



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
ESCOLA DE NUTRIÇÃO
DEPARTAMENTO DE ALIMENTOS**



**JOÃO DOMINGOS GONÇALVES NETO
IASMIN STEFANI SILVA RAMOS**

**AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS E FUNCIONAIS DA
AQUAFABA DE GRÃO-DE-BICO**

Ouro Preto - MG

2023

JOÃO DOMINGOS GONÇALVES NETO
IASMIN STEFANI SILVA RAMOS

**AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS E FUNCIONAIS DA
AQUAFABA DE GRÃO-DE-BICO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Colegiado do Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Escola de Nutrição da Universidade Federal de Ouro Preto, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Profa. Dra. Priscila Cardoso Fidelis – Departamento de Alimentos.

Ouro Preto - MG

2023

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

N469a Neto, Joao Domingos Goncalves.

Avaliação das propriedades físico-químicas e funcionais da aquafaba de grão-de-bico. [manuscrito] / Joao Domingos Goncalves Neto. Iasmin Stefani Silva Ramos. - 2023.

33 f.: il.: color., gráf., tab..

Orientadora: Profa. Dra. Priscila Cardoso Fidelis.

Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Nutrição. Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos .

1. Alimentos. 2. Grão-de-bico. 3. Proteína vegetal. I. Ramos, Iasmin Stefani Silva. II. Fidelis, Priscila Cardoso. III. Universidade Federal de Ouro Preto. IV. Título.

CDU 664

Bibliotecário(a) Responsável: Sônia Marcelino - CRB6/2247



FOLHA DE APROVAÇÃO

Iasmin Stefani Silva Ramos
João Domingos Gonçalves Neto

Avaliação das propriedades físico-químicas e funcionais da aquafaba de grão-de-bico

Monografia apresentada ao Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciência e Tecnologia de Alimentos

Aprovada em 29 de Março de 2023

Membros da banca

Doutora Priscila Cardoso Fidelis - Orientadora (Universidade Federal de Ouro Preto)
Mestre Bruno Elias Pereira Nogueira da Gama - (Universidade Federal de Ouro Preto)
Doutora Maria Helena Nasser Brumano - (Universidade Federal de Ouro Preto)

Priscila Cardoso Fidelis, orientadora do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 04/04/2023



Documento assinado eletronicamente por **Priscila Cardoso Fidelis, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 04/04/2023, às 21:21, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0500824** e o código CRC **629A67E3**.

AGRADECIMENTOS

Quero começar agradecendo a Deus e aos meus familiares que sempre me apoiaram durante toda a graduação, em especial ao meu pai César por ser meu exemplo de garra e perseverança, minha mãe Luciene por todos os ensinamentos e empenho com minha família, além das minhas irmãs Lidiane e Amanda por toda ajuda e compreensão durante toda essa jornada.

Antes mesmo da graduação, quero agradecer aos meus amigos de Conselheiro Lafaiete, aos professores do Ensino Médio na Escola Municipal Napoleão Reis que me motivaram e encorajaram a buscar um ensino de qualidade em uma Universidade Pública.

No início desse caminho lá em 2017, contei com o apoio de várias pessoas que fizeram parte da minha rotina saindo de Conselheiro Lafaiete e indo até Ouro Preto todos os dias, a van do Pablo e todos alunos que ali eram transportados até o campus da UFOP fizeram grande diferença em meu crescimento, obrigado!

Quero agradecer a minha segunda casa, República Lunáticos, a todos os ex alunos e moradores, em especial aos que pude conviver, dividir minhas experiências, chamar de família e crescer todos os dias.

Durante toda a graduação tive vários amigos que estiveram ao meu lado, nas confraternizações em Ouro Preto, nos corredores da Escola de Nutrição e em todos os desafios da graduação, a vocês, em especial: Andreza, Iasmin, Artur, Harlem, Caroline, Bruna, Lísia, Danielle, Alice, Paulo Vitor, Cristyane, Paula, Larissa, Aline, Bruno e Paulo Tarso, o meu muito obrigado!

A UFOP que me proporcionou toda estrutura, os(as) professores(as), em especial: Patrícia, Eleonice, Maria Helena, Erick, Aureliano e Érica por todo apoio durante a graduação e todas as conversas.

Quero fazer um agradecimento especial à minha orientadora Priscila por toda paciência, pela oportunidade e todo apoio ao longo do curso.

Muito obrigado também a todos os técnicos da Escola de Nutrição que me auxiliaram de alguma forma durante essa jornada, vocês foram essenciais.

João Domingos

AGRADECIMENTOS

Todo êxito conquistado é resultado de parcerias e companheirismo. Sou imensamente grata à minha mãe Eliana e aos meus irmãos Ian e Ícaro por serem o meu esteio, minha força, por caminhar comigo e me apoiar na busca dos meus ideais. A minha tia Stela e prima Telma por todas as orações, empatia e elogios a mim direcionados.

As minhas amigas Ana e Tainara que estavam comigo antes mesmo da graduação, o meu muito obrigada por todo apoio e acolhimento.

Ao meu namorado Alexandre, por todo carinho, companheirismo e paciência.

Gostaria de agradecer aos amigos que fiz ao longo do curso, Andreza, Ariel, João Domingos, Ana Carolina, Thaís, Natália, Paulo Tarso, Vânia, Jéssica, vocês tornaram essa jornada mais leve.

A toda equipe da PRECAM, pela compreensão pelos momentos que tive que me ausentar para me dedicar mais a graduação e por todo conhecimento adquirido.

Ao longo desses anos foram construídos conhecimentos imensuráveis que levarei para toda vida, meus sinceros agradecimentos a Universidade Federal de Ouro Preto, a Escola de Nutrição e ao Departamento de Alimentos aos técnicos de laboratório que foram essenciais para que esse trabalho acontecesse.

Em especial gostaria de agradecer à minha Orientadora Priscila, por toda instrução e apoio e serenidade com que conduziu esse trabalho.

lasmin Ramos

RESUMO

O consumo de vegetais e produtos de origem vegetal no Brasil, está cada vez maior e com essa crescente a indústria de alimentos vê a necessidade de explorar outras fontes de proteínas. Ao desenvolver produtos com proteínas oriundas de leguminosas como o grão-de-bico é esperado que algumas propriedades da proteína confira as mesmas funções das proteínas mais usuais como as de origem animal, apresentando características de emulsão, estabilidade, além do ponto de vista nutricional também ser viável. Atualmente, a busca por proteínas de origem vegetal tem aumentado a fabricação de produtos proteicos por parte das indústrias de alimentos. Diante disso, os principais objetivos deste estudo foram analisar a influência do processo de obtenção da aquafaba que consiste na água obtida após o cozimento de leguminosas que neste trabalho foi o grão-de-bico, observar diferentes condições de extração para obter as amostras a serem estudadas, caracterizar quimicamente os isolados obtidos quanto aos teores de sólidos totais, compostos fenólicos e a disponibilidade de proteínas presentes e avaliar as propriedades funcionais de estabilidade e capacidade de formação de espuma, para isso os grãos foram submetidos ao cozimento sem e com remolho prévio, além de serem cozidos com água destilada em diferentes pHs e proporções. As amostras foram obtidas após cozimento, resfriadas e analisadas posteriormente em temperatura ambiente com auxílio dos equipamentos presentes nos laboratórios de aulas práticas da Escola de Nutrição, campus Morro do Cruzeiro, UFOP. Dessa forma, foi possível observar características positivas dessas proteínas que podem ser utilizadas como substitutas perante as de origem animal em produtos de confeitaria.

