

Mucilagem de ora-pro-nóbis: potencial de aplicação em alimentos com redução de açúcar

Mucilage of ora-pro-nóbis: potential for application in foods with reduced sugar

RESUMO

Vitor Seiji Ueda
vitorsu@gmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná- UTFPR, Pato Branco, Paraná, Brasil.

Carla Cristina Lise
carlacristinalise@gmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná- UTFPR, Pato Branco, Paraná, Brasil.

Marina Leite Mitterer- Daltoé
marinadaltoe@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná- UTFPR, Pato Branco, Paraná, Brasil.

Doenças cardiovasculares, obesidade, diabetes e hipertensão estão diretamente associadas ao consumo excessivo de alimentos ricos em açúcares. Estratégia na diminuição do consumo é reduzir a concentração de açúcar dos alimentos industrializados. Entretanto, o açúcar exerce funções na textura dos alimentos, tornando sua substituição mais difícil do que parece. A adição de hidrocolóides surge como alternativa interessante, uma vez que possuem propriedades estruturantes o que proporciona melhoria na qualidade de textura. Neste contexto, surge a ora-pro-nóbis (OPN), planta alimentícia não convencional (PANC) que se destaca pelo elevado teor de proteínas e poder mucilaginoso. O presente trabalho teve como objetivo caracterizar a mucilagem das folhas de OPN quanto a capacidade emulsificante, teor proteico, pH, estabilidade da emulsão e ponto carga zero. Os resultados destacam o excelente potencial emulsificante da mucilagem de ora-pro-nóbis com valores de 620 mL de óleo/ g de proteína, além de alta concentração de proteína de 15% e o ponto carga zero na faixa de pH de 6 a 6,5. Tais resultados indicam que a mucilagem de OPN apresenta potencial como ingrediente a ser aplicado pela indústria alimentícia em alimentos com redução de açúcar.

PALAVRAS-CHAVE: Capacidade emulsificante. *Pereskia aculeata* Miller. Proteína.

ABSTRACT

Cardiovascular diseases, obesity, diabetes and hypertension are directly associated with the excessive consumption of foods rich in sugars. Strategy to reduce consumption is to reduce the concentration of sugar in processed foods. However, sugar plays a role in the texture of food, making it more difficult to replace than. The addition of hydrocolloids appears as an interesting alternative, since they have structuring properties which provide an improvement in texture quality. In this context, ora-pro-nobis (OPN) appears, an unconventional food plant (PANC) that stands out for its high protein content and mucilaginous power. The present work aimed to characterize the mucilage of OPN leaves in terms of emulsifying capacity, protein content, pH, emulsion stability and zero charge point. The results highlight the excellent emulsifying potential of ora-pro-nobis mucilage with values of 620 mL of oil / g of protein, in addition to a high protein concentration of 15% and the zero charge point in the pH range of 6 to 6, 5. Such results indicate that OPN mucilage has potential as an ingredient to be applied by the food industry in foods with reduced sugar

KEYWORDS: Emulsifying capacity. *Pereskia aculeata* Miller. Protein.

Recebido: 19 ago. 2020.

Aprovado: 01 out. 2020.

Direito autoral: Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



INTRODUÇÃO

Atualmente a humanidade vive uma transição nutricional menos saudável, ou seja, um aumento no consumo de alimentos gordurosos e ricos em açúcares. Diversas doenças estão associadas a uma alimentação inadequada como obesidade, doenças cardiovasculares, diabetes e hipertensão.

Aumento significativo no consumo de açúcar vem sendo registrado nos últimos 50 anos no mundo todo (LUSTING; SCHIMIDT; BRINDIS, 2012). O Brasil é apontado como o 4º maior consumidor de sacarose do mundo, cerca de 30 Kg pessoa/ano, ultrapassando a recomendação da Organização Mundial de Saúde que é de 18,2 Kg pessoa/ano (IDEC, 2016).

