

AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES FUNCIONAIS E DETERMINAÇÃO DO TEOR DE ANTOCIANINAS DE PÓ PROTEICO OBTIDO PELO PROCESSO DE AGLOMERAÇÃO

Bianca Lotti Bertucci¹; Kaciane Andreola²; Tatiana Guinoza Matuda Masaoka²; Marcello Nitz²; Luciane Franquelin Gomes de Souza²

¹Aluno de Iniciação Científica da Escola de Engenharia Mauá (EEM/CEUN-IMT);

²Professor da Escola de Engenharia Mauá (EEM/CEUN-IMT).

Resumo: *As proteínas vegetais são boa fonte de proteína e se caracterizam por sua baixa solubilidade em água e deficiência de alguns aminoácidos (metionina, lisina e cistina). Essas proteínas proporcionam benefícios à saúde além dos nutrientes essenciais característicos da espécie. O uso do açaí como ligante durante o processo de aglomeração, pode contribuir para o valor nutricional e as propriedades funcionais do pó aglomerado. O objetivo deste trabalho é avaliar a capacidade de formação de espuma (CFE) e determinar o teor de antocianinas de pós proteicos obtidos pelo processo de aglomeração. O teor de antocianinas nos pós aglomerados variou entre 12,5 e 85,2 mg/100 g (b.s) e a capacidade de formação de espuma variou de 44 % a 56 %. A análise estatística mostrou que os efeitos quadráticos da temperatura e da vazão e a interação entre essas variáveis influenciaram significativamente o teor de antocianinas. Para a capacidade de formação de espuma, nenhuma das variáveis estudadas apresentou efeito significativo. Foi possível obter pós aglomerados incorporados com antocianinas e com capacidade de formação de espuma.*

Introdução

Nas últimas décadas, foi possível observar mudanças nos hábitos alimentares em diversos países, o que reflete a complexidade dos modelos de consumo e dos fatores que os determinam (Pinheiro, 2001). As descobertas científicas sobre doenças relacionadas à alimentação, aliadas a preocupação dos consumidores com a saúde e bem-estar, estimulou mudança nos hábitos alimentares, de forma que as indústrias alimentícias buscassem novas alternativas de produção de alimentos. Devido ao ritmo de vida acelerado nos centros urbanos e acesso às informações, a conveniência e praticidade crescem por demanda de alimentos de fácil preparo com alto valor nutricional (França *et al.*, 2012)

As proteínas vegetais são boa fonte de proteína e se caracterizam por sua baixa solubilidade em água (Wang *et al.*, 1999) e deficiência de alguns aminoácidos (metionina, lisina e cistina). As proteínas vegetais proporcionam benefícios à saúde além dos nutrientes essenciais característicos da espécie. Nos últimos anos, houve um crescente interesse sobre a inserção de proteínas vegetais em produtos alimentícios, devido às mudanças na dieta humana e à busca por produtos saudáveis (Betoret, 2011). Em virtude da escassez de proteínas alimentares, atualmente há uma procura constante de leguminosas não convencionais como novas fontes de proteína para uso tanto em ingredientes alimentares funcionais quanto em suplementos nutricionais (Chavan *et al.*, 2001)

Os pós de proteínas vegetais presentes no mercado atual apresentam partículas finas, o que confere a esses pós baixa molhabilidade e dispersão em líquidos, baixa fluidez, dificuldade de manipulação e formação de poeira, o que dificulta seu uso em aplicações industriais e domésticas (Andreola, 2017). O maior problema dos produtos em pó compostos de partículas finas, é o fato de que há a formação de uma camada hidrofóbica que impede a penetração da água, além de perdas de finos e perigo ou desconforto na manipulação. Já nos grânulos, o ar que está preso nos poros favorece a penetração da água por capilaridade até o seu interior (Maurel, 1994; Colungnati, 2003). O processo de aglomeração é amplamente utilizado para melhorar a fluidez e aparência de pós e as propriedades de instantaneização

como a molhabilidade e dispersão, o que ocorre devido ao aumento do tamanho das partículas e mudanças em suas propriedades físicas, facilitando as condições de transporte e armazenamento (Iveson *et al.*, 2001; Knight, 2001). Portanto, esse processo é uma alternativa para melhorar as propriedades físicas dos pós proteicos de ervilha e arroz.