Palavras-chave: Grão-de-bico, indústria de alimentos, aquafaba, proteína vegetal, leguminosas.

ABSTRACT

The consumption of vegetables and products of vegetable origin in Brazil is increasing and with this growth the food industry sees the need to explore other sources of protein. When developing products with proteins from legumes such as chickpeas, it is expected that some properties of the protein provide the same functions as the more usual proteins of animal origin, presenting characteristics of emulsion, stability, besides the nutritional point of view also being viable. Currently, the search for proteins of vegetable origin has increased the manufacture of protein products by food industries. In view of this, the main objectives of this study were to analyze the influence of the process of obtaining aquafaba, which consists of water obtained after cooking legumes that in this work was the chickpea, to observe different conditions of extraction to obtain the samples to be studied, To chemically characterize the isolates obtained as to the contents of total solids, phenolic compounds and the availability of proteins present and to evaluate the functional properties of stability and foaming capacity, for this the grains were submitted to cooking without and with prior soaking, in addition to being cooked with distilled water at different pHs and proportions. The samples were obtained after cooking, cooled, and later analyzed at room temperature with the help of the equipment present in the practical classes laboratories of the Nutrition School, Morro do Cruzeiro campus, UFOP. Thus, it was possible to observe positive characteristics of these proteins that can be used as substitutes for those of animal origin in confectionery products.

Keywords: Chickpeas, food industry, aquafaba, vegetable protein, legumes.

Sumário

1 INTRODUÇÃO	08
2 MATERIAIS E MÉTODOS	09
2.1 Materiais	09
2.2 Métodos	09
2.2.1 Extração da aquafaba em diferentes condições	09
2.2.2 Avaliação das propriedades físico-químicas da aquafaba	11
2.2.3 Leitura da coloração da aquafaba em espectrofotômetro a 420 nm e colorímetro	12
2.2.4 Avaliação de estabilidade de espuma	12
2.2.5 Avaliação da capacidade emulsionante da aquafaba	13
2.2.6 Compostos fenólicos totais	13
2.2.7 Determinação de proteínas totais	14
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
3.1 Extração da aquafaba em diferentes condições	15
3.2 Medidas de pH e valores de sólidos totais e sólidos solúveis	17
3.3 Resultados de coloração a 420 nm e espaço de cor L*a*b*	19
3.4 Experimento da capacidade espumante da aquafaba	22
3.5 Avaliação da capacidade emulsionante	24
3.6 Análise de fenólicos totais	26
3.7 Concentração de proteínas totais	29
4 CONCLUSÃO	30
5 REFERÊNCIAS	32

1 Introdução

A água do cozimento do grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.), denominada aquafaba, contém propriedades proteicas que podem substituir ingredientes de origem animal na fabricação de produtos para a população vegetariana e vegana. De acordo com a pesquisa encomendada pela Sociedade Vegetariana Brasileira (SVB) ao Ibope, em 2018, 14% dos brasileiros se consideram vegetarianos e estavam dispostos a escolher mais produtos veganos também (JADE, 2021).

Os produtos destinados aos públicos vegetarianos e veganos ainda não constituem uma grande parcela do mercado, mas está em constante crescimento e cada vez mais, “as pessoas estão se informando sobre a relação entre a produção de alimentos, práticas éticas para o tratamento animal e preservação do meio ambiente” (FRANÇA, 2017), o que leva a indústria de alimentos a se reinventar na elaboração de novos produtos em substituição de outros ingredientes como, por exemplo, leite e ovo, muito utilizados em confeitarias.

As proteínas são capazes de formar espuma, umas com mais eficiência que outras, assim tem-se que a formação de uma espuma estável depende da superfície da interface onde estarão dispersos os gases em uma fase líquida ou sólida, devido a produção de bolhas de ar. Diferenças de pressão ou evaporação, difusão do gás das bolhas grandes para as pequenas e ruptura da fração líquida que separa a fração gasosa, podem provocar a desestabilização das proteínas com consequente perda da estabilidade da espuma (FILHO; VASCONCELOS, 2011).

A aquafaba consegue formar espuma quando submetida a agitação e se mantém estável por algumas horas, com reduções de volume da espuma satisfatórias. A propriedade emulsionante das proteínas presentes pode ser explorada para utilização em formulações de molhos e cremes culinários. As emulsões são estabilizadas pela adição de agentes tensoativos que têm por função reduzir a tensão interfacial do sistema, decorrida da diferença de polaridade das fases interna e externa da preparação. De acordo com a hidrofília ou lipofília da fase dispersante, ou seja, a fase externa, esses sistemas podem ser classificados em emulsão água em óleo (A/O) ou óleo em água (O/A) (FRANZOL; REZENDE, 2015).

Considerando a busca por alternativas da indústria de alimentos para introduzir a proteína vegetal como insumo para preparos culinários, o presente trabalho teve como objetivo analisar as características físico-químicas das amostras de aquafaba obtidas em diferentes condições de preparo, além disso, caracterizar os isolados obtidos avaliando suas propriedades funcionais, capacidade emulsificante e de formação de espuma e teor de fenólicos totais.

2 Materiais e Métodos

2.1 Materiais

Esse trabalho foi realizado na Planta Piloto de Produtos Amiláceos, Planta Piloto de Produtos Vegetais e Bebidas e no Laboratório Multiusuário de Pesquisa em Análise de Alimentos da Escola de Nutrição da Universidade Federal de Ouro Preto - MG.

Para o experimento foi utilizado grão-de-bico adquirido no comércio, de mesmo lote, sendo os pacotes homogeneizados antes do uso e armazenados em local seco e arejado. As análises foram efetuadas em triplicatas a fim de garantir a confiabilidade dos resultados. Os reagentes utilizados nas análises foram de grau analítico e água destilada a menos que informada o contrário.

2.2 Métodos

2.2.1 Extração da aquafaba em diferentes condições

Para a obtenção da aquafaba, foram avaliadas diferentes condições de obtenção: pH da água de cozimento, tempo de remolho e proporção da água de cozimento, de acordo com o descrito na tabela 1.

Foram utilizados grão-de-bico do mesmo lote para todos os tratamentos nesse experimento. Antes do cozimento, os grãos foram colocados em remolho com água destilada durante 6 ou 12 h, e a água descartada. Utilizando uma panela de pressão esses grãos foram cozidos em quinze condições diferentes por aproximadamente 30 min após início da pressão, empregando diferentes

proporções de grão e água destilada, esta última ajustada com diferentes valores de pH, como mostra a tabela 1.

