ou cloreto de cálcio na conservação de morangos. **Rev. Bras. Frutic**, Jaboticabal, v. 37, n. 4, 2015.

LIN, D. *et al.* Bacterial cellulose in food industry: Current research and future prospects. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 158, p.1007-1019, 01 set. / 2020.

LIN, D. *et al.* Production of bacterial cellulose by *Gluconacetobacter hansenii* CGMCC 3917 using only waste beer yeast as nutrient source. **Bioresource Technology**, v. 151, p.113-119, 2014.

LUO, M. T. *et al.* Efficient Using Durian Shell Hydrolysate as Low-Cost Substrate for Bacterial Cellulose Production by *Gluconacetobacter xylinus*. **Indian Journal of Microbiology**, v. 57, n. 4, p.393-399, 2017.

LUYU, Y. *et al.* Three-dimensional bacterial cellulose /polydopamine/TiO₂ nanocomposite membrane with enhanced adsorption and photocatalytic degradation for dyes under ultraviolet-visible irradiation. **Journal of Colloid and Interface Science**: Elsevier, v. 562, p. 21-28, 2020.

MA, L. *et al.* Freestanding conductive film based on polypyrrole/bacterial cellulose/graphene paper for flexible supercapacitor: large areal mass exhibits excellent areal capacitance. **Electrochimica Acta**, v. 222, p. 429-437, 2016.

MADALOZZO, E. S. *et al.* **Obtenção de cepas de *Acetobacter xylinum* a partir da folha de capim-limão in natura.** Série em Ciência e Tecnologia de Alimentos: agroindústria, energia e meio ambiente - Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Ponta Grossa, Paraná, v. 2, n. 12, 2008.

MAFTOONAZAD, N.; RAMASWAMY, H. S. Postharvest shelf-life extension of avocados using methyl cellulose-based coating. **Food Sci. Technol-Leb**, v. 38, p. 617- 624, 2005.

MAGALHÃES, L. **Celulose**. Disponível em:
<https://www.todamateria.com.br/celulose/>. Acesso em: 04 dez. 2020.

MARESTONI, L. D. *et al.* Commercial and potential applications of bacterial cellulose in Brazil: ten years review. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v. 30, n. 4, 2020.

MARINA, A. M. *et al.* Chemical Properties of Virgin Coconut Oil. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 86, p. 301-307, 2009.

MANRIQUE, G.D.; LAJOLO, F.M. FT-IR Spectroscopy as a Tool for Measuring Degree of Methyl Esterification in Pectins Isolated from Ripening Papaya Fruit. **Postharvest Biology and Technology**, 25, p. 99-107, 2002.

MARTINS, I. M. G. *et al.* New biocomposites based on thermoplastic starch and bacterial cellulose. **Composites Science and Technology**, v. 69, p. 2163-2168, 2009.

MCLELLAN, J. *et al.* Keratin-Based Biofilms, Hydrogels, and Biofibers. *In*: SHARMA S.; KUMAR A. (eds) **Keratin as a Protein Biopolymer**. Springer Series on Polymer and Composite Materials. Springer: Cham, 2019.

MORAES, A. R. F. *et al.* **Ciência e tecnologia de alimentos: sustentabilidade, desafio e inovação**. Rio Paranaíba: Campus Rio Paranaíba, 2017. 404 p.

MOREIRA, P. C. *et al.* Pectina: um carboidrato complexo e suas aplicações. **Revista EVS – Revista de Ciências Ambientais e Saúde**. Goiânia, v. 35, n. 3, p. 343-355, 2008.

MOTA, C. J. A.; SILVA, C. X. A.; GONÇALVES, V. L. C., Gliceroquímica: novos produtos e processos a partir da glicerina de produção de biodiesel. **Química Nova**, v. 32, n. 3, p. 639-648, 2009.

NOTÍCIAS AGRÍCOLAS. **Cotações da laranja**. Acesso disponível em <https://www.noticiasagricolas.com.br/cotacoes/laranja>. Acesso em: 07 set. 2020.

OLIVEIRA, N. R. B. **Caracterização de um compósito polimérico biodegradável utilizando poli (ϵ - caprolactona) e borra de café**. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas/ SP, 2016.