Sabe-se que a principal fonte de açúcar na alimentação é obtida pela ingestão de alimentos processados. Assim, uma estratégia interessante para reduzir o consumo de açúcar pela população é a redução de sua concentração em produtos industrializados (MACGREGOR & HASHEM, 2014). No entanto, nos produtos alimentícios o açúcar exerce múltiplas funções. Além de promover o gosto doce, o açúcar provoca mudanças na coloração, pressão osmótica e principalmente nas características de atributos de textura (MARTINEZ-CERVERA et al., 2014). Desta forma, estudar aditivos com potencial de aplicação em alimentos com redução de açúcar se faz muito importante.

Os hidrocolóides extraídos de vegetais, denominados quimicamente de polissacarídeos, surgem como alternativa para aplicação em diferentes setores da indústria alimentícia, isso devido as suas propriedades estruturantes e de textura que vêm atraindo muita atenção recentemente (SOUKOU LIS, GAIANI, & HOFFMANN, 2018), visto que, o grande desafio para o setor de desenvolvimento de novos produtos é alcançar alimentos industrializados com redução de açúcar sem afetar a qualidade sensorial, conquistando a aprovação do consumidor final.

Dentro desse contexto surge a *Pereskia aculeata* Miller, popularmente conhecida como ora-pro-nóbis (OPN) uma planta alimentícia não convencional (PANC), pertencente à família das Cactáceas. É uma hortaliça de fácil cultivo, possui baixa demanda hídrica e que pode ser utilizada na alimentação humana, sendo possível consumi-la tanto na forma crua ou processada. Suas folhas são ricas em nutrientes, possuem elevado teor de aminoácidos essenciais, além de excelente perfil proteico (base seca) variando entre 14,38 % e 27,79 % (SOUZA, 2014; GONCALVES et al., 2014).

Outra característica muito interessante da OPN é o elevado teor mucilaginoso presente em suas folhas e caule. A mucilagem da OPN vem se tornando cada vez mais alvo de estudos devido à sua rica composição química, que apresenta teores de proteína de 10,47 % (LIMA JÚNIOR et al., 2013) a 19 % (MARTIN et al., 2017), o que possibilita sua utilização como agente emulsificante, espessante e gelificante, uma vez que polissacarídeos e proteínas tem grande capacidade de retenção de água e propriedades de espessamento (AMARAL et al., 2018; LIMA JUNIOR et al., 2013; MARTIN et al., 2017) tornando-a um produto com grande potencial de aplicação na redução de açúcar.

Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo caracterizar a mucilagem das folhas de OPN quanto o teor proteico, pH, capacidade emulsificante, estabilidade da emulsão e ponto carga zero visando sua aplicação

pela indústria alimentícia como emulsificante em alimentos com redução de açúcar.

MATERIAL E MÉTODOS

A mucilagem das folhas da ora-pro-nóbis foi extraída de acordo com Câmara et al. (2020) com modificações. As folhas foram higienizadas, cortadas e então colocadas em rede maleável com furos de 0,3mm de diâmetro. A mucilagem foi extraída com água, na proporção de 1 kg de folha para 2500 mL de água. O tecido foi mergulhado em água e prensado, realizando a extração da mucilagem. As folhas utilizadas na extração são oriundas da cidade de Pato Branco, região Sudoeste do Paraná e registradas pela exsicata HPB 959, depositada no herbário da UTFPR – câmpus Pato Branco. A mucilagem extraída foi seca em estufa com circulação de ar nas temperaturas de 45 e 60°C, até peso constante.

Todas as análises foram realizadas em triplicata. A capacidade emulsificante da mucilagem foi estudada preparando dispersões contendo 1 g de mucilagem em 20 mL de água. Após, foram agitadas a 520 rpm, com adição de óleo de girassol até a quebra da emulsão. Os resultados foram expressos em mL de óleo emulsificado por grama de proteína (GARCIA-TORCHELSEN; JACOB-LOPES; QUEIROZ, 2011) e avaliados pelo teste t ($p < 0,05$). A proteína da mucilagem foi quantificada por determinação de nitrogênio total (Kjeldhal), (AOAC, 2000).