Tabela 1 Condições de extração da aquafaba

TRATAMENTOS	pH	Remolho(horas)	Proporção
1	3	0	1:6
2	3	12	1:6
3	6	0	1:6
4	6	12	1:6
5	4,75	0	1:3
6	4,75	0	1:9
7	4,75	12	1:3
8	4,75	12	1:9
9	3	6	1:3
10	6	6	1:3
11	3	6	1:9
12	6	6	1:9
13	4,75	6	1:6
14	4,75	6	1:6
15	4,75	6	1:6

Proporção: A partir de 200g de grão-de-bico com diferentes proporções de água (1:3 - 600 mL; 1:6 - 1200 mL; 1:9 - 1800 mL), tempo de remolho e pH. Fonte: Os autores.

Para a realização dos diferentes tratamentos de aquafaba, antes do cozimento a água destilada foi ajustada com HCl 0,1 mol/L para pH 3, pH 4,75 e pH 6, os grãos que ficaram de remolho foram colocados submersos em água

filtrada dentro de vasilhas por 6 e 12 horas, à temperatura ambiente e apenas os grãos foram cozidos com a água de pH ajustado, houve o descarte da água de remolho. O remolho é uma técnica que antecede o cozimento das leguminosas onde os grãos ficam submersos em água. O cozimento dos grãos foi feito em panela de pressão em fogo médio nas proporções 1:3 (200 g de grão-de-bico + 600 mL água destilada); 1:6 (200 g de grão-de-bico + 1200 mL água destilada) e 1:9 (200 g de grão-de-bico + 1800 mL água destilada).

Ao final, o líquido foi separado dos grãos por meio de uma peneira e o volume final de aquafaba (mL) e a massa de grão-de-bico (g) foram registradas, sendo a primeira armazenada sob refrigeração para as análises posteriores.

O rendimento (R) do processo de cozimento foi calculado pela razão entre as massas final (m_f) e inicial (m_i) do grão-de-bico (Eq. 1):

$$R = \frac{m_f}{m_i} \quad \text{Eq. 1}$$

Após o resfriamento as amostras foram acondicionadas em potes plásticos de 100 mL e tubos falcon e levados ao freezer -5 °C para armazenamento até o início das análises.

2.2.2 Avaliação das propriedades físico-químicas da aquafaba

Foram avaliados o pH e teor de sólidos solúveis em triplicata e totais em duplicata das amostras, este último em duplicata devido ao volume disponível de aquafaba.

A determinação do pH foi realizada com o auxílio de um pHmetro da marca Digimed, modelo DM20, devidamente calibrado com solução tampão 4,0 e 7,0 em temperatura ambiente (AOAC, 2000).

Os teores de sólidos solúveis foram determinados segundo o método da AOAC (2008), com auxílio de um refratômetro digital marca Instrutherm e modelo RTDS-28, expressos por meio do °brix.

O teor de sólidos totais dos diferentes tratamentos de aquafaba foram avaliados por meio da pesagem de alíquotas de 5 g colocadas em pesa filtros enumerados e colocadas em estufa para secagem por pelo menos 8 h e até peso constante a uma temperatura de 105 °C. Após resfriamento dos tratamentos no

dessecador, foram pesados novamente os pesa filtros, o que possibilitou calcular a porcentagem de sólidos presentes nas alíquotas estudadas, conforme adaptado da determinação de umidade descrito pelas normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008).

2.2.3 Leitura da coloração da aquafaba em espectrofotômetro a 420 nm e colorímetro

A intensidade e cor das amostras pode estar relacionada a uma maior taxa de extração da aquafaba e a alterações durante o aquecimento. A coloração total foi determinada espectrofotometricamente de acordo com Obanda et al. (2004), por meio da diluição das amostras (1:10) em água destilada e leitura da absorvância a 420 nm.

Realizou-se as leituras com auxílio de um colorímetro do espaço de cor $L^*a^*b^*$, como as amostras eram líquidas, o leitor foi colocado sobre a bancada virado para cima e as amostras foram colocadas dentro de um béquer, com volume constante, medindo luminosidade e suas coordenadas cromáticas em cinco diferentes pontos do béquer.

2.2.4 Avaliação de estabilidade de espuma

Para a realização do experimento utilizamos duas seringas plásticas, acopladas com uma pequena mangueira que ligava as duas seringas, conforme Neves et al., (2018). Três mL de aquafaba foram colocados em uma das seringas, a temperatura ambiente, em um movimento pressionando e liberando o êmbolo de ambas para um lado e para o outro, com 50 vezes em cada tratamento e colocamos a espuma formada em tubos falcon. Foram feitas as medições de volume e altura inicial. Os tubos foram acondicionados em temperatura ambiente e após 12 h repetiu-se as medições.

Esse procedimento foi realizado em duplicata utilizando as mesmas seringas, volume de aquafaba em temperatura ambiente e número de repetições, leitura no tempo 0 e após 12 h de descanso.

2.2.5 Avaliação da capacidade emulsionante da aquafaba

Para esse procedimento, foram pesados 6 g de aquafaba, 9 g de óleo de girassol e colocou-se em um béquer de 50 mL para agitar até formar a emulsão do tipo água e óleo.

Utilizando um agitador Ultra Turrax (modelo T10 Basic - IKA) com elemento de dispersão S10N-10 G na velocidade de 8000 rpm as amostras foram submetidas a agitação por 2 min, em seguida transferidas para tubos falcon que ficaram armazenados em temperatura ambiente por 12 h. No intervalo entre uma agitação e outra, foram feitas as lavagens do agitador com 25 mL de água destilada por 1 minuto.

Após as 12 h foram efetuadas medidas do volume da camada emulsificada (V_o) e do volume total (V_t) dos líquidos do tubo. O índice de cremeação (IC) foi obtido por meio da equação 2, conforme adaptado de experimento descrito por Cooper e Goldenberg (1987) (COOPER, D. G.; GOLDENBERG, B. G., 1987 apud BARROS; QUADROS; PASTORE, 2008).

$$IC(\%) = \frac{V_t - V_o}{V_t} \times 100 \quad \text{Eq. 2}$$

2.2.6 Determinação de Compostos Fenólicos Totais

A quantificação de fenólicos foi realizada com utilização do reagente Folin-Ciocalteu (SINGLETON; ROSSI, 1965), com alterações. Este método é baseado na oxidação de polifenóis com a redução do reagente F-C, resultando na formação de um complexo de cor azul que é proporcional à concentração de polifenóis.

Uma alíquota de 1 mL da amostra foi diluída em um balão volumétrico de 10 mL com água destilada; 250 μ L da amostra diluída foram transferidos para o tubo de ensaio, sendo adicionados 1,25 mL do reagente Folin-Ciocalteu (2% v.v⁻¹). Após serem agitados em agitador vórtex e ficarem 3 min de repouso ao abrigo da luz, foram adicionados 1,0 mL de solução de carbonato de sódio 10% m/v(Na₂CO₃). A absorbância foi determinada no comprimento de onda de 760 nm em espectrofotômetro após 1 h de repouso ao abrigo da luz.