OLIVEIRA, T. A. *et al.* Biofilmes de gelatina: Efeito da adição de surfactantes e ácidos graxos de óleo de coco na permeabilidade ao vapor de água. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 4, p. 76-80, out-dez, 2012.

OLIVEIRA, G. M. **Nanocompósitos naturais de celulose bacteriana para medicina regenerativa**. 2016. Tese (Doutorado em Química) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Química, Araraquara/ SP, 2016.

ORTIZ, J. A. R. *et al.* Propriedades mecânicas de bioplásticos extrudados termoprensados de amido de milho e de mandioca. **VI Workshop da Rede de Nanotecnologia Aplicada ao Agronegócio**, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, 2012.

PARK, H. J.; CHINNAN, M. Gas and water vapor barrier properties of edible films from protein and cellulosic materials. **Journal of Food Engineering**, v. 25, n. 4, p.497-507, 1995.

PELAYO-ZALDÍVAR, C.P.; EBELER, S.E.; KARDER, A. A. Cultivar and harvest date effects on flavor and other quality attributes of california strawberries. **Journal of Food Quality**, v. 28, n. 1, p.78-97, 2005.

PELISSARI, F. M. *et al.* Antimicrobial, mechanical and barrier properties of cassava starch-chitosan films incorporated with oregano essential oil. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 57, p. 7499-7504, 2009.

PENG, Y.; LI, Y. Combined effects of two kinds of essential oils on physical, mechanical and structural properties of chitosan films. **Food Hydrocolloids**, 36, p. 287-293, 2014.

PEREIRA, A. L. S. **Estudo é capaz de baratear produção de celulose bacteriana.** Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/44532141/estudo-e-capaz-de-baratear-producao-da-celulose-bacteriana>. Acesso em: 08 out. 2020.

PERRY, R. H.; GREEN, D. W.; MALONEY, J. O. **Perry's chemical engineers' handbook.** New York: McGraw-Hill, 1997.

PLAN INTERNATIONAL. **Conheça os dezessete objetivos de desenvolvimento sustentável.** Disponível em: <https://plan.org.br/conheca-os-17-objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel/>. Acesso em: 12 set. 2020.

POLA, C. C. **Nanocompósitos biodegradáveis à base de amido de milho e poli(vinilálcool) como novos materiais para embalagens ativas antimicrobianas.** 2017. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa/ MG, 2017.

RAMOS, B. A. **Efeito antioxidante e antibiofilme de extratos ricos em compostos fenólicos de folhas de *Anacardium humile* A. St.-HIL (*Anacardiaceae*).** 2017. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Biociências, Recife, 2017.

READE, L. Bioplastic boom: whether bioplastics are made by a GMO, by conventional chemical processing of bio-derived raw materials--or even from milk or wheat bran--our appetite for them continues to grow. **Chemistry and Industry**, v. 82, n. 5, p.30-34, 2018.

RECOUVREUX, D. O. S. **Produção de Celulose Bacteriana: Identificação do Operon bcs e Produção de Biofilme Celulósico por *Chromobacterium violaceum*.** 2004. 124 f. Tese (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/ SC, 2004.

REUTERS. **Cargill opens new Brazil pectin factory, first outside Europe.** Disponível em: <https://www.reuters.com/business/cargill-opens-new-brazil-pectin-factory-first-outside-europe-2021-09-03/>. Acesso em: 13/08/2021.

RICCHINI, R. **O que é o plástico biodegradável.** 2013. Disponível em: <https://www.setorreciclagem.com.br/materiais-biodegradaveis/o-que-e-plastico-biodegradavel/>. Acesso em: 04 dez. 2020.

RODRIGUE, J-P.; NOTTEBOOM, T. The cold chain and its logistic. *In*: RODRIGUE, J-P.; COMTOIS, C.; SLACK, B. **The geography of transport systems.** 2nd. ed. New York: Routledge, 2009, p. 297.

ROSS, P.; MAYER, R.; BENZIMAN, M. Cellulose biosynthesis and function in bacteria. **Microbiological Review**, v. 55, n. 1, p.35-58, 1991.

