



CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES FUNCIONAIS DA ÁGUA DO COZIMENTO DE VARIEDADES BRASILEIRAS DE GRÃO DE BICO

Palavras-Chave: PULSES, AQUAFABA, *CICER ARIETINUM*

Resumo referente às atividades desenvolvidas no período de Agosto/2022 a Julho/2023 para Inscrição no XXXI Congresso IC Unicamp.

Júlia Stéfani Andreoti **Aluna, FEA - Unicamp**
Graziele Grossi Bovi Karatay **Coorientadora, FEA - Unicamp**
Profª. Drª. Miriam Dupas Hubinger **Orientadora, FEA - Unicamp**

OBJETIVOS

Do cozimento de leguminosas como o grão de bico (GB) se obtém a *aquafaba* (AQ), do latim água (*aqua*) e feijão (*faba*), um subproduto alimentício frequentemente descartado, que é rico em proteínas e carboidratos. De acordo com Reikos *et al.* (2020), 100g de *aquafaba* de grão de bico (AQGB) possuem 94,97% de umidade e apresentam 301 kcal de energia, 2,64g de carboidratos disponíveis, 1,27g de proteína, 0,69g de fibra dietética e menos de 0,1g de gordura. Estudos recentes vêm demonstrando as propriedades funcionais e tecnológicas e as potenciais áreas de aplicação da AQGB. Dentre eles destaca-se a capacidade do mesmo de formar emulsões e espuma, semelhantemente ao ovo (Dos Santos *et al.*, 2021; Shim *et al.*, 2018). A AQGB pode ser obtida de GB enlatados ou de embalagens cartonadas, sendo ela a água que embebe os grãos; do cozimento do GB feito em casa; e, possivelmente a nível industrial, pelas empresas que vendem GB congelado, uma vez que a AQGB não fica na embalagem.

De estudos passados cita-se a aplicação da AQ na confecção de produtos doces e salgados, como suspiros, merengues, mousses, maionese vegana, pão sem glúten, etc. Os produtos feitos com AQ ainda apresentam aceitação geral semelhante ou superior aos produtos convencionais por parte dos provadores, demonstrando o grande potencial de aplicação do mesmo (Dos Santos *et al.*, 2021). Nos Estados Unidos, produtos à base de AQ já atingiram escala industrial, indo de maioneses, molhos e manteiga até merengue em pó e AQ desidratada (Dos Santos *et al.*, 2021; Meurer *et al.*, 2019).

Caracterizar as propriedades funcionais da AQ de variedades de GB se faz importante para determinar aquelas que apresentam as características mais relevantes para cada formulação e objetivo a ser alcançado em cada produto. Nesse sentido, o presente projeto visa caracterizar e avaliar as propriedades funcionais (emulsificante e espumante) da AQGB líquida e após secagem por *spray drying* e liofilização (solubilidade, gelificação, emulsificante, espumante e capacidade de absorção de água e óleo) de variedades brasileiras de GB. O intuito de avaliar a AQGB em pó visa uma futura comercialização desse produto, uma vez que a remoção da água previne o crescimento de microrganismos e facilita a preservação, armazenamento e custos para transporte. A partir dos resultados desse estudo será possível fazer uma comparação das propriedades funcionais da AQGB líquida e da AQGB desidratada das variedades brasileiras BRS Aleppo e BRS Cícero.

DESCRIÇÃO

O presente projeto começou com a avaliação centesimal da farinha de grão de bico (GB) cru das variedades brasileiras BRS Aleppo e BRS Cícero, doados pela Embrapa Hortaliças (Brasília, DF, Brasil). Foram avaliados umidade (balança determinadora de umidade), cinzas (queima e incineração das amostras a 550°C), proteínas (método de Kjeldahl), lipídios (método de *Bligh-Dyer*) e carboidratos (por diferença).

A aquafaba de grão de bico (AQGB) líquida foi obtida a partir de 400g de grãos, que foram imersos em água destilada na proporção grão de bico:água de 1:3 (p/p) por 16 h à 4°C. Os grãos foram lavados e misturados com água destilada na proporção grão de bico:água de 1:2 e cozidos em panela de pressão (Instant Pot® 7 em 1 panela de pressão programável multiuso, IPDUO60 V2, 6 quartos/litros) a 115–118 °C por 30 min. Após o cozimento, o grão-de-bico cozido foi mantido na panela de cozimento por 3h e 6h a fim de se verificar se diferentes tempos resultam em diferença na composição centesimal e nas propriedades funcionais da AQGB. A AQGB foi então drenada usando uma peneira de inox e separada do GB cozido.