1. O branco para leitura no espectrofotômetro foi preparado com 250 µL de água, 1,25 mL Folin-Ciocalteu e 1 mL de carbonato de sódio Na₂CO₃, ou seja, tudo menos a amostra de aquafaba. A partir dos valores de concentração e absorbância das soluções padrão de ácido gálico, uma curva padrão foi construída, nas concentrações 5, 10, 15, 25, 50, 55 e 62,5 mg/L e os resultados expressos em mg de ácido gálico (AGE)/100 mL de aquafaba, conforme descrito pelo método Folin-Ciocalteu.

2.2.7 Determinação de Proteínas Totais

Para a determinação das proteínas pelo método de Bradford foi utilizado o reagente de Bradford, baseado na reação do corante azul de Coomassie Brilliant Blue G-250, etanol 95%, ácido fosfórico 85% e água destilada. A solução de Bradford foi preparada inicialmente pesando 0,025 g do corante azul de Coomassie Brilliant Blue G-250, que posteriormente foi dissolvido em 12,5 mL de etanol 95%, sob constante agitação até a dissolução, em seguida foi adicionado 25 mL de ácido fosfórico 85%, e o volume foi completado com 500 mL de água destilada, a solução foi filtrada duas vezes em filtro papel (BRADFORD, 1976)

As amostras foram preparadas em diferentes diluições durante o cozimento, com isso, para a determinação pelo método de Bradford, as amostras foram diluídas em um balão volumétrico de 10 mL, de acordo com a proporção de cozimento, portanto, as amostras que foram cozidas na proporção 1:9 foram utilizados uma diluição 3:10 (3 mL de aquafaba + 7 mL de água destilada) e as demais nas proporções de cozimento 1:6 e 1:3, foram utilizada a diluição 1:10. Após a diluição respectiva de cada amostra, uma alíquota de 100 µL foi adicionada aos tubos de ensaio ao abrigo da luz e em seguida 2,5 mL do reagente de Bradford, após serem agitados em agitador Vortex ficaram em repouso por 10 min. A absorbância foi determinada no comprimento de onda de 595 nm no espectrofotômetro, a calibração do equipamento foi feita com água destilada para o valor de absorbância zero. Os ensaios foram realizados em triplicata.

2. A partir dos valores de concentração e absorvância das soluções padrão, foi construída a curva de calibração, utilizando a albumina de soro bovino (BSA) como padrão proteico.

Este método é baseado na interação entre o corante BG-250 e macromoléculas de proteínas que contêm aminoácidos de cadeias laterais básicas ou aromáticas. No pH de reação, a interação entre a proteína de alto peso molecular e o corante BG250 provoca o deslocamento do equilíbrio do corante para a forma aniônica, que absorve fortemente em 595 nm (ZAIA, 1998). Este corante altera a absorvância de 465 nm para 595 nm, causando uma mudança de coloração, de castanho para tons de azul que se altera conforme a quantidade de proteína que a amostra possui.

3 Resultados e Discussão

3.1 Extração da aquafaba em diferentes condições

Na tabela 2 estão mostrados os resultados do volume e rendimento das diferentes amostras de aquafaba, além do volume de água absorvido pelo grão-de-bico, expresso pela massa final do grão-de-bico após o processo de cozimento.

Tabela 2 Valores do volume de aquafaba, rendimento e massa final do grão-de-bico obtidos a partir da extração da aquafaba em diferentes condições.

Tratamentos	pH da Água	Remolho (horas)	Proporção	Volume Aquafaba (mL)	Rendimento	Massa final do grão-de-bico (g)
1	3	0	1:6	580	1,96	391
2	3	12	1:6	700	2,58	515
3	6	0	1:6	540	1,97	394
4	6	12	1:6	670	2,58	516
5	4,75	0	1:3	170	1,82	364
6	4,75	0	1:9	780	1,84	367
7	4,75	12	1:3	230	2,49	498
8	4,75	12	1:9	1200	2,16	432
9	3	6	1:3	120	2,40	480
10	6	6	1:3	180	2,44	488
11	3	6	1:9	1045	2,54	508
12	6	6	1:9	1088	2,56	512
13	4,75	6	1:6	650	2,56	512
14	4,75	6	1:6	610	2,24	447
15	4,75	6	1:6	660	2,54	508

Valores encontrados para o volume e rendimento da aquafaba e a absorção final pelo grão (g) após cozimento, a partir de 200 g de grão-de-bico. Fonte: Os autores.

Observando os resultados da Tabela 2, o remolho teve papel significativo nos volumes de aquafaba e observou-se aumento no rendimento final nos tratamentos que passaram por 12 h de remolho, seguido pelos que ficaram 6 h quando comparados com tratamentos que foram cozidos com a mesma proporção, contudo a proporção de cozimento foi determinante para o volume final.

O rendimento foi encontrado a partir dos cálculos da massa inicial e final do grão-de-bico conforme a Equação 1, observou-se que os tratamentos que foram

cozidos na proporção 1:3, tiveram maior rendimento quando passaram por remolho de 12 h e 6 h proporcionalmente e menor rendimento sem remolho, os que foram cozidos na proporção 1:6 também seguiram essa tendência, em contrapartida observamos uma exceção no tratamento 8 que passou por remolho de 12 h e quando comparado aos outros 1:9 resultou em maior volume, porém rendimento menor que os que passaram por 6 h.

3.2 Medidas de pH e Valores de Sólidos Totais e Sólidos Solúveis

Na Tabela 3 observa-se os valores de sólidos solúveis e sólidos totais, além do pH dos diferentes tratamentos de aquafaba.

Tabela 3 Valores de pH e sólidos solúveis e sólidos totais das diferentes amostras de aquafaba obtidas em diferentes condições de pH, tempo de remolho e proporção aquafaba:água

Trat.	pH da água	Remolho (h)	Prop.	pH	Sólidos solúveis		Sólidos totais	
					(brix)	(g)	(%)	(g)
1	3	0	1:6	5,53±0,04	3,47±0,05	20,1	2,43 ± 0,00	14,1
2	3	12	1:6	5,76±0,02	1,97±0,05	13,8	2,27 ± 0,00	15,9
3	6	0	1:6	5,57±0,01	3,10±0,000	16,7	2,10 ± 0,00	11,3
4	6	12	1:6	5,81±0,04	2,03±0,05	13,6	2,37 ± 0,00	15,9
5	4,75	0	1:3	5,59±0,01	5,57±0,05	9,5	6,85 ± 0,03	11,6
6	4,75	0	1:9	5,69±0,02	2,13±0,05	16,6	1,27 ± 0,00	9,9
7	4,75	12	1:3	5,65±0,00	5,03±0,05	11,6	5,21 ± 0,00	12
8	4,75	12	1:9	5,90±0,02	2,07±0,05	24,8	1,13 ± 0,00	13,5
9	3	6	1:3	5,73±0,01	5,30±0,10	6,4	6,26 ± 0,02	7,5
10	6	6	1:3	5,76±0,02	4,73±0,05	8,5	5,46 ± 0,00	9,8
11	3	6	1:9	5,60±0,03	2,63±0,05	27,5	3,25 ± 0,00	33,9
12	6	6	1:9	5,80±0,04	1,67±0,15	18,1	1,97 ± 0,00	21,4
13	4,75	6	1:6	5,73±0,05	2,20±0,00	14,3	2,37 ± 0,00	15,4
14	4,75	6	1:6	5,86±0,00	2,07±0,05	12,6	2,19 ± 0,00	13,4
15	4,75	6	1:6	5,63±0,02	3,20±0,00	21,1	2,47 ± 0,00	16,3

Médias do pH dos diferentes tratamentos de aquafaba ± desvio padrão e médias da quantidade de sólidos solúveis e sólidos totais. Fonte: Os autores.