O pH da mucilagem foi determinado com o pHmetro previamente calibrado, 1g de mucilagem seca foi reidratada em 20mL de água destilada e então realizada a leitura do pH.

Para verificar a estabilidade da emulsão formada a partir da mucilagem de ora-pro-nóbis, as emulsões foram deixadas em repouso durante 30 min em temperatura ambiente e também em banho termostático a 80°C. As amostras foram então centrifugadas em 2700 rpm durante 10 min, e o volume final medido, determinando assim a estabilidade da emulsão (LIMA JUNIOR, 2011). Os resultados foram avaliados pelo teste t ($p < 0,05$).

A determinação do ponto de carga zero (PCZ) baseou-se na metodologia utilizada por Regalbutto e Robles (2004) com adaptações. Dessa forma, 50 mg da mucilagem de ora-pro-nóbis foram colocados em contato com 50 mL de solução salina ($\text{NaCl } 0,1 \text{ mol L}^{-1}$) com pH previamente ajustado nos valores de 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 e 11 com auxílio de solução de HCl e NaOH, ambos a $0,1 \text{ mol L}^{-1}$. Após 24 h em incubadora tipo Shaker com agitação de 180 rpm e temperatura ambiente (25 – 30 °C), o pH final de cada ensaio conduzido em duplicata foi aferido. O PCZ, portanto, corresponde ao valor de pH onde a variação entre pH inicial e final é nula, numa curva de $\text{pH}_{\text{inicial}} \times \Delta\text{pH}$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Característica importante e de grande relevância é a presença de elevado teor mucilaginoso nas folhas da ora-pro-nóbis. As mucilagens são hidrocolóides encontrados de forma vasta na natureza, geralmente em plantas. São polissacarídeos ou carboidratos complexos ligados e estruturados de inúmeras formas (PRAJAPATI et al., 2013).

O termo hidrocolóide é comumente utilizado para descrever esses polissacarídeos e proteínas, que vêm sendo utilizados cada vez mais em diferentes setores industriais, como na indústria de alimentos, por exemplo, desempenhando diversas funções, incluindo: espessamento, gelificação, agentes estabilizantes, emulsificantes (WILLIAMS & PHILLIPS, 2009) e capacidade de retenção de água (MUÑOZ et al., 2012).

A capacidade emulsificante (CE) é definida como o volume de óleo emulsificado por grama de proteína, antes que a inversão ou colapso de fase da emulsão ocorra (FENNEMA; DAMODARAN; PARKIN, 2010; KINSELLA; MELACHOURIS, 1976).

Na tabela 1 estão apresentados os valores para a capacidade de formação de emulsão realizada para as duas temperaturas de secagem 45°C e 60°C e os valores do pH da mucilagem de ora-pro-nóbis. Os valores da capacidade emulsificante nas duas temperaturas, não apresentam diferença significativa pelo teste t ($p < 0,05$).

Tabela 1– Valores da capacidade emulsificante, pH e teor protéico da mucilagem

	45°C	60°C	<i>p</i> valor
Capacidade emulsificante (mL de óleo g⁻¹ de proteína)	624,53 ± 4,26	620,79 ± 3,54	0,308448
pH	7,80 ± 0,090	7,41 ± 0,100	0,008221
Proteína da mucilagem	15 g de proteína/100 g		

Valores das médias das triplicatas ± desvio padrão. Diferença significativa é verificada pelo teste t ($p < 0,05$). Fonte: Autoria própria (2020).