Com a AQGB líquida das duas variedades foram realizadas as mesmas análises de composição centesimal citadas anteriormente. Além disso, foram analisadas as características físico-químicas da AQGB, sendo elas teor de sólidos, pH, atividade de água (a_w), Brix, densidade e parâmetros de cor (L^* , a^* e b^*) que foram utilizados para calcular Hue e Chroma das amostras. A viscosidade aparente em diferentes taxas de deformação, tensão inicial, e varreduras de amplitude e frequência foram medidos para a AQGB líquida. Foram avaliados a capacidade de formação e estabilidade de espuma (*overrun*, capacidade de formação de espuma e a estabilidade após 60 e 90 minutos), capacidade emulsificante e estabilidade da emulsão (índice de atividade emulsificante, volume das emulsões após 1h, 3h e 24h).

A AQGB das duas variáveis e tempos de imersão foram então secas por *spray drying* (SD) e liofilização (L) para verificar capacidade de absorção de água e óleo, capacidade de formação e estabilidade de espuma (*overrun*, capacidade de formação de espuma e a estabilidade após 60 e 90 minutos), capacidade emulsificante e estabilidade da emulsão (índice de atividade emulsificante, volume das emulsões após 1h, 3h e 24h), solubilidade e concentração mínima de gelificação.

RESULTADOS

A composição centesimal das farinhas de grão de bico das variedades brasileiras encontradas, em base úmida, foi de 10,15% de umidade, 6,69% de lipídeos, 14,57% de proteínas, 2,36% de cinzas e 66,23% de carboidratos para a BRS Aleppo e de 9,53% de umidade, 6,80% de lipídeos, 16,02% de proteínas, 2,58% de cinzas e 65,02% de carboidratos para BRS Cícero.

Os resultados das análises físico-químicas da AQGB líquida, após 3 e 6h de imersão, se encontram na Tabela 1.

Tabela 1 - Propriedades físico-química da aquafaba líquida.

	Aleppo		Cícero	
	3h	6h	3h	6h
Sólidos (%)	4,56 ± 0,18 ^{a**}	5,03 ± 0,52 ^a	4,07 ± 0,53 ^b	5,01 ± 0,97 ^{ab}
pH	6,16 ± 0,01 ^a	6,28 ± 0,01 ^a	6,11 ± 0,18 ^a	6,13 ± 0,03 ^a
a_w	0,9962 ± 0,0015 ^{ab}	0,9934 ± 0,0019 ^a	0,9977 ± 0,0014 ^b	0,9966 ± 0,0018 ^b
Brix (°Bx)	5,71 ± 0,19 ^a	5,70 ± 0,11 ^a	5,03 ± 0,05 ^b	5,73 ± 0,33 ^a
Densidade (kg/m ³)	946,6 ± 10,8 ^a	957,3 ± 18,1 ^a	972,0 ± 15,7 ^a	975,7 ± 14,2 ^a
L^*	12,70 ± 1,08 ^a	12,82 ± 1,41 ^a	12,60 ± 2,71 ^a	12,98 ± 1,16 ^a
a^*	-0,11 ± 0,34 ^a	-0,18 ± 0,35 ^{ab}	-0,17 ± 0,13 ^a	-0,47 ± 0,25 ^b
b^*	3,27 ± 0,44 ^a	2,84 ± 0,35 ^{ab}	2,14 ± 0,69 ^c	2,54 ± 0,34 ^{bc}
Hue (Ø) ***	178,46	178,49	178,51	178,61

Chroma ****	3,27	2,85	2,15	2,58
η_5 (Pa.s ⁻¹)	0,265 ± 0,012 ^{a*}	0,386 ± 0,055 ^b	0,117 ± 0,007 ^c	0,335 ± 0,016 ^{ab}
η_{300} (Pa.s ⁻¹)	0,0277 ± 0,0009 ^a	0,0339 ± 0,0013 ^b	0,0105 ± 0,0002 ^c	0,0287 ± 0,0004 ^a
σ_0 (Pa)	1,0063 ± 0,0240 ^a	1,4527 ± 0,0503 ^b	0,4357 ± 0,0142 ^c	1,3173 ± 0,0803 ^d