Os diferentes tratamentos de aquafaba obtiveram resultados bem parecidos para os valores de pH medidos (Tabela 3), todas as amostras foram retiradas do freezer para realizar a leitura em temperatura ambiente, e os resultados médios de pH foram próximos à neutralidade, pois houve um equilíbrio com o sistema pois não adicionamos uma solução tampão. Observou-se que após o cozimento mesmo que

com a água em diferentes valores de pH as amostras apresentaram valores bem próximos. Estudos sobre a caracterização da globulina principal do grão-de-bico (NEVES; SILVA; LOURENÇO, 2004) apresentaram maior solubilidade em pH próximo a 3.

Os tratamentos que tiveram o cozimento na proporção 1:3 (200 g de grão-de-bico + 600 mL de água destilada) apresentaram resultados maiores quanto aos valores de Brix, pois são tratamentos com menor diluição da massa de grão-de-bico. Porém, ao relacionar os resultados com a diluição utilizada no cozimento e o volume final de aquafaba obtido, é possível calcular a massa de sólidos solúveis presentes, já que o grau Brix é uma concentração de g/100mL. Observou-se com a massa dos sólidos solúveis que os tratamentos na proporção 1:3 tiveram os menores valores de sólidos solúveis.

Os maiores teores de sólidos totais (6% em média) foram encontrados nos quatro tratamentos com proporções mais concentradas (1:3), onde foi utilizado 200 g de grão-de-bico e 600 mL de água para o cozimento.

Observou-se que os percentuais de sólidos totais apresentados na Tabela 3 e os resultados obtidos nos tratamentos com cozimento em proporção 1:9 apresentaram baixas porcentagens de sólidos, já esperado valores 3 vezes menores comparados aos tratamentos mais concentrados (1:3), porém só 6, 8 e 12 seguiram essa tendência. O 11 apresentou valores maiores comparado aos outros que foram cozidos na proporção 1:9, utilizamos a água com pH ajustado para 3 e essa condição resultou em maior quantidade de sólidos totais quando comparado a outros tratamentos que tiveram as mesmas condições de remolho e cozimento. Podemos relacionar esse resultado com a quantidade de água disponível para extração dos sólidos dos grãos.

3.3 Resultados de Coloração a 420 nm e espaço de cor L*a*b*

A cor das amostras foi avaliada de duas formas, pela Coloração a 420 nm e espaço de cor L*a*b*. Na Tabela 4 estão os resultados observados na coloração a 420 nm e espaço de cor L*a*b* dos diferentes tratamentos de aquafaba.

Tabela 4 Valores médios das leituras de cor a 420 nm e espaço L*a*b dos diferentes tratamentos de aquafaba

Trat.	pH	Remolho	Prop.	L	a	b	Cor (420 nm)
1	3	0	1:6	23,4±0,192	0,4±0,563	2,2±0,311	0,107±0,002
2	3	12	1:6	31,4±0,757	-0,8±0,288	1,3±0,472	0,561±0,000
3	6	0	1:6	23,5±0,305	1,1±0,802	1,4±0,428	0,094±0,001
4	6	12	1:6	30,6±0,316	-0,7±0,192	1,4±0,084	0,271±0,001
5	4,75	0	1:3	24,4±0,114	0,3±0,619	1,8±0,084	0,132±0,000
6	4,75	0	1:9	23,7±0,356	-2±0,472	2,3±0,622	0,055±0,000
7	4,75	12	1:3	39,4±0,716	-1±0,251	8,3±1,137	0,389±0,003
8	4,75	12	1:9	25,8±0,416	-1±0,965	1,2±0,559	0,216±0,003
9	3	6	1:3	31,9±0,416	-1,1±0,383	5,4±0,319	0,475±0,002
10	6	6	1:3	34,8±0,832	-0,9±0,270	6,5±0,239	0,524±0,003
11	3	6	1:9	33,3±0,228	-1,1±0,255	3,7±0,230	0,204±0,002
12	6	6	1:9	25,5±0,606	-0,4±0,239	1,1±0,152	0,420±0,000
13	4,75	6	1:6	28,7±0,430	-0,6±0,192	2,3±0,152	0,497±0,002
14	4,75	6	1:6	27,4±0,577	1,1±0,207	1,8±0,251	0,307±0,002
15	4,75	6	1:6	28,9±0,122	-0,7±0,134	1,7±0,200	0,560±0,001

Fonte: Os autores.

Em relação a análise de cor, feita com o auxílio de um colorímetro, podemos observar as amostras que passaram previamente por remolho aumentaram os valores de luminosidade (L^*) quando comparamos as proporções de cozimento (1:3; 1:6; 1:9), já que as menores proporções apresentam cores mais escuras. Quanto às coordenadas a^* (vermelho/verde) e b^* (amarelo/azul) as amostras obtiveram resultados já esperados, visto a olho nu, valores voltados para as cores esverdeadas e amarelo.

De acordo com a CIELAB 1976, a luminosidade ou claridade define a escala cinza entre o branco e o preto. Pode ser representada, graficamente, por uma reta perpendicular a um círculo, passando pelo seu centro. É expressa pela variável “L” e assume o valor 0 para o preto absoluto e 100 para o branco total. A tonalidade é expressa pelas cores primárias vermelho, verde, amarelo e azul (CAMARGOS; GONÇALEZ, 2001).

Vimos que as amostras que passaram previamente por remolho aumentaram os valores de luminosidade quando compramos as proporções de cozimento (1:3; 1:6; 1:9), já que as menores proporções apresentaram aquafabas mais concentradas. Portanto, as amostras que passaram por remolho e cozimentos mais concentrados apresentaram cores mais fortes.

Observou-se a coordenada verde/vermelha representada na Tabela 4 expressa pela variável “a”, com exceção do tratamento 6, os outros que não passaram por remolho prévio, tratamentos 1, 3 e 5, apresentaram resultados positivos o que demonstra uma coordenada cromática tendendo para a cor avermelhada. Todas que passaram por molho e a exceção mencionada anteriormente apresentou resultados negativos, tendendo para a cor verde.

Todos os valores médios encontrados para as coordenadas amarelo/azul expresso pela variável “b” mostrados na Tabela 4 foram positivos, representando o esperado, onde essa coordenada cromática está tendendo para a cor amarela. Essas cores também foram observadas no estudo de Ricci (2018), a aquafaba com cores voltadas para o amarelo/esverdeado.