A aglomeração em leito fluidizado consiste na atomização de um líquido ligante sobre partículas fluidizadas por um gás quente. Esta operação difere da realizada em outros equipamentos, pois o gás usado na movimentação das partículas também provoca a evaporação do ligante e a secagem do material. A atomização do ligante possibilita a formação de pontes líquidas, enquanto o gás quente remove a água das partículas levando à formação de pontes sólidas. A sucessão das etapas de umedecimento e secagem proporciona o aumento do tamanho das partículas, resultando em mudanças no regime de fluidização e, portanto, nas propriedades de mistura do leito. O crescimento das partículas só ocorre quando há líquido suficiente para estabelecer as pontes ou quando a saturação do líquido é suficiente para aumentar a deformação plástica dos aglomerados (Lipps e Sakr, 1994; Pont *et al.*, 2001).

A qualidade de um alimento está relacionada com suas propriedades funcionais, propriedades nutricionais e sua composição (Ribeiro e Seravalli, 2004). As propriedades funcionais são características físico-químicas intrínsecas que afetam o comportamento das proteínas durante o processo (Adebowale *et al.*, 2007), sendo essas: solubilidade, capacidade de retenção de água, capacidade de retenção de óleo, capacidade emulsificante e capacidade de formação de espuma.

O processamento dos isolados proteicos pode levar à desnaturação das proteínas, o que pode influenciar nas propriedades funcionais. Desta maneira, os isolados proteicos têm sua aplicação em formulações alimentícias líquidas e em pó prejudicada (Colungnati, 2003).

A capacidade de uma proteína em formar espuma refere-se à expansão de volume da dispersão proteica com a incorporação de ar por batimento, agitação ou aeração. Espumas são sistemas dispersos de duas fases distintas, onde a fase líquida circunda a fase dispersa constituída de bolhas de ar, e sua estabilidade diz respeito à retenção do volume máximo de espuma formada em função do tempo de repouso (Kinsella, 1976). Uma proteína pode ter boa capacidade espumante se sua molécula for flexível e, portanto, estender-se rapidamente na interface, e se apresentar alto grau de hidrofobicidade, já que, desse modo, melhora sua orientação (Ordóñez, 2005). A proteína concentrada de arroz não é bom emulsificante nem hábil na formação de espumas devido à sua baixa solubilidade e alta massa molar (Souza, 2016).

De acordo com Murakami *et al.* (2001) e Xu *et al.* (2007), a ervilha é uma leguminosa rica em aminoácidos essenciais, além de fibras, isoflavonóides, fósforo, cálcio, vitaminas A, B1, B2, C, ferro e potássio (Salata *et al.*, 2011). Já o arroz é um grão rico em aminoácidos essenciais e apresenta maior digestibilidade em comparação com a maioria das proteínas dos demais cereais (Juliano, 1993). Estas proteínas são produtos hipoalergênicos, com baixa caloria e fonte de amido (Lundubwong e Seib 2000). O uso do açai como ligante durante o processo de aglomeração, pode contribuir para o valor nutricional e as propriedades funcionais do pó aglomerado, visto que o açai possui elevada atividade antioxidante devido à presença de compostos fenólicos e antocianinas, que combatem os radicais livres (Tonon *et al.*, 2008). Desse modo, a adição da polpa de açai pode conferir ao pó a presença de antocianinas, que são pigmentos naturais responsáveis pela coloração típica dessa fruta. Esses compostos apresentam atividade antioxidante, anticarcinogênicas, antivirais, controlam o índice glicêmico e influenciam na aceitação sensorial do consumidor (Kończak e Zhang, 2004). É importante analisar a quantidade de antocianinas do produto aglomerado a fim de avaliar o enriquecimento do pó com este composto.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho é avaliar a capacidade de formação de espuma e determinar o teor de antocianinas de pós proteicos obtidos pelo processo de aglomeração.

Materiais e Métodos

Neste trabalho será avaliada a qualidade de pós proteicos formulados a partir de um *blend* de proteínas vegetais, composto por proteína isolada de ervilha e proteína concentrada de arroz na proporção de (2:1), obtido pelo processo de aglomeração, utilizando a polpa de açaí como ligante. De acordo com a FAO (1980), é considerado concentrado de proteínas vegetais o produto que apresenta teor proteico entre 65 e 90 % (base seca); já o isolado de proteínas vegetais é considerado o produto que apresenta teor proteico acima de 90 % (base seca). Os pós proteicos foram obtidos pelo processo de aglomeração em uma pesquisa paralela que, juntamente com essa, contribuirão com o Projeto de Pesquisa Fapesp 2018/10483-2, com vigência de 01/02/2019 à 31/01/2021.