SANTOS, S.M.; CARBAJO, J. M.; VILLAR J. C. The effect of carbon and nitrogen sources on bacterial cellulose production and properties from gluconacetobacter sucrofermentans CECT 7291 focused on its use in degraded paper restoration. **BioResources**, v. 8, n. 3, p. 3630–3645, 2013.

SARANTÓPOULOS, C. I. G. L. *et al.* **Embalagens Plásticas Flexíveis**. Campinas: CETEA/ITAL, 2002.

SASAKI, J.; MACRI, R. C. V. Melhoria mecânica em bioplástico biodegradável a partir de compostos naturais. **Ciência & Tecnologia**: Fatec-JB, Jaboticabal, v. 11, p. 256-260, 2019.

SAXENA, I. M.; BROWN JUNIOR., R. M. Biosynthesis of bacterial cellulose. *In*: GAMA, M.; GATENHOLM, P.; KLEMM, D. (Ed.). **Bacterial nanocellulose: a sophisticated multifunctional material**. Florida: CRC, 2012, p. 1-18.

SCHLEMMER, D.; SALES, M. J. A.; RESCK, I. S. Preparation, characterization and degradation of PS/TPS ulends Using glycerol and buriti oil as plastiscizers. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v. 20, n. 1, p. 6-20, 2009.

SCHMIDT, F. L. *et al.* **Pré-processamento de frutas, hortaliças, café, cacau e cana-de-açúcar**. Elsevier Brasil, 2016, p. 1-3.

SEMJONOV, P. *et al.* Cellulose synthesis by *Komagataeibacter rhaeticus* strain P 1463 isolated from Kombucha. **Appl Microbiol Biotechnol**, v. 101, p.1003-1012, 2017.

SINGHSA, P.; NARAIN, R.; & MANUSPIYA, H. Physical structure variations of bacterial cellulose produced by different *Komagataeibacter xylinus* strains and carbon sources in static and agitated conditions. **Cellulose**, v. 25, n. 3, p. 1571-1581, 2018.

SILVA, M. L. T.; BRINQUES, G. B.; GURAK, P.D. Desenvolvimento e caracterização de bioplásticos de amido de milho contendo farinha de subproduto de broto. **Braz. Journal of Food Technology**, Campinas, v. 23, e2018326, 2020. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.32618>.

SILVA, N. H. C. S. *et al.* Bacterial cellulose membranes as transdermal delivery systems for diclofenac: In vitro dissolution and permeation studies. **Carbohydrate Polymers**, v. 106, p. 264-269, 2014.

SILVA, S. V. **Nanocompósitos de pectina reforçados com nanocristais de celulose para a utilização como revestimento para morangos**. 2015.169 f. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia/ MG, 2015.

- SILVEIRA, F. C. A. *et al.* Tratamento do tímpano perfurado com enxerto de celulose bacteriana: ensaio clínico controlado e randomizado. **Brazilian Journal of Otorhinolaryngology**, São Paulo, v. 82, n. 2, p. 203-208, 2016.
- SKIBA, E. A. *et al.* A technology for pilot production of bacterial cellulose. **Chemical Engineering Journal**, v. 383, 01 mar. / 2020. Doi: 10.1016/j.cej.2019.123128.
- SOTHORNVIT, R.; KROCHTA, J. M. Plasticizers in edible films and coatings. In: HAN, J. H (Ed.). **Innovations in Food Packaging**. Elsevier, 2005.
- SOUZA, S. S.; CASTRO, J. V.; PORTO, L. M. Modeling the core metabolismo of *Komagataeibacter hansenii* ATCC 23769 to evaluate nanocellulose biosynthesis. **Brazilian Journal of Chemical Engineering**, Santa Catarina, v.35, n.3, p. 869-886, 2018.
- SPINOSA, W. A. **Isolamento, seleção, identificação e parâmetros cinéticos de bactérias acéticas provenientes de indústrias de vinagre**. 2002. 243 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas/ SP, 2002.
- SRIAMORNSAK, P. Chemistry of pectin and its pharmaceutical uses: A Review. **Silpakorn University International Journal**, v. 3, p.206-228, 2003.
- SRIAMORNSAK, P.; Kennedy, R. A. Swelling and diffusion studies of calcium polysaccharide gels intended for film coating. **International Journal of Pharmaceutics**, v. 358, p. 205-213, 2008.
- SWINGS, J. **The genera Acetobacter and Gluconobacter**. The Prokaryotes. New York: Springer Verlag, 1992, p. 2268-2286.
- TANADA-PALMU, P. S.; GROSSO, C. R. F. Effect of edible wheat gluten-based films and coatings on refrigerated strawberry (*Fragaria ananassa*) quality. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 36, n. 2, p. 199–208, 2005.
- TREVIÑO-GARZA, M. Z *et al.* Edible Active Coatings Based on Pectin, Pullulan, and Chitosan Increase Quality and Shelf Life of Strawberries (*Fragaria ananassa*). **Journal of Food Science**, v. 80, n. 8, p. 1823-1830, 2015.
- TSANG, Y. F. *et al.* Production of bioplastic through food waste valorization. **Environment International**, v. 127, p.625-644, Jun./ 2019.
- UENOJO, M.; PASTORE, G. M. Pectinolytic Enzymes: Industrial Applications And Future Perspectives. **Química Nova**. São Paulo, v. 30, n.2, p. 388-394, 2007. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422007000200028>. Acesso: 07 jul. 2020.
- VARGAS, M. *et al.* Quality of cold-stored strawberries as affected by chitosan–oleic acid edible coatings. **Postharvest Biol Technol**, v. 41, p. 164-171, 2006.