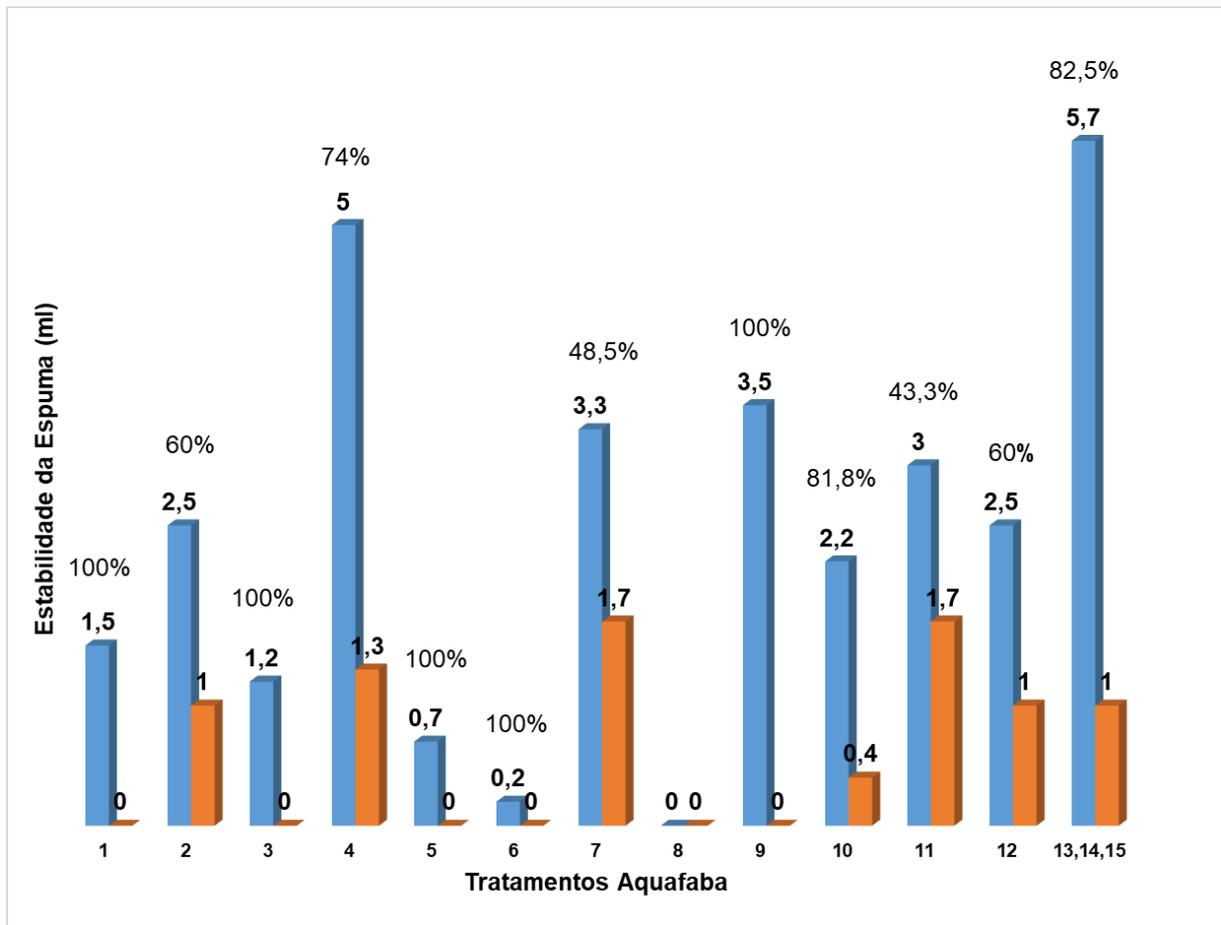
Outra medida utilizada no presente trabalho para observar a coloração dos diferentes tratamentos de aquafaba e apresentado na tabela 4 foi realizada

utilizando espectrofotômetro digital no comprimento de onda de 420 nm. As amostras foram depositadas em temperatura ambiente dentro de uma cubeta de vidro e foi feita as leituras em triplicata, segundo as medidas encontradas, podemos ressaltar que todos os tratamentos que não passaram por remolho prévio ao cozimento, resultaram em aquafabas com cores mais brandas. Comparando os tratamentos 1, 3, 5 e 6 observamos a relação da concentração com as cores apresentadas, pois mesmo sem passar pelo remolho, quando comparamos a concentração de cozimento vimos que a coloração de aquafabas mais concentradas apresentaram valores maiores comparadas às que utilizamos mais água no cozimento.

3.4 Experimento da capacidade espumante da aquafaba

Na Figura 1 estão os volumes de espuma obtidos após agitação com auxílio das seringas para avaliar a estabilidade da espuma apresentando o percentual de redução desse volume, mostrando a estabilidade da espuma formada nos diferentes tratamentos de aquafaba.

Figura 1 Volume de espuma inicial (azul), volume da espuma após 12 h (laranja) e percentual de redução dos diferentes tratamentos de Aquafaba (%)



Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

As amostras que foram cozidas na proporção 1:6 e passaram por remolho de 6 h formaram mais espuma nos dois dias de teste comparado às outras amostras, porém foram as que ficaram menos estáveis após às 12 h, representados pelos tratamentos 13, 14 e 15.

Observamos que todos os tratamentos que não passaram por remolho anteriormente ao cozimento, formaram os menores volumes de espuma e não mantiveram a estabilidade da espuma após as 12h, tiveram 100% de redução do volume inicial de espuma formada. O tratamento 8, como mostrado na Figura 1, foi o único que não formou espuma após a agitação nas seringas, por isso não houve valores de redução.

As amostras 7 e 11 tiveram a maior estabilidade após 12 h, pois apresentaram os menores percentuais de redução entre as médias dos diferentes

tratamentos de aquafaba. Assim como observado em outros trabalhos como o de Okazuka (2022) a aquafaba consegue formar uma espuma estável, porém não autossustentável.

3.5 Avaliação da capacidade emulsionante

A Tabela 5 apresenta os valores do índice de cremeação calculado após leitura do volume da emulsão formada entre os diferentes tratamentos de aquafaba com o óleo vegetal.

Tabela 5 Índice de Cremeação obtido através dos valores médios de volume das emulsões após 12 h

TRATAMENTOS	pH	Remolho (h)	Proporção	IC (%)
1	3	0	1:6	68,00
2	3	12	1:6	63,33
3	6	0	1:6	80,00
4	6	12	1:6	66,67
5	4,75	0	1:3	63,33
6	4,75	0	1:9	63,33
7	4,75	12	1:3	60,71
8	4,75	12	1:9	63,33
9	3	6	1:3	58,62
10	6	6	1:3	100,00
11	3	6	1:9	100,00
12	6	6	1:9	100,00
13, 14, 15	4,75	6	1:6	71,11

Nota: IC= Índice de Cremeação. Fonte: Os autores.

