

TECNOLOGIA SUSTENTÁVEL NA PRODUÇÃO DE ALIMENTOS: REVESTIMENTO DE FÉCULA DE MANDIOCA PARA ABACAXIS FATIADOS

Data de submissão: 08/08/2024

Data de aceite: 01/10/2024

Maria Eduarda Barreto Bezerra

Mestranda do Curso de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos - UFRPE/Sede

Raquel Araújo Vieira

Mestranda do Curso de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos - UFRPE/Sede

Suzana Maria de Oliveira Guerra Costa

Mestranda do Curso de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos - UFRPE/Sede

José Carlos de Andrade Alves

Mestrando do Curso de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos - UFRPE/Sede

Natalia Rafaela Silva Araújo

Mestranda do Curso de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos - UFRPE/Sede

RESUMO: O estudo visa desenvolver um revestimento comestível para prolongar a vida útil de abacaxis, utilizando fécula de mandioca. O aumento da popularidade de frutas minimamente processadas levou à busca por alternativas sustentáveis aos

filmes plásticos tradicionais usados na indústria alimentícia. Os revestimentos comestíveis são uma técnica promissora para reduzir a perda de umidade e deterioração das frutas. O experimento foi conduzido no laboratório de análises físico-químicas da UFRPE em Recife/PE, utilizando abacaxis maduros tratados com soluções de fécula de mandioca em concentrações de 1%, 2% e 3%. As frutas foram analisadas quanto à perda de massa, textura, atividade de água, pH, acidez e sólidos totais durante 6 dias. Os resultados mostraram que as amostras tratadas com fécula de mandioca apresentaram maior perda de massa em comparação ao grupo controle, possivelmente devido à sinérese do amido gelificado. A textura das amostras não apresentou diferenças significativas em relação ao controle, apesar de variações iniciais. A atividade de água aumentou em todas as amostras, indicando um possível processo fermentativo. O pH e a acidez total variaram, com as amostras com 1% e 3% de fécula mostrando maior estabilidade. No entanto, a acidez foi maior nas amostras tratadas em comparação ao controle. A análise de sólidos totais revelou que todos os grupos apresentaram resultados similares ao final do experimento. Em

resumo, os revestimentos de fécula de mandioca, independentemente da concentração, não foram eficazes em aumentar significativamente a vida de prateleira dos abacaxis fatiados.

PALAVRAS-CHAVE: Revestimento comestível, abacaxi, bebidas, análises físico-químicas.

ABSTRACT: The study aims to develop an edible coating to extend the shelf life of pineapples using cassava starch. The increasing popularity of minimally processed fruits has led to a search for sustainable alternatives to traditional plastic films used in the food industry. Edible coatings are a promising technique to reduce moisture loss and deterioration of fruits. The experiment was conducted at the physicochemical analysis laboratory of UFRPE in Recife, using ripe pineapples treated with cassava starch solutions at concentrations of 1%, 2%, and 3%. The fruits were analyzed for mass loss, texture, water activity, pH, acidity, and total solids over 6 days. The results showed that pineapples treated with cassava starch had a higher mass loss compared to the control group, possibly due to the syneresis of the gelled starch. The texture of the samples did not show significant differences from the control, despite some initial variations. Water activity increased in all samples, indicating a possible fermentative process. pH and total acidity varied, with 1% and 3% starch samples showing greater stability. However, acidity was higher in the treated samples compared to the control. The total solids analysis revealed similar results across all groups by the end of the experiment. In summary, cassava starch coatings, regardless of concentration, were not effective in significantly increasing the shelf life of sliced pineapples.

KEYWORDS: Edible coating, pineapple, beverages and physicochemical analyses

1 | INTRODUÇÃO

De acordo com Garcia (2022), os produtos frescos tiveram uma grande valorização no comércio, aumentando a popularidade das frutas minimamente processadas por serem associadas aos produtos no estado fresco, na qual são atribuídos benefícios à saúde. Esses produtos são convenientes aos consumidores já que podem ser preparados em menos tempo, com as frutas comercializadas limpas e pré-preparadas, pré-cortadas e parcialmente processadas, como exemplo para preparação de drinks e bebidas, buffets livres e afins.