Ba et al., (2016) investigaram as propriedades emulsificantes da microalga verde *Haematococcus pluvialis*, rica em proteínas (30-50%) e obtiveram valores de cerca de 534 ml de óleo/ g de proteína para a capacidade emulsificante em pH=7. Os autores ainda avaliaram a capacidade emulsificante do caseinato de sódio, incorporado a inúmeros produtos por possuir excelentes propriedades de emulsificação, estabilizador e texturizante, onde valores de 664 ml de óleo g⁻¹ de proteína foram obtidos, resultado próximo ao encontrado nesse estudo (620 mL de óleo/ g de proteína), o que reforça e demonstra o elevado potencial da mucilagem de ora pro nobis como agente emulsificante.

Emulsificantes são utilizados em diferentes setores da indústria alimentícia. Na panificação, por interagirem principalmente com as proteínas do glúten podem funcionar como fortalecedores da massa ou que podem complexar o amido gelatinizado favorecendo a maciez do miolo e prevenindo o envelhecimento (MATUDA, 2004; STAMPFLI; NERSTEN, 1995).

Em alimentos lácteos o açúcar desempenha importante função, não somente no sabor, mas afeta de forma direta a textura, cor e viscosidade, tornando a redução de açúcar uma tarefa difícil (MCCAIN; KALIAPPAN; DRAKE, 2018). Adicionar hidrocolóides em alimentos com redução de açúcar pode ser uma alternativa viável, uma vez que esses possuem propriedades estruturantes e de textura (SOUKOULIS; GAIANI; HOFFMANN, 2018) que podem garantir a qualidade do produto final.

Os resultados da Tabela 1 ainda revelam a quantidade de proteína da mucilagem de OPN (15 %), o que a caracteriza como uma mucilagem com alto teor proteico. Lima Júnior et al. (2013) estudou a composição centesimal em base seca da mucilagem de ora-pro-nóbis e obteve 10,47% de proteína. Martin et al. (2017) também estudou a mucilagem desidratada das folhas de ora-pro-nóbis e encontrou valor de proteína de 19%.

Nas medidas de pH, diferença significativa ($p < 0,05$) pode ser verificada nos valores das médias calculadas. O pH exerce grande influência nas propriedades funcionais. Em estudo realizado por Felix et al. (2018) os autores verificaram a influência do pH em emulsões de óleo em água, estabilizadas por farinha de proteína de grão de bico em duas diferentes concentrações (2,0 e 4,0 % em peso), relataram que a estabilidade e a microestrutura destas emulsões dependem fortemente do valor de pH e da concentração de proteína.

A estabilidade da emulsão se refere à habilidade da proteína para formar uma emulsão que permaneça sem mudanças durante um determinado tempo, sob condições específicas de temperatura ou tempo (KINSELLA; MELACHOURIS, 1976).

No que diz respeito à estabilidade da emulsão, Tabela 2, nas duas temperaturas de estudo 45 e 60°C, após tratamento térmico a 80°C observou-se diferença significativa quando comparada com o tratamento à temperatura ambiente (25°C) pelo teste t ($p < 0,05$). No entanto, quando analisamos a estabilidade da emulsão entre as temperaturas estudadas, diferenças significativas não foram verificadas, teste t ($p < 0,05$).

Tabela 2– Valores da estabilidade de emulsão da mucilagem

	45°C	60°C	<i>p valor</i>
Estabilidade da emulsão % (25°C)	12,08±2,60	11,67±1,44	0,820294
Estabilidade da emulsão % (80°C)	6,00±1,64	5,83±1,04	0,889016
<i>p valor</i>	0,026632	0,004749	

Valores das médias das triplicatas ± desvio padrão. Diferença significativa é verificada pelo teste t ($p < 0,05$).Fonte: Autoria própria (2020).