Observamos a capacidade emulsionante da aquafaba através do índice de cremeação (IC) que indicou uma estabilidade de emulsão próximo a 63% em média. O índice de cremeação foi calculado pela equação 2, na qual V_o refere-se ao volume da camada emulsificada (mL) e V_t refere-se ao volume total da emulsão (mL) medidos no tubo falcon. A leitura da separação de fase foi registrada após 12 horas, representado pela Figura 2. Ricci (2018), utilizando proporção 1:10 de emulsão com óleo de soja, não observou estabilidade após as primeiras 8 horas, portanto a utilização da proporção 2:3 com óleo de girassol no presente trabalho apresentou melhores resultados no índice de cremeação.

Figura 2 Fotografia das emulsões nos tubos falcon após 12 horas de repouso formadas a partir de 6 g de Aquafaba e 9 g de óleo de girassol



Tratamento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
pH	3	3	6	6	4,75	4,75	4,75	4,75	3	6	3	6	4,75	4,75	4,75
Remolho (h)	0	12	0	12	0	0	12	12	6	6	6	6	6	6	6
Proporção	1:6	1:6	1:6	1:6	1:3	1:9	1:3	1:9	1:3	1:3	1:9	1:9	1:6	1:6	1:6

Fonte: Os autores

Os resultados observados nos tratamentos 10, 11 e 12 foram os mais estáveis, apresentaram 100% de estabilidade na emulsão após as 12 h. Os tratamentos 10 e 12 passaram por remolho prévio, foram cozidos com água destilada com pH ajustado para 6, mas em proporções diferentes, 1:3 e 1:9 respectivamente. O único ponto em comum observado nos tratamentos mais estáveis foi o remolho de 6 h, pois o 11 foi cozido na proporção 1:9 porém com água destilada com pH ajustado para 3.

3.6 Análise de Compostos Fenólicos Totais

Os resultados obtidos para compostos fenólicos totais estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 - Valores médios de fenólicos totais dos diferentes tratamentos de aquafaba

Tratamentos	pH	Remolho (h)	Proporção	FENÓLICOS TOTAIS (mg de AGE/mL de Aquafaba)	Massa de fenólicos (mg)
1	3	0	1:6	0,173 ± 6,42	100,7
2	3	12	1:6	0,232 ± 4,56	162,4
3	6	0	1:6	0,140 ± 0,73	74,8
4	6	12	1:6	0,285 ± 0,00	191,1
5	4,75	0	1:3	0,332 ± 2,30	56,5
6	4,75	0	1:9	0,033 ± 3,70	26,1
7	4,75	12	1:3	0,443 ± 1,14	102,1
8	4,75	12	1:9	0,022 ± 5,40	27,6
9	3	6	1:3	0,545 ± 1,30	65,4
10	6	6	1:3	0,528 ± 3,33	95,03
11	3	6	1:9	0,379 ± 2,13	396,5
12	6	6	1:9	0,148 ± 5,91	161,5
13	4,75	6	1:6	0,263 ± 7,32	170,9
14	4,75	6	1:6	0,226 ± 4,93	138,1
15	4,75	6	1:6	0,285 ± 7,99	188,3

Médias dos resultados encontrados após os cálculos, expresso em mg de Ácido Gálico \pm desvio padrão. Massa de fenólicos calculada a partir da concentração de fenólicos e o volume de aquafaba após cozimento. Fonte: Os autores.

Os valores apresentados no presente trabalho foram obtidos através do método Folin - Ciocalteu, construído a curva padrão de ácido gálico e expresso os resultados médios com o desvio padrão na tabela 6. A quantidade total de fenólicos (M_f) foi calculada por meio da concentração de fenólicos (C_f) e do volume de aquafaba (V_a) encontrado após o cozimento, conforme a equação 3.

$$C_f = \frac{M_f}{V_a} \quad \text{Eq. 3}$$

O método espectrofotométrico com reagente Folin-Ciocalteu é o mais utilizado para determinação de compostos fenólicos totais. Este reagente consiste da mistura dos ácidos fosfomolibdídico e fosfotunguístico, que na presença dos compostos fenólicos (agentes redutores), reagem formando molibdênio azul e tungstênio azul, identificados por espectrometria em comprimento de onda de 720 a 760 nm (DAMIANI et al., 2014).

Diversos fatores podem influenciar nos resultados dos teores de fenólicos presentes nos tratamentos das aquafabas analisadas, como o tempo de armazenamento, agitação, o que pode diferenciar os resultados obtidos no presente trabalho comparados ao que temos de referência. Analisando a Tabela 5 temos o pH das águas de cozimento não influenciaram nos maiores resultados obtidos, contudo, a proporção de cozimento e o remolho prévio refletiram nos teores de fenólicos presentes. O remolho de 6 e 12 horas, refletiu em resultados maiores quando comparados aos tratamentos que não passaram por remolho, estes últimos mostraram menores teores de fenólicos, os tratamentos 1, 3, 5 e 6. Portanto, podemos concluir que os maiores teores de fenólicos observados foram em tratamentos que passaram por remolho de 6 e 12 horas e foram cozidos em proporção 1:6 em sua maioria.

3.7 Concentração de proteínas totais

Na Tabela 7 estão mostrados os valores médios encontrados para concentração de proteínas totais.

Tabela 7 Valores médios da concentração de proteínas totais nos diferentes tratamentos de aquafaba.

Tratamentos	pH	Remolho (h)	Proporção	Proteínas Totais (mg/L)	Proteínas (mg)
1	3	0	1:6	0,89 ± 4,14	0,52
2	3	12	1:6	1,33 ± 3,03	0,93
3	6	0	1:6	0,71 ± 1,98	0,38
4	6	12	1:6	1,64 ± 4,77	1,10
5	4,75	0	1:3	0,19 ± 6,45	0,03
6	4,75	0	1:9	0,07 ± 14,90	0,05
7	4,75	12	1:3	1,68 ± 3,49	0,39
8	4,75	12	1:9	0,39 ± 4,28	0,47
9	3	6	1:3	1,75 ± 2,24	0,21
10	6	6	1:3	1,83 ± 1,82	0,33
11	3	6	1:9	1,03 ± 2,15	1,08
12	6	6	1:9	0,77 ± 2,69	0,84
13	4,75	6	1:6	1,38 ± 6,26	0,90
14	4,75	6	1:6	0,91 ± 7,60	0,56
15	4,75	6	1:6	1,46 ± 2,80	0,96

Concentração de Proteínas Totais ± Desvio Padrão e massa de proteínas (mg) Fonte: Os autores.

Os resultados dos diferentes tratamentos de aquafaba apresentados na Tabela 6, mostrou os que não passaram por remolho prévio, sendo eles o 1, 3, 5 e 6, com menores concentrações de proteínas, mas entre eles a proporção de

cozimento 1:6 conseguiu os maiores valores. Os tratamentos de aquafaba que apresentaram as maiores concentrações tiveram condições em comum entre eles, como o cozimento na proporção 1:6 e o remolho prévio de 6 horas, obtendo os maiores valores. A quantidade total de proteínas (M_p) foi calculada por meio da concentração de proteínas (C_p) e do volume de aquafaba (V_a) encontrado após o cozimento, conforme a equação 4.

$$C_p = \frac{M_p}{V_a} \quad \text{Eq. 4}$$

O método utiliza o corante azul de Coomassie Brilliant Blue G-250, baseado na interação entre o corante e macromoléculas de proteínas que contém aminoácidos de cadeias laterais básicas ou aromáticas. No pH de reação, a interação entre a proteína de alto peso molecular e o corante BG-250 provoca o deslocamento do equilíbrio do corante para a forma aniônica, que absorve fortemente em 595 nm (ZAIA, 1998).