Na indústria de alimentos, filmes plásticos são empregados para prolongar a vida útil das frutas, controlando os níveis de gases como o gás carbônico e o oxigênio. Esses materiais criam uma atmosfera modificada ao redor dos vegetais, reduzindo a concentração de oxigênio e aumentando a de gás carbônico, o que retarda a maturação das frutas. Os filmes mais utilizados são feitos de polietileno e polipropileno. No entanto, devido a preocupações ambientais e novas tendências, a indústria de alimentos têm buscado alternativas mais sustentáveis (Alves, A. et al 2022).

A maioria das frutas apresentam, segundo Garcia (2022) aceleração na maturação e na deterioração por vários motivos fisiológicos e físicos após a colheita. Os consumidores normalmente se preocupam em adquirir produtos com a aparência de frescos e saudáveis. Com isso surgiram várias formas de minimizar as alterações nas características dessas

frutas, inclusive os revestimentos comestíveis que são capazes de manter as características da fruta in natura. Frutas e vegetais têm vida útil curta devido à sua natureza perecível. Cerca de 30% das frutas e vegetais são afetados ou quebrados por meio de insetos, microorganismos, situações de pré e pós-colheita, durante todo o transporte e manutenção (Hassan et al., 2018).

As técnicas de conservação de frutas fazem uso principalmente de refrigeração associada ou não a embalagens com atmosferas controladas. Porém, na prática, a manutenção e o controle efetivo da temperatura em todas as etapas da cadeia não é uma condição fácil de ser obtida (Fratari, 2021). Neste cenário, uma tecnologia alternativa e de baixo custo cada vez mais estudada e avaliada como um procedimento para elevar o tempo de vida de frutas é o emprego de coberturas comestíveis protetoras ou revestimentos alimentícios. Estes não têm como objetivo substituir o uso de embalagens ou mesmo eliminar a refrigeração ou o controle de atmosfera, mas atuar como um auxiliar funcional e coadjuvante, contribuindo para a manutenção da textura e valor nutricional, diminuindo as trocas gasosas superficiais e a perda ou ganho de água (Fratari, 2021).

Segundo Fehine (2013), o desenvolvimento de materiais biodegradáveis provenientes de recursos renováveis e que possam oferecer vantagens ambientais, facilidade de obtenção e processamento, baixo custo e consumo de energia no preparo é crescente mundialmente. Portanto, embalagens biodegradáveis figuram como alternativa promissora em substituição às embalagens feitas com polímeros plásticos provenientes de fontes não-renováveis. E o uso de revestimentos alimentícios na conservação de frutas na condição pós-colheita, sejam intactas ou minimamente processadas, tem sido considerado como uma tecnologia emergente e de grande potencial econômico, principalmente para aplicações sobre frutas tropicais, com ampla exportação. (Fratari, 2021).

Uma das técnicas para estender a vida de prateleira de frutas e vegetais segundo Cortez-Vega et al., (2014) e Azeredo et al., (2012) é a aplicação de revestimentos comestíveis, com o intuito de reduzir a perda de umidade, diminuir as taxas de respiração, atuar na manutenção da cor, impedir a perda de compostos voláteis, e tantas outras funções. Nos últimos anos, os revestimentos comestíveis e biodegradáveis têm despertado interesse em razão da possibilidade do aumento da vida útil de frutas, pois apresentam vantagens de menor impacto ambiental e podem conferir propriedades funcionais aos alimentos, agregando valor aos produtos (Hasan; Ferrentino; Scampicchio, 2020).

Estas coberturas comestíveis são aplicadas ou formadas diretamente sobre a superfície das frutas, configurando membranas delgadas, imperceptíveis a olho nu e com diversas características estruturais. Como essas coberturas passam a fazer parte do alimento a ser consumido, os materiais empregados em sua formação devem ser considerados como GRAS (Generally Recognized as Safe) segundo a Food And Drug Administration (2013), ou seja, serem atóxicos e seguros para o uso em alimentos.