O processo de aglomeração foi realizado a partir de um planejamento composto central rotacional, com 3 pontos centrais, totalizando 11 ensaios. As variáveis de entrada estudadas foram a temperatura do ar de fluidização (T, X₁) e vazão de atomização do ligante (Q, X₂). As demais variáveis foram mantidas em valores fixos. Foram fixadas a pressão relativa de atomização (10 psi), a massa de matéria-prima (0,405 kg) e a quantidade de ligante atomizado (200 mL). A vazão do ar de fluidização iniciou em 5 N·m³·h⁻¹ e foi aumentada, a cada 10 minutos, em incrementos de 5 N·m³·h⁻¹ até o final da atomização. As condições definidas das variáveis operacionais de temperatura do ar e vazão do ligante estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Variáveis operacionais e níveis do planejamento experimental.

Variáveis	Níveis				
	-1,41	-1	0	1	1,41
Reais	-1,41	-1	0	1	1,41
T (°C)	60,9	65	75	85	89,1
Q(mL· min ⁻¹)	2,295	2,5	3,0	3,5	3,705

Fonte: Autora, 2020

Para avaliar a qualidade dos pós obtidos no processo de aglomeração foram determinadas a concentração de antocianinas e a capacidade de formação de espuma (CFE). As amostras utilizadas para as análises de antocianinas e capacidade de formação de espuma foram a polpa de açaí e os pós aglomerados obtidos nas condições de processo apresentadas na Tabela 1. Todas as análises foram realizadas em triplicata. A análise estatística dos efeitos das variáveis na CFE foi realizada por meio do software Statistica® 8.0, considerando um nível de significância $\alpha = 0,05$ (confiança de 95 %).

Antocianinas

O teor de antocianinas totais foi determinado usando o método de pH diferencial (AOAC, 2005) com adaptações e realizado em triplicata. Foram utilizados os tampões cloreto de potássio 0,025 M, pH 1 e acetato de sódio 0,4 M, pH 4,5 e solução extratora (85 % álcool etílico e 15 % HCl 1,5 molar, pH 1), com medidas de absorbância de 520 nm e 700 nm. As análises foram realizadas em um espectrofotômetro da marca Shimadzu e modelo UV-2600, calibrado com a solução extratora. A absorbância (A) das amostras diluídas foi calculada de acordo com a Equação 1 e o teor de antocianinas totais (Ca) foi calculado em umidade de base seca, de acordo com a Equação 2.

$$A = (A_{520 \text{ nm}} - A_{700 \text{ nm}})_{\text{pH } 1,0} - (A_{520 \text{ nm}} - A_{700 \text{ nm}})_{\text{pH } 4,5} \quad (1)$$

$$Ca \left(\frac{\text{mg}}{100\text{g}(b.s)} \right) = \frac{A.MW.DF.1000}{\varepsilon} \quad (2)$$

Em que, MW é o peso molecular da cianidina-3-glucosídeo ($449,2\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$); DF é o fator de diluição; ϵ é a absorvância molar da antocianina majoritária ($26.900\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{cm}^{-1}$) e 1000 é o fator de conversão de g para mg.

Capacidade de formação de espuma (CFE):

A CFE foi determinada usando o método descrito por Silva (2012), com adaptações. Preparou-se uma suspensão de 5 g de pó aglomerado (produto final pós secagem) pesada em uma balança analítica, com 100 mL de água destilada. Antes de iniciar a agitação, foi anotado o volume inicial da solução. E, em seguida, a mistura foi agitada em um liquidificador (Walita/ 110 V) por 5 minutos. Em seguida, foi transferida para uma proveta graduada de 250 mL, em um intervalo de tempo de 30 segundos. O procedimento foi realizado em triplicata. A CFE foi calculada pela relação da quantidade de espuma formada sob o volume inicial (antes da agitação), conforme a Equação 3.

$$CFE = \frac{\Delta}{V_0} \quad (3)$$

Em que:

Δ : quantidade de espuma formada (mL);

V_0 : volume inicial (mL).