** Letras iguais na mesma linha significam não haver diferença significativa entre os valores encontrados ($p > 0,05$).

*** Hue calculado a partir da equação $\theta = 180 + \arctan(\frac{b^*}{a^*})$. (McLellan *et al.*, 1995)

**** Chroma calculado a partir da equação $(a^2 + b^2)^{1/2}$. (McLellan *et al.*, 1995)

A partir das análises reológicas de tensão de cisalhamento por taxa de deformação e viscosidade aparente por taxa de deformação concluiu-se que o comportamento reológico apresentado foi de fluido pseudoplástico com tensão residual inicial, também chamado de fluido Herschel Bulkley (HB), que necessita de uma tensão inicial para começar a escoar, que para as amostras de AQGB variou entre 0,4357 e 1,4527 Pa. Além disso, para fluidos HB, a viscosidade aparente diminui com o aumento da taxa de deformação: enquanto que na taxa de deformação de 5 s⁻¹ a viscosidade da amostra Aleppo 6h era de 0,386 Pa.s, a 300 s⁻¹ a viscosidade era de 0,0339 Pa.s, cerca de 11 vezes menor. O mesmo comportamento foi observado para as demais amostras.

As espumas formadas pela AQGB líquida tiveram capacidade de formação de espuma superior a 200% e estabilidade superior a 90% após 60 minutos, e superior a 85% após 90 minutos. As emulsões feitas a partir de 25g óleo de canola e 25g de AQGB tiveram índice de atividade emulsificante de 100% nas primeiras 3h, e superior a 100% após 24h devido ao aumento do volume, provavelmente ocasionado por fermentação nas emulsões.

Para a capacidade de absorção de água (CAA) e óleo (CAO) as amostras secas por liofilização de ambos os tempos de imersão e ambas as variedades, tiveram valores superiores, entre 86 e 89% de CAA e 80 e 86% de CAO; enquanto as amostras secas por SD (spray dryer) tiveram CAA de 77 a 80% e CAO de 71 a 78%.

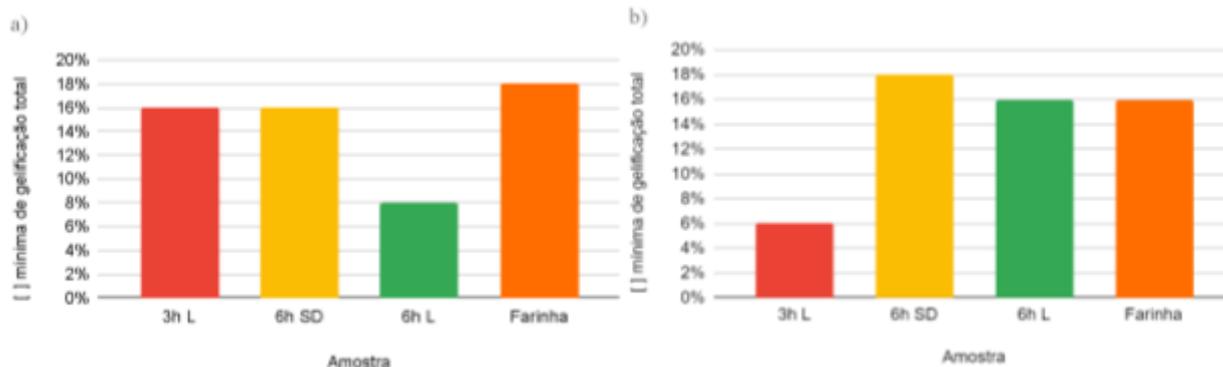
As amostras secas por SD apresentaram capacidade de formação de espuma superior (253 a 274%) do que as L (231 a 255%), porém com estabilidade inferior nos tempos de 60 e 90 minutos. O *overrun* das amostras SD, por outro lado, foi inferior ao das amostras L, sendo respectivamente 36 a 40% e 40 a 46%.