O presente estudo teve como objetivo criar um revestimento para o abacaxi feito de

fécula de mandioca com o intuito principal de aumentar a vida de prateleira e utilização do alimento para preparo de drinks e bebidas.

2 | METODOLOGIA

O experimento foi realizado no laboratório de análises físico-químicas de alimentos, localizado no Departamento de Ciências do Consumo - UFRPE (Universidade Federal Rural de Pernambuco)/Sede, no bairro de Dois Irmãos, na cidade de Recife/PE. Foram utilizados abacaxis em sua forma madura, adquiridos numa feira local, em seguida armazenados sob refrigeração até sua utilização. A fruta foi higienizada e sanitizada; aleatoriamente cortada em cubos, após retirada de sua casca, e determinada em duplicata. As soluções foram elaboradas em um delineamento experimental aleatório utilizando as porcentagem de 0 (grupo controle), 1, 2 e 3% de fécula de mandioca para 250ml de água.

As soluções foram homogeneizadas, aquecidas a 80°C e levadas a banho maria invertido (apenas com água fria) para que pudessem resfriar até alcançar a temperatura ambiente, 25°C. As amostras foram banhadas nas soluções e colocadas para secar sobre papel toalha. Foram dispostas em copos descartáveis de 50ml e codificadas referente ao tratamento recebido, incluindo o grupo controle; embalados com plástico PVC e levados à refrigeração de 5°C. Todas as amostras tiveram seus pesos previamente registrados assim como cada copo utilizado para armazenamento, eliminando posteriormente qualquer erro de análise de perda de massa.

Foi utilizada a metodologia de Adolfo Lutz (2008) para a realização das análises físico-químicas: perda de massa, textura, °Brix, pH, acidez titulável e atividade de água; as mudanças foram acompanhadas durante 6 dias, com as análises sendo realizadas nos dias 1, 3 e 6. Todos os dados obtidos com as análises foram registrados em uma planilha eletrônica confeccionada no Microsoft Excel.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nas tabelas, apresentamos as variações dos dados obtidos durante os 6 dias de experimento em 4 grupos distintos de amostras, onde o grupo 1 é representado pelo grupo controle (que não recebeu revestimento). Cada grupo continha 8 amostras, totalizando 32 amostras analisadas durante todo o experimento. As amostras do dia 9 não chegaram a ser analisadas por apresentarem, visivelmente, desenvolvimento de microrganismos deteriorantes e características organolépticas associadas, como odor forte (característico de processo fermentativo) e escurecimento de coloração.

3.1 Análise de massa

Ao se tratar da perda de massa, a Tabela 1 expressa os resultados obtidos, vale

ressaltar que para medição da massa final das amostras foi feito o descarte do material aquoso acumulado no interior dos copos.

Estatística Descritiva						
	Dia	Tratamento	Massa inicial (g)	Massa final (g)	Varição de massa (%)	
Média	3	C	15.0	14.0	7.00	
		1%	13.3	12.3	7.60	
		2%	16.2	15.0	7.20	
		3%	15.7	14.7	6.60	
	6	C	15.3	14.0	8.70	
		1%	12.6	10.3	17.4	
		2%	16.8	11.1	33.2	
		3%	15.1	11.5	24.1	
	Desvio-padrão	3	C	4.20	4.16	1.70
			1%	2.12	2.04	0.566
			2%	4.60	4.55	1.70
			3%	2.25	2.21	0.707
6		C	3.90	3.79	1.56	
		1%	2.01	0.665	7.99	
		2%	3.87	1.26	7.85	
		3%	1.21	0.748	1.13	

Tabela 1 : Perda de massa ao longo do tempo.

Fonte: O autor, 2023.