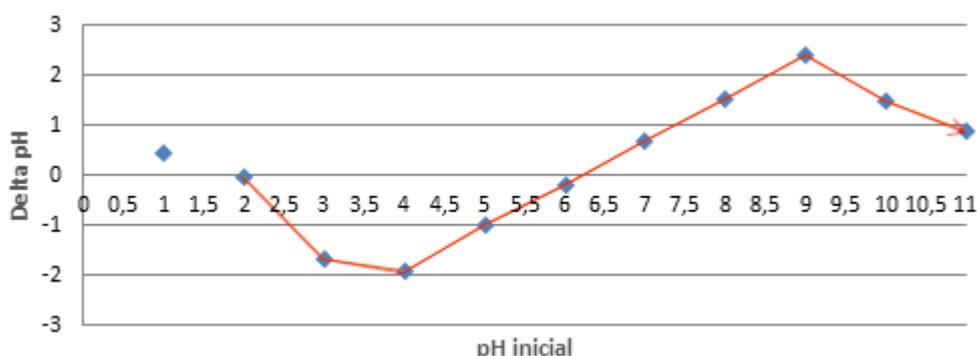
Em estudo realizado por Lise, (2018) os autores avaliaram a estabilidade de emulsão da mucilagem liofilizada de ora-pro-nóbis, e obtiveram valores de estabilidade de 90% para tratamento em temperatura ambiente 25°C e 88% com tratamento térmico a 80°C. Valores de estabilidade muito inferiores foram obtidos nesse estudo, tal resultado pode ser explicado devido ao fato de o uso de temperaturas causarem a desnaturação proteica (JUNQUEIRA et al., 2018) e modificação na estrutura dessa mucilagem.

O tratamento térmico causa a desnaturação e exposição de grupos hidrofóbicos por meio do enfraquecimento das ligações responsáveis pela manutenção da estrutura das proteínas (BELICIU; MORARU, 2013). As propriedades funcionais estão diretamente relacionadas à estrutura da proteína, portanto, a mudança na estrutura terá efeito direto na funcionalidade da proteína (MALIK; SAINI, 2018).

O ponto carga zero (PCZ), é o valor de pH no qual a carga superficial líquida de determinada substância/solução aquosa é zero (nula), podendo ser chamado também de ponto isoelétrico (PI) porque, neste valor de pH, as partículas não se movem quando exposto a um campo elétrico (STUMM; MORGAN, 1996).

Na Figura 1, está representado o comportamento da curva associado ao pH inicial (eixo x) e ao delta pH (eixo y) da mucilagem de ora-pro-nóbis. O PCZ da proteína corresponde o valor do pH em que a molécula se apresenta neutra eletricamente, ou seja, quando o número de cargas positivas é igual ao número de cargas negativas. O PCZ é o ponto de pH em que a curva toca em zero pela segunda vez. Pela análise do gráfico conclui-se que o PCZ da mucilagem de ora-pro-nóbis está entre os valores de pH de 6 e 6,5.

Figura 1- Gráfico correspondente ao ponto de carga zero da mucilagem



Fonte: Autoria própria (2020).

Estudar e compreender o ponto isoelétrico de proteínas se faz muito importante, é nesse valor de PH em que a superfície da proteína é eletricamente neutra, que acontece a repulsão elétrica mínima entre as proteínas, portanto, pode ocorrer facilmente sua precipitação e coagulação (SALIS et al., 2011).

Segundo Malik e Saini (2017) a funcionalidade das proteínas é muito baixa próximo de seu pH isoelétrico, isso devido ao fato de que nesse pH ocorre ausência de cargas nas moléculas de proteína, promovendo uma maior interação proteína-proteína, resultando na sua precipitação, reduzindo a solubilidade e afetando diretamente outras propriedades funcionais também (MALIK; SAINI, 2018).

CONCLUSÃO

A mucilagem de ora-pro-nóbis apresentou excelente perfil proteico, assim como elevado poder de capacidade emulsificante, reforçando seu uso como agente emulsificante na indústria. Os resultados de estabilidade de emulsão não foram muito promissores e isso se deve as modificações ocorridas na proteína pelo uso de temperatura durante o processo de secagem. Os valores de PCZ da mucilagem de ora-pro-nóbis entre os pH de 6 e 6,5 indicam o pH de menor capacidade emulsificante para se trabalhar com essa mucilagem.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo financiamento do projeto com bolsa e a UTFPR- Pato Branco.