Resultados e Discussão

Os resultados das análises de CFE e teor de antocianinas na polpa de açaí pura, no *blend* de proteínas e nos pós aglomerados são apresentados na Tabela 2. A polpa de açaí não apresentou CFE e os pós aglomerados apresentaram valores entre 44 % e 56 % de CFE. Nessa análise foi observada a formação de bolhas e de precipitado em todas as amostras com pós proteicos. A formação de precipitado ocorreu após a decantação da própria amostra. A formação de bolhas proporcionou a ocorrência das espumas, que são sistemas termodinamicamente instáveis e apresentam uma estrutura tridimensional constituída de células gasosas envolvidas por um filme líquido contínuo. De acordo com Figueredo *et al.* (1998), essa estrutura origina-se do agrupamento de bolhas geradas ao se dispersar um gás em um líquido que contenha agentes espumantes. Como a formação de bolhas foi observada apenas no *blend* de proteínas e nos pós proteicos aglomerados, possivelmente as proteínas vegetais agiram como agentes espumantes. A análise estatística para a capacidade de formação de espuma revelou que os efeitos da vazão e temperatura não influenciaram significativamente nessa resposta, com 95 % de confiança.

Com relação aos resultados do teor de antocianinas foi possível identificar visualmente a diferença na coloração dos pós obtidos no processo de aglomeração. Isso deve-se à desigualdade das quantidades de polpa adicionadas em cada ensaio, durante a aglomeração. Pós com maior acúmulo de polpa, possuem uma coloração mais intensa, comparado com aqueles que apresentam uma menor quantidade. O teor de proteínas na polpa de açaí é considerado baixo, e por esse motivo, não foi observada a formação de espuma. Além disso, as proteínas contidas no açaí não apresentam alto grau de hidrofobicidade.

O resultado da capacidade de formação de espuma do *blend* de proteínas é inferior ao valor reportado por Pietrysiak *et al.* (2018) que obteve 62,8% de CFE de um *blend* de proteínas isoladas de ervilha e arroz, na proporção de 2:1, respectivamente. A diferença de valores pode estar relacionada ao fato de que a proteína de arroz utilizada pelos autores é isolada. Ainda, deve-se levar em consideração que as proteínas utilizadas pelos autores são de

fabricantes diferentes das utilizadas no presente trabalho. O processo de aglomeração não alterou consideravelmente a CFE do *blend* de proteínas, o que é um resultado interessante no que se refere a aplicação dessas proteínas na formulação de alimentos.

Carvalho (2010) relatou um teor de antocianinas de 401,61/100g (b.s) para polpa de açaí e Yuyama et al. (2011) reportou um valor de 399,5 mg/100 g para a polpa de açaí, tais valores são próximos ao encontrado no presente trabalho (371,8 mg/100 g). A diferença dos valores é devido ao fato de que as polpas utilizadas são diferentes. Por exemplo, Carvalho (2010) utilizou frutos de açaí cultivar BRS-PA que foram adquiridos de pomares da Embrapa Amazônia Oriental.

Tabela 2 – Resultados das análises de CFE e antocianinas

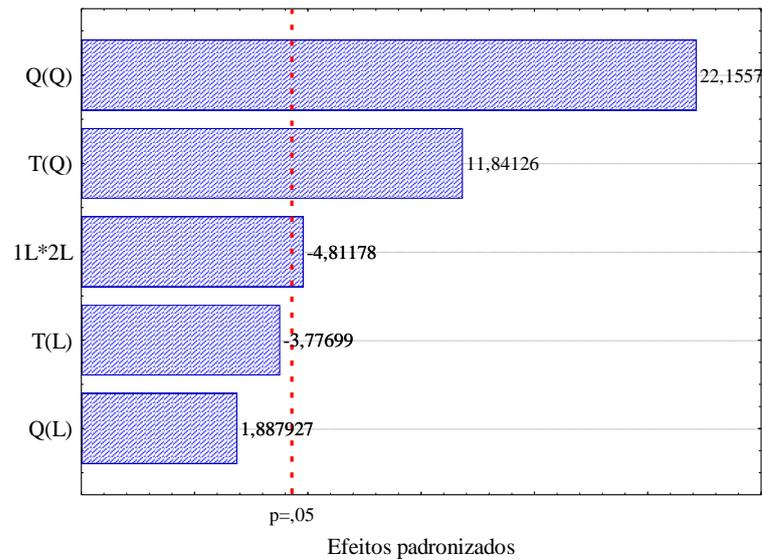
Ensaio	Condições (°C - ml/min)	CFE (%)	Antocianinas (mg/100g base seca)
1	65 – 2,5	52,7 ± 1,7	36,5 ± 4,3
2	65 – 3,5	56,1 ± 0,5	63,7 ± 5,1
3	85 – 2,5	45,1 ± 5,9	72,0 ± 8,8
4	85 – 3,5	52,9 ± 5,2	66,1 ± 4,7
5	60,9 – 3,0	48,3 ± 2,6	80,8 ± 8,3
6	89,1 – 3,0	56,2 ± 0,5	27,9 ± 2,1
7	75 – 2,295	51,0 ± 2,7	85,2 ± 3,1
8	75 -3,705	44,2 ± 1,7	83,1 ± 6,2
9	75 -3,0	53,1 ± 2,9	12,5 ± 1,3
10	75 -3,0	50,5 ± 1,4	19,0 ± 0,9
11	75 -3,0	50,4 ± 3,7	13,8 ± 4,4
Polpa	-	0,0 ± 0,0	371,8 ± 2,1
<i>Blend</i>	-	45,8 ± 4,1	6,4 ± 1,0
Ervilha	-	46,6 ± 1,8	-
Arroz	-	43,8 ± 0,6	-