Sobre as perdas, vemos que para todas as amostras tratadas com fécula houve um aumento na perda de massa ao longo do tempo, quando comparadas com as amostras do grupo controle. Esse resultado pode ser visto no Figura 1.

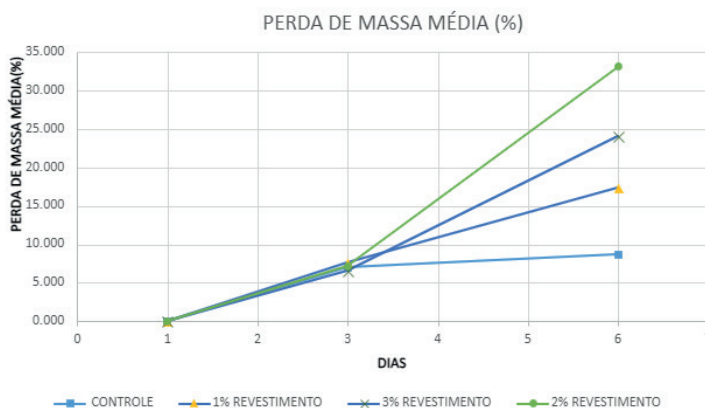


Figura 1 : Perda de massa das amostras ao longo do tempo.

Fonte: O autor, 2023.

Essa diferença aumentou com o tempo e também foi mais pronunciada nos tratamentos de 2 e 3% de fécula. Uma possível explicação para tal efeito pode ser o processo de sinérese, que ocorre naturalmente após a refrigeração do amido gelificado.

Isso ocorre por conta da camada de fécula iniciar uma contração da rede de amido, forçando a saída da água. Água essa que não volta a ser absorvida pelo amido por conta do efeito de retrogradação (Gomes, et.al., 2015).

3.2 Textura

Os resultados obtidos no texturômetro são mostrados na Figura 2.

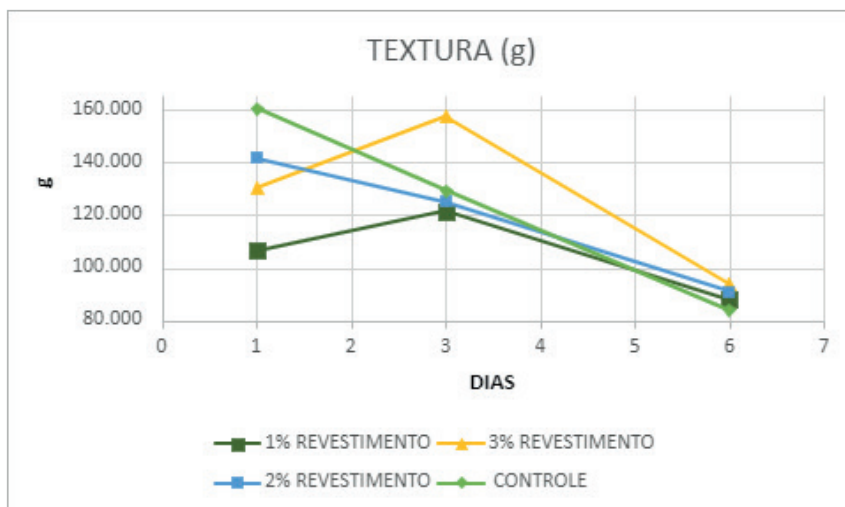


Figura 2: Resultados do texturômetro.

Fonte: O autor, 2023,

Os resultados mostram, no geral, uma redução na resistência das amostras. Algumas oscilações foram percebidas nas amostras contendo o revestimento a 1 e 3% , elevando os valores no dia três, mas isso se deve à complexidade da matriz, o abacaxi não é uma fruta com a distribuição uniforme das fibras em sua polpa e por isso oscilações foram detectadas. A redução da resistência aconteceu pelo processo natural de amadurecimento da fruta, que foi acelerado pelo processamento, convertendo fibras em carboidratos menores e consequentemente requisitando menor aplicação de força nas análises do dia 6 (Neris, et. al., 2018).