REFERÊNCIAS

AMARAL, T. N.; JUNQUEIRA, L. A.; PRADO, M. E.T.; CIRILLO, M. A.; ABREU, L. R.; COSTA, F. F.; RESENDE, J. V. Blends of *Pereskia aculeata* Miller mucilage, guar gum, and gum Arabic added to fermented milk beverages. **Food Hydrocolloids**, v. 79, p. 331–342, 2018.

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official Methods of Analysis**. 17. ed. Washington, D.C. USA: AOAC, 2000.

BA, F.; URSU, A. V.; LAROCHE, C.; DJELVEH, G. Haematococcus pluvialis soluble proteins: Extraction, characterization, concentration/fractionation and emulsifying properties. **Bioresource Technology**. 200:147-152, 2016.

BELICIU, C.M.; MORARU, C. I. Physico-chemical changes in heat treated micellar casein e Soy protein mixtures. **LWT- Food Science and Technology**, 54, 469–476, 2013.

CÂMARA, A. K. F. I.; OKURO, P. K.; CUNHA, R. L. da; HERRERO, A. M.; RUIZ-CAPILLAS, C.; POLLONIO, M. A. R. Chia (*Salvia hispanica* L.) mucilage as a new fat substitute in emulsified meat products: Technological, physicochemical, and rheological characterization. **LWT**, 125, 109193, 2020.

FELIX, M.; ISURRALDE, N.; ROMERO, A.; GUERRERO, A. Influence of pH value on microstructure of oil-in-water emulsions stabilized by chickpea protein flour. **Food Science and Technology International** , 24 (7), 555–563, 2018.

FENNEMA, O. R.; DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L. A. **Química de alimentos de Fennema**. Editora: Artmed. 900p, 2010.

GARCIA-TORCHELSEN, L.; JACOB-LOPES, E.; QUEIROZ, M. I. Avaliação funcional de bases proteicas desidratadas de anchoita (*Engraulis anchoita*). **Brazilian Journal Of Food Tecnology**, v. 14, p. 283–293, 2011.

GONÇALVES, J. P. Z.; SERAGLIO, J.; SILVA, L. L.; FERNANDES, S. C.; COSTELLI, M. C.; SAVIO, J. Quantificação de proteínas e análise de cinzas encontradas nas folhas e caule da ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Miller). p. 3127–3132, 2015.

IDEC. Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor. Brasileiro consome açúcar demais, alerta especial do Idec. 2016. Disponível em: <https://idec.org.br/o-idec/sala-de-imprensa/release/brasileiro-consome-acucar-demais-alerta-especial-do-idec>

JUNQUEIRA, L. A.; AMARAL, T. N.; OLIVEIRA, N. L.; PRADO, M. E. T.; RESENDE, J. V. Rheological behavior and stability of emulsions obtained from *Pereskia aculeata*

Miller via different drying methods . **International Journal of Food Properties**, v. 21, n. 1, p. 21–35, 2018.

KINSELLA, J. E.; MELACHOURIS, N. Functional properties of proteins in foods: A survey. **C R C Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 7, n. 3, 219-280, 1976.

LIMA JUNIOR, F. A.; CONCEIÇÃO, M. C.; RESENDE, J. M.; JUNQUEIRA, L. A.; PEREIRA, C. G.; PRADO, M. E. T. Response surface methodology for optimization of the mucilage extraction process from *Pereskia aculeata* Miller. **Food Hydrocolloids**, v. 33, n. 1, p. 38–47, 2013.

LIMA JUNIOR, F. A. **Desenvolvimento de processos de extração de hidrocoloides do ora- pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Miller)**.2011. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

LISE, Carla Cristina. **Potencial emulsificante de ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Miller) em derivado cárneo tipo mortadela**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 49 f, 2018.