A curva padrão da absorvância obtida em relação à concentração de albumina do soro bovino (BSA) que é um reagente de baixo custo, mesmo de origem animal, proporcionou os resultados que foram apresentados na Tabela 6.

4. Conclusão

Houveram diferenças entre as condições de preparo da aquafaba quanto aos resultados obtidos das análises, destaca-se o tratamento 11 com os melhores resultados quanto às suas propriedades funcionais apresentadas.

Os tratamentos que foram cozidos na proporção 1:9 apresentaram maiores valores para sólidos solúveis, principalmente nos tratamentos que passaram por remolho. A coloração dos tratamentos também mostrou resultados próximos ao esperado, tendendo para a cor amarela e a luminosidade apresentou maiores valores para os tratamentos mais concentrados, cozidos na proporção 1:3.

O remolho prévio nos resultados da formação e da estabilidade da espuma apresentaram tratamentos com maior estabilidade. Em contrapartida, os tratamentos que não passaram por remolho tiveram os menores valores de estabilidade após as 12 horas.

Nos resultados apresentados da capacidade emulsionante, foi calculado o índice de cremeação e concluímos que o remolho prévio de 6 horas resultou em emulsões mais estáveis após as 12 horas de descanso.

Observou-se que os valores da massa de compostos fenólicos encontradas nos tratamentos foram devido ao remolho prévio que eles passaram antes do cozimento e o valor mais confiável, analisando também o desvio padrão, foi o obtido no tratamento 4 que foi cozido na proporção 1:6 com água destilada de pH ajustado para 6 e com remolho prévio de 12 horas. Resultados parecidos foram encontrados nas análises de proteínas, a proporção 1:6 de cozimento juntamente com o remolho de 6 horas demonstraram melhores condições para obter os maiores valores.

As proporções de cozimento demonstraram que a relação concentração e volume foi determinante nesse trabalho de quantificação de sólidos totais, pois observamos que as mais concentradas resultaram em porcentagens maiores de sólidos, superior a três vezes quando comparado aos que foram cozidos na proporção de 1:9.

Sugere-se como trabalhos futuros, observar o comportamento da aquafaba na formulação em produtos de confeitaria substituindo a clara de ovo, com remolho e proporção variada, visto que o pH não foi determinante na maioria das características apresentadas.

5 Referências

- AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis, 17th edition**, W. Horwitz (ed), Gaithersburg, 2000.
- BARROS, F. F. C.; QUADROS, C. P.; PASTORE, G. M. **Propriedades emulsificantes e estabilidade do biossurfactante produzido por Bacillus subtilis em manipueira. 2008.**
- BRADFORD, M. M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**, v. 72, n. 1-2, p. 248-254, 1976. ISSN 0003-2697.
- CAMARGOS; GONÇALEZ. **A Colorimetria aplicada como instrumento na elaboração de uma tabela de cores de madeira, 2001.** Disponível em: <<https://repositorio.unb.br/handle/10482/10497>>. Acesso em: 24 de fevereiro de 2023
- CARDOSO, A. I. I. et al. Hortaliças Leguminosas. **Embrapa Hortaliças**, 2016. Disponível em:<<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1054423/hortalicas-leguminosas>> Acesso em: 25 de fevereiro de 2023.
- COOPER, D. G.; GOLDENBERG, B. G. Surface-active agents from two Bacillus species. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 53, n. 2, p. 224-229, 1987 apud BARROS; QUADROS; PASTORE, 2008.
- DAMIANI, E.; BACCHETTI, T.; PADELLA, L.; TIANO, L.; CARLONI, P. Antioxidant activity of different white teas: Comparison of hot and cold tea infusions. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 33, p. 50-66, fev. 2014. Disponível em: <<https://www.sci-hub.se/10.1016/j.jfca.2013.09.010>>. Acesso 07 de fevereiro de 2023
- FRANÇA, G.L. Proposta de um guia para desenvolvimento de produto vegano alimentício, case: hambúrguer vegano congelado. **Monografia. Universidade Tecnológica do Federal do Paraná.** Ponta Grossa, 2017.
- FILHO, A.B.M.; VASCONCELOS, M.A.S. **Química de alimentos.** Recife: UFRPE, 2011.
- FRANZOL; REZENDE. **Estabilidade de emulsões: Um estudo de caso envolvendo emulsionantes aniônico, catiônico e não-iônico**, 2015. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/po/a/3zgzkZ5GKyNRyfqVqZYTBM9z/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2023
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v. 1: **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**, 4. ed. São Paulo, 2008.

JADE, L. Entenda os tipos de dieta vegetariana e o que é veganismo. **Agência Brasil**. Brasília-DF. Outubro, 2021. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/saude/noticia/2021-10/no-brasil-14-da-populacao-se-considera-vegetariana>>. Acesso em: 22 janeiro de 2023.

KINSELLA, J. E. Functional Properties of Proteins in Foods: a Survey. **CRC-Critical Reviews in Food**. Science and Nutrition, v. 7, 1976.

NEVES, I. C. O. et al. Foaming properties of suspensions composed by β -lactoglobulin and polysaccharides, in the presence of sucrose or polyols. **Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects**, v. 550, p. 199-208, 2018.

NEVES, V. A.; SILVA, M. A.; LOURENÇO, E. J. Caracterização e hidrólise in vitro da globulina principal de grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) var. IAC Marrocos. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, p. 139-145, 2004.

OBANDA, M. et al. Changes in thearubigin fractions and theaflavin levels due to variations in processing conditions and their influence on black tea liquor brightness and total colour. **Food chemistry**, v. 85, n. 2, p. 163-173, 2004.

OKAZUKA, L. N. **Análise da estabilidade de sistemas coloidais utilizados na elaboração de produtos a base de aquafaba de grão-de-bico**. Orientadora: Angela Maria Gozzo. 2022. Graduação. Engenharia de Alimentos. Departamento de Alimentos - UTFPR. Disponível em: <<http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/29524>>. Acesso em: 23 de março de 2023.

RICCI, A. P. **Caracterização físico-química e reológica de sistemas coloidais formados por água de imersão de grão-de-bico**. Orientadora: Angela Maria Gozzo. 2018. Graduação. Engenharia de Alimentos. Departamento de Alimentos - UTFPR. Disponível em: <<http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/6731>>. Acesso em: 23 de março de 2023.

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic – phosphotungstic acid reagents. **Am J. of Enology and Viticulture**, 16, 144–158, 1965.

ZAIA, D. A. M.; ZAIA, C. T. B. V.; LICHTIG, J. Determinação de proteínas totais via espectrofotometria: vantagens e desvantagens dos métodos existentes. **Química Nova**. 1998.