VELICKOVA, E. *et al.* Impact of chitosan-beeswax edible coatings on the quality of fresh strawberries (*Fragaria ananassa* cv Camarosa) under commercial storage conditions. **Food science & technology**, v. 52, n. 2, p.80-92, 2013.

VU, K. D. *et al.* Development of edible bioactive coating based on modified chitosan for increasing the shelf life of strawberries. **Food Research International**, Toronto, v. 44, n.1, p. 198-203, 2011.

WANG, J.; TAVAKOL, J.; & TANG, Y. Bacterial cellulose production, properties and applications with different culture methods: a review. **Carbohydrate Polymers**, v. 219, p. 63-76, 2019.

WOEHL, M. A. *et al.* Bionanocomposites of thermoplastic starch reinforced with bacterial cellulose nanofibres: Effect of enzymatic treatment on mechanical properties. **Carbohydrate Polymers**, v. 80, p. 866–873, 2010.

WILLARD, B. **The sustainability advantage: seven business case benefits of a triple bottom line**. Canadá: New Society Publishers, 2002.

XIAO-HONG, H. *et al* Alkylated pectin hydrogels as potential protein drug carriers. **Journal of Applied Polymer Science**, v. 134, n. 39, 15 out./ 2017.

YAMADA, Y. *et al.* Subdivision of the genus *Gluconacetobacter* Yamada, Hoshino and Ishikawa 1998: the proposal of *Komagatabacter* gen. nov., for strains accommodated to the *Gluconacetobacter xylinus* group in the α -Proteobacteria. **Annals of Microbiology**, Milan, v. 62, p. 849-859, 2012.

YANG, Y. K. *et al.* Cellulose Production by *Acetobacter xylinum* BRC5 under Agitated Condition. **Journal of Fermentation and Bioengineering**, v. 85, n. 3, p. 312-317, 1998.

YU, S. *et al.* Hierarchical porous carbons from polysaccharides carboxymethyl cellulose, bacterial cellulose, and citric acid for supercapacitor. **Carbohydrate Polymers**, v. 227, 2020.

ZACTITI, E. M.; KIECKBUSCH, T. G. Potassium sorbate permeability in biodegradable alginate films: Effect of the antimicrobial agent concentration and crosslinking degree. **Journal of Food Engineering**, v. 77, p. 462-467, 2006.

ZENG, X. B. *et al.* Screening of the common culture conditions affecting crystallinity of bacterial cellulose. **Ind. Microbiol. Biotechnol**, v. 38, p.1993-1999, 2011.

ZIANI, K. *et al.* Effect of the presence of glycerol and Tween 20 on the chemical and physical properties of films based on chitosan with different degree of de acetylation. **LWT. Food Science and Technology**, v. 41, p. 2159-2165, 2008.