Fonte: Autora, 2020

Na Figura 1 são apresentados os efeitos principais e de interação obtidos com 95 % de confiança para o teor de antocianinas. Os efeitos estatisticamente significativos localizam-se à direita do limiar de significância para $p < 0,05$. Pode-se observar que a temperatura e a vazão, de forma linear, não influenciam significativamente o teor de antocianinas, entretanto o efeito quadrático da temperatura, vazão e a interação entre essas variáveis, foi significativo (valores de $p < 0,05$).

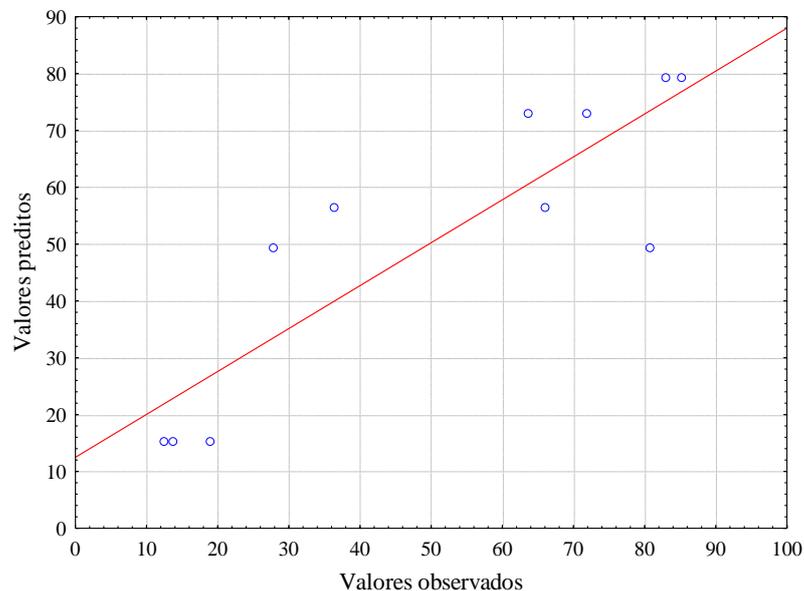
Para a definição do modelo foram considerados apenas os efeitos significativos. A significância estatística do modelo foi determinada pela análise de variância (ANOVA) e o teste F de Fischer. Os resultados mostraram que o modelo proposto é significativo, valor de F calculado para a regressão dos resíduos (7) é maior que o valor de F tabelado (4). Entretanto, o modelo não é preditivo, uma vez que o valor de F calculado para a falta de ajuste (35) é maior que o F tabelado (19).

Figura 1 – Gráficos de Pareto para a resposta: teor de antocianinas



A distribuição dos valores preditos em função dos valores observados pelo modelo proposto para o teor de antocianinas é apresentada na Figura 2. Observa-se que os valores preditos pelo modelo se distanciam dos valores obtidos experimentalmente, confirmando que o modelo não é preditivo.