3.3 Atividade de água

A atividade de água é um parâmetro importante quando se estuda o crescimento microbiológico nos alimentos, uma maior atividade de água significa uma maior possibilidade de contaminação por microrganismos. Na Figura 3 vemos o resultado das análises de atividade de água.



Figura 3: Atividade de água ao longo do tempo.

Fonte: O autor, 2023.

Os resultados da atividade de água indicam um aumento progressivo na atividade de água ao longo do tempo. O que colabora com o fato da fruta ser climatérica e com o amadurecimento possuir uma menor capacidade de retenção de água. Um ponto interessante é que após 6 dias todas as amostras tiveram sua atividade de água próxima de 1, esse alto valor pode ter relação com algum processo fermentativo que já poderia estar ocorrendo na fruta. A produção de etanol, um possível produto da fermentação, tem o ponto de orvalho mais baixo que a água e se esse realmente estiver presente na amostra pode ter interferido elevando o valor da atividade de água (Scherrer, et. al., 2019).

3.4 pH e acidez

Na fruta estão presentes os ácidos cítricos e málico, que vão determinar seu nível de acidez (DULL, 1971). Essa acidez aumenta gradativamente quando passa da região basal para a apical, influenciado pelo gradiente de maturação, que conseqüentemente depende de fatores como água, adubação, temperatura, entre outras coisas (Thé et al., 2010).

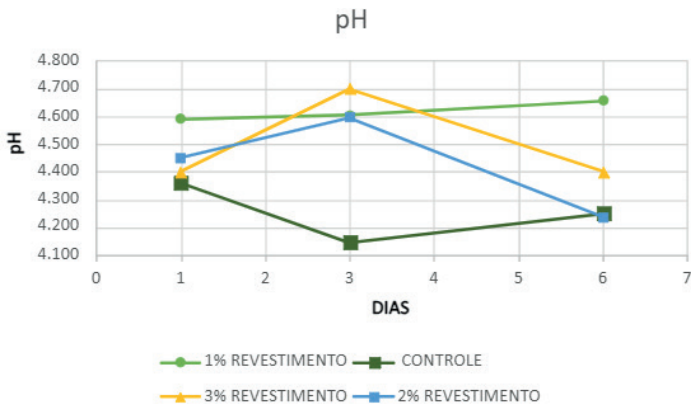


Figura 4: Variação do pH

Fonte: O autor, 2023.

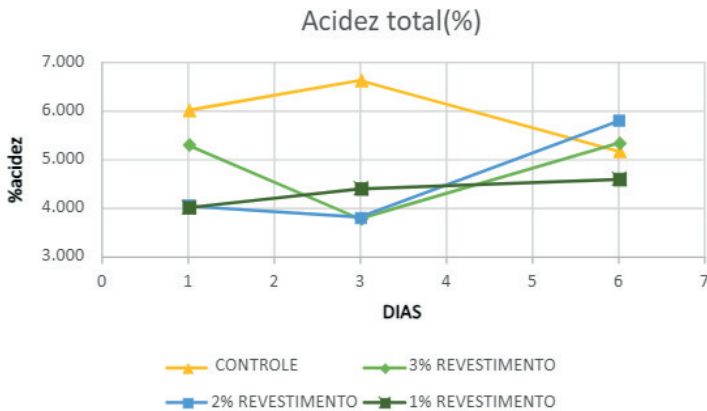


Figura 5: Variação do percentual de acidez.

Fonte: O autor, 2023.

Podemos observar que já há uma variação no nível de acidez no próprio fruto, inicialmente, mas que o grupo controle atinge um pico maior, em comparação aos outros grupos, a partir do terceiro dia de experimento. A acidez da fruta é um atributo interessante quando se trata de bebidas e drinks, apreciada por consumidores, porém seu aumento no fim do experimento (sexto dia) nos grupos com revestimento, independente da concentração, tem grande chances de estar ligado ao crescimento microbiano.