As emulsões foram preparadas a partir de 25g óleo de canola e 25g AQGB reconstituída (reidratada com água destilada a 5% de concentração). Assim como as emulsões feitas com AQGB líquida, as emulsões de AGB reconstituídas também apresentaram aumento de volume devido à formação de bolhas durante o tempo analisado (1h, 3h e 24h), levando a um aumento no volume da emulsão, provavelmente devido à fermentação. Além disso, diferentemente da AQGB líquida fresca, as emulsões feitas a partir da AQGB reconstituída apresentaram desestabilização, com formação de fase líquida.

Entre os métodos de secagem, as amostras L eram significativamente menos solúveis ($p < 0,05$) do que aquelas secas por SD, amostras L tiveram solubilidade de 67 a 75% e amostras SD de 75 a 83%. A variedade Cícero obteve os maiores valores de solubilidade (67 a 83%) em comparação às amostras Aleppo (70 a 79%). Os tempos de imersão não apresentaram diferença significativa (dentro do mesmo método de secagem) de solubilidade.

Com as amostras em pó da AQGB e a farinha de GB seco foram feitas soluções concentradas a 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 e 20%. A porcentagem em que cada amostra gelificou totalmente se encontra na Figura 1.

Figura 1 - Concentração mínima de gelificação das variedades Aleppo e Cícero.



a) Concentração mínima de gelificação da variedade Aleppo. b) Concentração mínima de gelificação da variedade Cícero.

Para ambas as variedades de GB, as amostras de 3h de imersão secas por *spray drying* não gelificaram em nenhuma das concentrações testadas.

CONCLUSÃO

Esse estudo permite concluir que há diferença entre a composição e as características físico-químicas da AQGB das duas variedades, BRS Aleppo e BRS Cícero, e dos diferentes tempos de imersão, 3 e 6h.

Para o desenvolvimento de produtos, as propriedades específicas da AQGB devem ser aquelas que cumprem as necessidades de cada tipo de formulação. Por exemplo, para produtos emulsificados, como a maionese, qualquer uma das amostras de AQGB líquida seria adequada, já para as amostras secas, após serem reidratadas, as amostras liofilizadas seriam mais adequadas. Bolos e merengues que usam a ação espumante das claras de ovos podem usar as amostras de AQGB líquidas de 6h de imersão, que apresentaram alta estabilidade nas espumas formadas em até 90 minutos. Formulações em pó que posteriormente seriam solubilizadas ou misturadas com água, como pós para preparo de bolo, podem utilizar a amostra de AQGB seca por *spray drying* da variedade Cícero. Produtos que necessitam da ação de gelificantes, como ketchup e molhos, podem se beneficiar também do uso da AQGB em pó, no entanto, são necessários mais testes para verificar a melhor variedade, tempo de imersão e tipo de secagem, dado que as amostras apresentaram resultados muito variados.

Com isso, verifica-se a grande diversidade de aplicações que a AQGB possui e sua grande funcionalidade devido às suas características (formação de espuma, emulsificação, solubilidade, gelificação), que devem, futuramente, ser estudadas diretamente em formulações de alimentos a fim de determinar qual variedade, tempo de imersão e tipo de secagem se adequa melhor em cada uma.

BIBLIOGRAFIA

- DOS SANTOS, C. A. C. et al. Água de cozimento do grão-de-bico e as suas propriedades tecnológicas: uma revisão. **Avanços em Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 3, p. 318-341, 2021.
- MCLELLAN, M. R.; LIND, L. R.; KIME, R. W. Hue angle determinations and statistical analysis for multi-quadrant Hunter L, a, b data. **Journal of Food Quality**, v. 18, n. 3, p. 235-240, 1995.
- MEURER, M. C.; DE SOUZA, D.; MARCZAK, L. D. F.. Effects of ultrasound on technological properties of chickpea cooking water (aquafaba). **Journal of Food Engineering**, v. 265, p. 109688, 2020.
- RAIKOS, V.; HAYES, H.; NI, H. Aquafaba from commercially canned chickpeas as potential egg replacer for the development of vegan mayonnaise: Recipe optimisation and storage stability. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 55, n. 5, p. 1935-1942, 2020.
- SHIM, Y. Y. et al. Composition and properties of aquafaba: Water recovered from commercially canned chickpeas. **JoVE (Journal of Visualized Experiments)**, n. 132, p. e56305, 2018.
- SHIM, Y. Y. et al. Aquafaba from Korean soybean I: A functional vegan food additive. **Foods**, v. 10, n. 10, p. 2433, 2021.