Figura 2 – Valores preditos em função dos valores observados para o modelo de teor de antocianinas



Conclusões

A análise estatística mostrou que os efeitos quadráticos da temperatura e da vazão e a interação entre essas variáveis influenciaram significativamente o teor de antocianinas. Para a capacidade de formação de espuma, nenhuma das variáveis estudadas apresentou efeito significativo. Foi possível obter pós aglomerados incorporados com antocianinas e com capacidade de formação de espuma que variou de 44 % a 56 %, que são valores próximos ao valor obtido para o *blend* de proteínas antes da aglomeração. Os pós aglomerados

apresentaram elevado potencial para a aplicação no desenvolvimento de produtos funcionais e formulações hipoalergênicas.

Agradecimentos

Agradecemos à Fapesp (Projeto de Pesquisa Fapesp 2018/10483-2) pelo apoio financeiro e ao Instituto Mauá de Tecnologia pelo suporte durante o andamento da pesquisa.

Referências Bibliográficas

- Alexandre, D. (2002). *Conservação de polpa de açaí através da tecnologia de obstáculos e caracterização viscoelástica*. Campinas, SP.
- Andreola, K. (2017) *Aglomerção de proteína concentrada de arroz em leite fluidizado: monitoramento in-line do tamanho das partículas*. Universidade Estadual de Campinas. Campinas. Tese de Doutorado em Engenharia Química.
- Andreola, K.; Silva, C.A.M; Taranto, O.P. (2018) Agglomeration Process of Rice Protein Concentrate Using Glucomannan as Binder: In-line Monitoring of Particle Size. *Chemical Engineering Research and Design*, **135**, 37-51.
- AOAC. Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis of AOAC International. (16 ed.). Washington, 1995.
- Carvalho, A. V.; Mattietto, R. A.; Silva, P. A.; Araújo, E. A. F. (2010) Otimização dos parâmetros tecnológicos para produção de estruturado a partir de polpa de açaí. *Brazilian Journal of Food Technology*, **13**, 232-241.
- Carvalho, W.T.; Reis, R.C.; Velasco, P.; Júnior, M.S.S.; Bassinello, P.Z.; Caliari, M. (2011) Características Físico-Químicas de Extratos de Arroz Integral, Quirera de Arroz e Soja. *Pesq. Agropec. Trop*, **41**, 422-429.
- Chavan, U. D.; McKenzie, D. B.; Shahidi, F. (2001). *Functional properties of protein isolate from beach pea (LathyrusmaritimusL.)*. Food Chemistry, **74**, 177-187.
- Colungnati, P. G. (2003) *Propriedades físicas e funcionais de aglomerados a base de proteína de soja*. Campinas, SP.
- Custodio, G.R.; Andreola, K. (2018) *Estudo do Processo de Aglomeração de Proteínas Vegetais em Leite Fluidizado Utilizando Polpa de Açaí como Ligante*. Escola de Engenharia Mauá (EEM/CEUN-IMT).
- Dacanal, G. C. (2005) *Estudo da granulação de suco de acerola desidratado em leite fluidizado*, Campinas, SP.
- Dacanal, G. C. (2009) *Aglomerção de polpa de acerola e proteína isolada de soja em pó em leite fluidizado cônico e pulsado*. Campinas, SP.
- European Pharmacopoeia 7.0. Methods of analysis (2010). 2.9.3.4 *Bulk density and tapped density of powders*, p. 305-308.
- Fao (2011) Dietary protein quality evaluation in human nutrition. Report of an FAO Expert Consultation, *FAO Food and Nutrition Paper*, **92**, 1-66.
- Ferrari C.C., Ribeiro C. P e Aguirre J. M. (2012) *Secagem por atomização de polpa de amora preta usando maltodextrina como agente carreador*. Campinas.
- Ferreira, J.C. (2003) *Avaliação da Funcionalidade e do Efeito da Lipofilização em Proteínas de Farinha Totalmente Desengordurada de Amendoim (Arachis hypogaea Lineau)*. Universidade Federal de Santa Catarina - Centro de Ciências Agrárias - Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos - Curso de Pós-Graduação em Ciências de Alimentos. Florianópolis - SC.
- França, F.C.O.; Mendes, A.C.R.; Andrade, I.S.; Ribeiro, G.S.; Pinheiro, I.B. (2012) *Mudanças dos hábitos alimentares provocados pela industrialização e o impacto sobre a saúde do brasileiro*. I Seminário - Alimentação e Cultura na Bahia. Centro de Estudos do Recôncavo - UEFS.