Relacionando a acidez total com o nível de pH nas amostras, o grupo de revestimento em 1% foi o que manteve uma estabilidade maior nesse nível, mesmo que finalizando o experimento com uma acidez total menor que os demais.

3.5 Sólidos totais

A análise de sólidos, feita por refratômetro portátil, mostrou a redução gradual na concentração dos sólidos solúveis. O resultado pode ser visto na Figura 6.

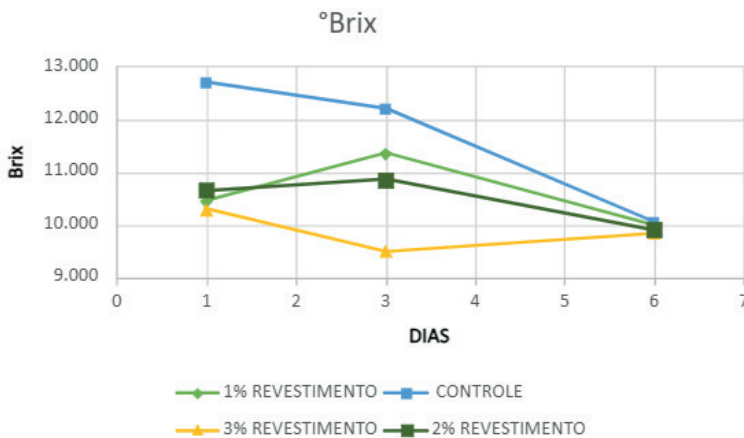


Figura 6: Índice refractométrico das amostras.

Fonte: O autor, 2023.

O °brix das amostras, apesar de oscilar no início, finalizam com o valor muito próximo entre si. Mostrando que o revestimento não interferiu na concentração de sólidos solúveis ao término do experimento. Apesar da conversão natural de fibras em açúcar simples, as amostras, ao fim do experimento, mostraram um valor de °brix inferior ao registrado inicialmente. Parte desses açúcares podem ter sido arrastados pelo exsudato das amostras. Outro possível fator que pode ter contribuído para o abaixamento do °brix seria um processo fermentativo, levando o consumo dos açúcares simples em formação de álcool, dois fatores que interferem negativamente a leitura do refratômetro (Granjeiro & De Godoi, 2022).

4 | CONCLUSÕES

Ao se analisar os resultados obtidos observa-se que a perda de massa foi maior nas amostras tratadas com fécula de mandioca em relação ao grupo controle. Em relação à textura, as amostras tratadas apresentaram resultados de análise similares ao grupo controle no sexto dia. Em relação à atividade de água, as amostras e o grupo controle apresentaram resultados próximos a 1 no sexto dia. Quanto ao pH, as amostras com revestimento 1% e 3% de fécula de mandioca apresentaram resultados mais elevados em relação às amostras com 2% de revestimento e ao grupo controle e quanto à acidez, todos os grupos de amostras tratadas tiveram valores mais elevados em relação ao grupo controle. Na análise de sólidos totais, as amostras tratadas e o grupo controle apresentaram

resultados similares no sexto dia de análise.

Sendo assim, conclui-se que os revestimentos feitos de fécula de mandioca a 1, 2 e 3% não foram significativos para o aumento de vida de prateleira de abacaxis fatiados.

REFERÊNCIAS

ALVES, A. et al 2022 - Revestimentos comestíveis à base de polissacarídeos em frutas: uma revisão narrativa - **Avanços em Ciência e Tecnologia de Alimentos** - ISBN 978-65-5360-090-4 - Editora Científica Digital - www.editoracientifica.org - Vol. 6 - Ano 2022.

Azeredo, H. M. C.; Miranda, K. W. E.; Rosa, M. F.; Nascimento, D. M.; Mora, M. R. 2012. Edible films from alginate-acerola puree reinforced with cellulose whiskers. **LWT - Food Science and Technology** 46: 294-297

Cortez-Vega, W.R.; Pizato, S.; Souza, J.T.A. 2014. Prentice C. Using edible coatings from Whitemouth croaker (*Micropogonias furnieri*) protein isolate and organo-clay nanocomposite for improve the conservation properties of fresh-cut 'Formosa' papaya. **Innovative Food Science and Emerging Technologies** 22: 197-202.