LUSTIG, R. H.; SCHMIDT, L. A.; BRINDIS, C. D. Public health: The toxic truth about sugar. **Nature**, 482, 27–29, 2012.

MACGREGOR, G. A.; HASHEM, K. M. (2014). Action on sugar-lessons from UK salt reduction programme. **The Lancet**, 383, 929–931.

MALIK, M.A.; SAINI C.S. Improvement of functional properties of sunflower protein isolates near isoelectric point: Application of heat treatment. **LWT**, 98 pp. 411–417, 2018.

MALIK, M.A.; SAINI C.S. Polyphenol removal from sunflower seed and kernel: effect on functional and rheological properties of protein isolates. **Food Hydrocolloids**, 63 pp. 705–715, 2017.

MARTIN, A. A.; FREITAS, R. A.; SASSAKI, G.L.; EVANGELISTA, P. H. L.; SIERAKOWSKI, M.R. Chemical structure and physical-chemical properties of mucilage from the leaves of *Pereskia aculeata*. **Food Hydrocolloids**, v. 70, p. 20–28, 2017.

MARTÍNEZ-CERVERA, S.; SANZ, T.; SALVADOR, A.; FISZMAN, S. M. Rheological, textural and sensorial properties of low-sucrose muffins reformulated with sucralose/polydextrose. **LWT - Food Science and Technology**, 45(2), 213–220, 2012.

MATUDA, T. G. **Análise térmica da massa de pão francês durante os processos de congelamento e descongelamento: Otimização do uso de aditivos**. 2004. Dissertação (Mestre em Engenharia) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, 2004.

McCAIN, H.; KALIAPPAN, S.; DRAKE, M. Invited review: Sugar reduction in dairy products. **Journal of Dairy Science**, 101, p. 8619-8640, 2018.

MUÑOZ, L. A.; COBOS, A; DIAZ, O.; AGUILERA, J.M. Chia seeds: Microstructure, mucilage extraction and hydration. **Journal of Food Engineering**. v 108, pp. 216-224, 2012.

PRAJAPATI, V. D.; JANI, G. K.; MARADIYA, N.G.; RANDEIRA, N. P. Pharmaceutical applications of various natural gums, mucilages and their modified forms. **Carbohydrate Polymers**, v. 92, pp. 1685-1699, 2013.

REGALBUTO, J. R.; ROBLES, J. The engineering of Pt/Carbon Catalyst preparation – For application on Proton Exchange Fuel Cell Membrane (PEFCM). University of Illinois, Chicago, 2004.

SALIS, A.; BOSTROM, M.; CUGIA, F.; BARSE, B.; PARSONS, D. F.; NINHAM, B. W.; MONDUZZI, M. Measurements and theoretical interpretation of points of zero charge/potential of BSA protein. **Langmuir**, 27, pp. 11597 – 11604, 2011.

SOUKOUKIS, C.; GAIANI, C.; HOFFMANN, L. Plant seed mucilage as emerging biopolymer in food industry applications. **Current Opinion in Food Science**, 22, 28–42, 2018.

SOUZA, L. F. **Aspectos fitotécnicos, bromatológicos e componentes bioativos de *Pereskia aculeata*, *Pereskia grandifolia* e *Anredera cordifolia***. 2014. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

STAMPFLI, L.; NERSTEN, B. Emulsifiers in bread making. **Food Chemistry**, vol. 52, no. 4, pp. 353–360, 1995.

STUMM, W.; MORGAN, J. J. **Aquatic Chemistry: Chemical Equilibria and Rates in Natural Waters**. New York: J. Wiley & Sons, 1996.

WILLIAMS, P.A. PHILLIPS, G.O. Introduction to Food Hydrocolloids. **Woodhead Publishing Limited**. Pp. 1-22, 2009.