- Havea, P. (2006) Protein interactions in milk protein concentrate powders. *International Dairy Journal*, **16**, 415-422.
- Hirata, T.A.M. (2011) *Estudo do processo de aglomeração de pectina em leite fluidizado = efeito sobre as propriedades físico-químicas*. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. Campinas – SP.
- Hogekamp, S.; Schubert, H. (2003) Rehydration of food powders. *Food Science and Technology International*, **9**, 223-235.
- Inácio, M.R.C. (2010) *Ferramentas quimiométricas aplicadas à classificação de amostras de leite em pó e quantificação de proteínas*. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Química - UFRN. Natal – RN.
- Ital. (2010) *Brasil Food Trends 2020*. São Paulo.
- Iveson, S. M. et al. (2001) Nucleation, growth and breakage phenomena in agitated wet granulation processes: a review. *Powder Technology*, **117**, 3-39.
- Ji, J.; Fitzpatrick, J. et al (2016) Rehydration behaviours of high protein dairy powders: The influence of agglomeration on wettability, dispersibility and solubility. *Food Hydrocolloids*, **58**, 194-203.
- Juliano, B. O. (1993) *Rice in human nutrition*. Rome: FAO.
- Knight, P. C. (2001) Structuring agglomerated products for improved performance. *Powder Technology*, **119**, 14-25.
- Lipps, D. M.; Sakr, A. M. (1994) *Characterization of wet granulation process parameters using response surface methodology*. *Journal of Pharmaceutical Sciences*, **83**, 937-948.
- Maurel, E. L. (1994) *Granulation: tout un savoir-faire. Process: Le Mensuel des Techniques Laitières et Alimentaires*. Rennes, 62-65.
- Murakami, T. et al (2001) Structures of Oleanane-Type Triterpene Oligoglycosides, Pisumsaponins I and II, and Kaurane-Type Diterpene Oligoglycosides, Pisumosides A and B, from Green Peas, the Immature Seeds of *Pisum sativum*L. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, **49**, p. 73-77.
- Nascimento, R.F. (2017) *Estudo Do Processo De Aglomeração De Proteína Isolada De Ervilha Em Leite Fluidizado Pulsado*. Campinas, SP.
- Pietrysiaka, E.; Smitha, D.M.; Smithb, B.M.; Ganjyal, G.M. (2018) Enhanced functionality of pea-rice protein isolate blends through direct steam injection processing. *Food Chemistry*. **243**, 338–344.
- Pont, V.; Saleh, K.; Steinmetz, D. (2001) Influence of the physicochemical properties on the growth of solid particles by granulation in fluidized bed. *Powder Technology*, **120**, 97-104.
- Silva, E.O. (2006) *Utilização de ingredientes vegetais em substituição da proteína animal, em rações para o camarão marinho *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931)*. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife – PE.
- Souza, D. (2016) *Obtenção e caracterização de concentrados e hidrolisados proteicos a partir do coproduto arroz quebrado: da extração alcalina aos processos de separação por membranas*. Porto Alegre.
- Trevisan, B. P. (2011) *Avaliação da tensão superficial, parâmetros reológicos e atenuação de suspensões de açaí*. Campinas, SP.
- Tonon et al. (2008) Influence of process conditions on the physicochemical properties of açaí (*Euterpe oleracea*Mart.) powder produced by spray drying. *Journal of Food Engineering*, **88**, 411-418.
- Triboli, E.P.D.R. (2014) *Estudo e otimização de processo de secagem de iogurte por atomização com secador em escala piloto*. São Paulo, SP.
- USP. (2006) USP29. Rockville: *United States Pharmacopeial Convention*. p.2639-2640, 3017-3020.

- Xu, B. J. et al (2007) Comparative Analyses of Phenolic Composition, Antioxidant Capacity, and Color of Cool Season Legumes and Other Selected Food Legumes. *Journal of Food Science*, **72**, 167-177.
- Yuyama, L. K. O.; Aguiar, J. P. L.; Filho, D. F. S.; Yuyama, K.; Varejão, M. D. J.; Fávaro, D. I. T.; Vasconcellos, M. B. A.; Pimentel, S. A.; Caruso, M. S. F. (2011) Caracterização físico-química do suco de açaí de *Euterpe precatoria* Mart. oriundo de diferentes ecossistemas amazônicos. *Acta Amazonica*, **41**, 545-552.