DULL, G.G. The pineapple: general. In: HULME, A.C. **The biochemistry of fruits and their products**. London: Academic Press, 1971. v. 2, cap. 9A, p.303-324

FECHINE, Guilhermino José Macêdo. **Polímeros biodegradáveis: tipos, mecanismos, normas e mercado mundial**. São Paulo: SciELO-Editora Mackenzie, 2013.

FOOD AND DRUG ADMINISTRATION - FAD. **Generally recognized as safe (GRAS) Silver Spring**. Disponível em: <<http://www.fda.gov/Food/IngredientsPackagingLabeling/GRAS/>>. Acesso em: 28 de novembro 2013.

FRATARI – 2021 - Revestimentos comestíveis para conservação pós colheita de banana: uma revisão – **AVANÇOS EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS** - VOLUME 4 – PG 444 CAP 29

GARCIA – 2022 - Uso de revestimento comestível a base de resíduo de frutas adicionado de polpa de acerola para a conservação de frutas minimamente processadas - DOI:10.34117/bjdv8n1-425 - **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.8, n.1, p.6301-6312 jan. 2022.

GRANGEIRO, Efraim Alves; DE GODOI, Luciane. Análise físico-química de cervejas artesanais produzidas com enzima Glucoamilase. **Caderno Intersaberes**, v. 11, n. 34, p. 101-119, 2022.

GOMES, A. F.; FERREIRA, MCM; GOZZO, A. M. AVALIAÇÃO DO EFEITO DO SORBITOL E DO GLICEROL NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, TÉRMICAS E MECÂNICAS DE HIDROGEL DE AMIDO DE MILHO RETICULADO COM GLUTARALDEÍDO. **Blucher Chemical Engineering Proceedings**, v. 1, n. 3, p. 1931-1936, 2015.

HASSAN, B.; CHATHA, S. A. S.; HUSSAIN, A. I.; ZIA, K. M.; AKHTAR, N. Recent advances on polysaccharides, lipids and protein based edible films and coatings: A review. **International Journal of Biological Macromolecules**, Faisalabad, Pakistan, v. 109, p. 1095–1107, 2018. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2017.11.097

HASAN, K. S. M.; FERRENTINO, G.; SCAMPICCHIO, M. Nanoemulsion as advanced edible coatings to preserve the quality of fresh-cut fruits and vegetables: A review. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 55, p. 1 - 10, 2020.

LUTZ, Adolf. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. São Paulo: **Instituto Adolfo Lutz**, 2008. p. 1020. v. 4. Disponível em <<http://www.ial.sp.gov.br/ial/publicacoes/livros/metodos-fisico-quimicos-para-analise-de-alimentos>> Acesso em 07 nov 2023.

NERIS, T. S.; SILVA, S. S. E; LOSS, R. A.; CARVALHO, J. W. P.; GUEDES, S. F. AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA CASCA DA BANANA (*Musa spp.*) IN NATURA E DESIDRATADA EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO. **Ciência e Sustentabilidade**, v. 4, n. 1, p. 5-21, 10 jul. 2018.

Scherrer, L. S.; Fortes J. P. P; Silva, P. H. F. ATIVIDADE DE ÁGUA EM DIFERENTES GRUPOS DE ALIMENTOS. In: **ANAIS DO 13º SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS**, 2019, Campinas. Anais eletrônicos... Campinas, Galoá, 2019.

THÉ, P. M. P.; NUNES, R. de P.; SILVA, L. I. M. M. da; ARAÚJO, B.M. de. Características físicas, físico-química, e atividade enzimática de abacaxi cv. Smooth Cayenne recém colhido. **Revista Alimento e Nutrição**, Araraquara, v. 21, n. 2, p. 273-281, abr./jun. 2010