



Formulação e caracterização agroindustrial de farinha de mandioca d'água enriquecida com protótipos de farinha de camu-camu

Formulation and agro-industrial characterization of cassava flour enriched with camu-camu flour prototypes

Pedro Vitor Pereira Guimarães

Doutorando em Biotecnologia pela Rede de Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal (BIONORTE) - Rede Norte

Instituição: Universidade Federal de Roraima (UFRR)

Endereço: Campus Paricarana, Av. Cap Enê Garcêz, 2413, Aeroporto, Boa Vista - RR, CEP: 69310-000

E-mail: pedrovpg@hotmail.com

Edvan Alves Chagas

Doutor em Produção Vegetal pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista (FCAV - UNESP)

Instituição: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Endereço: Rodovia BR 174 Km 8 sn, Boa Vista - RR, CEP: 69301-970

E-mail: edvan.chagas@embrapa.br

Maria Fernanda Berlingieri Durigan

Doutora em Produção Vegetal pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista (FCAV - UNESP)

Instituição: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Endereço: R. 15 de Novembro, 1452, Centro, São Carlos - SP, CEP: 13560-970

E-mail: maria.durigan@embrapa.br

Maria Luiza Grigio

Doutora em Biotecnologia pela Rede de Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal (BIONORTE) - Rede Norte

Instituição: Agência de Defesa Agropecuária (ADAF - AM)

Endereço: Avenida Sucupira, 492, Morada do Sol, Presidente Figueiredo – AM, CEP: 69735-000

E-mail: luizagrigio@hotmail.com

Jayne Julia Zanchetta

Graduada em Zootecnia

Instituição: Universidade Federal de Roraima (UFRR)

Endereço: Campus Paricarana, Av. Cap Enê Garcêz, 2413, Aeroporto, Boa Vista - RR, CEP: 69310-000

E-mail: jaynezanchetta13@gmail.com



Antonio Alves de Melo Filho

Doutor em Química pela Universidade Estadual de Campinas

Instituição: Universidade Federal de Roraima (UFRR)

Endereço: Campus Paricarana, Av. Cap Enê Garcêz, 2413, Aeroporto,
Boa Vista - RR, CEP: 69310-000

E-mail: antonio.alves@ufrr.br

RESUMO

Dada a enorme gama de biodiversidade nativa presente na Amazônia, é possível enriquecer produtos amplamente consumidos na região com produtos e subprodutos nativos, a exemplo de, superfrutas como o camu-camu [*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh], que tem propriedades organolépticas, funcionais e agroindustriais desejáveis. Produtos à base do aproveitamento integral de vegetais nativos podem contribuir com a qualidade nutricional e a segurança alimentar regional, desde que atendam às normas reguladoras. Desta forma, objetivou-se formular farinhas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) enriquecidas com protótipos de farinha de frutos e resíduos de camu-camu, gerados na produção de polpa e suco, visando obtenção de alimento enriquecido e estável, que possa ser consumido de diferentes formas. Os camu-camu utilizados neste experimento foram coletados manualmente em março de 2018, em uma área natural às margens do Lago da Morena, no município de Cantá, Roraima, Brasil. Os frutos foram acondicionados em sacos plásticos e dispostos em caixas de isopor, cobertos com gelo e transportados para o laboratório de Pós-colheita e Agroindustrialização da Embrapa Roraima. Utilizou-se delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial duplo (3 matérias-primas x 5 concentrações em farinha de mandioca d'água), totalizando 15 tratamentos. Os dados foram validados estatisticamente por meio de análise de variância (0,05). Verificou-se efeito significativo nas interações da maioria das variáveis estudadas. Os protótipos de farinhas de camu-camu desidratados são ácidos, baixo conteúdo de água, com tonalidade amarela e laranja, textura farinácea e consideráveis teores de sólidos solúveis e ácidos cítrico e ascórbico. A farinha de mandioca d'água quando enriquecida com os protótipos de farinhas de camu-camu, apresenta incremento significativo (0,05) na cor, teor de sólidos totais e solúveis, além de ácidos antioxidantes, como o ascórbico e cítrico. Acredita-se que, os protótipos de farinhas de camu-camu aqui avaliados têm potencial para contribuir com o enriquecimento de outras farinhas e alimentos com boa aceitação local, regional e internacional.

Palavras-chave: reaproveitamento integral, sustentabilidade, fruta nativa, farinha fortificada, segurança alimentar, alimento funcional.

ABSTRACT

Given the enormous range of biodiversity present in the Amazon, it is possible to enrich products widely consumed in the region with native products and by-products, considered super-fruits such as camu-camu [*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh]. Such fruits have desirable organoleptic, functional and agro-industrial properties. Products based on the full use of native plants can contribute to



nutritional quality and regional food security, if they meet regulatory standards. Thus, the objective was to formulate cassava (*Manihot esculenta* Crantz) flour enriched with fruit flour prototypes and camu-camu residues, generated in the production of pulp and juice, in order to obtain enriched and stable food that can be consumed in different ways. The camu-camu used in this experiment was collected manually in March 2018, in a natural area on the shores of Lake Morena, in the municipality of Cantá, Roraima, Brazil. The fruits were packed in plastic bags and arranged in Styrofoam boxes, covered with ice, and transported to the Post-harvest and Agroindustrialization laboratory at Embrapa Roraima. The experimental design used was completely randomized, in a double factorial scheme (3 raw materials x 5 concentrations in cassava flour and water), totaling 15 treatments. The data was statistically validated using analysis of variance (0,05). There was a significant effect on the interactions of most of the studied variables. The prototypes of dehydrated camu-camu flours are acidic, low in water, with a yellow and orange hue, floury texture and considerable contents of soluble solids and citric and ascorbic acids. Cassava flour, when enriched with camu-camu flour prototypes, shows a significant increase (0,05) in color, total and soluble solids content, as well as antioxidant acids, such as ascorbic and citric acids. It is believed that the prototypes of camu-camu flour evaluated here have the potential to contribute to the enrichment of other flours and foods with good local, regional and international acceptance.

Keywords: integral reuse, sustainability, native fruit, fortified flour, food security, functional food.

1 INTRODUÇÃO

A privação e falta de acesso aos alimentos é um problema socioeconômico e nutricional que atinge cerca de 828 milhões de pessoas em todo o mundo na atualidade (FAO, 2022). Em uma escala global alarmante, a fome no mundo tem sido apontada como principal entrave e desafio para o desenvolvimento sustentável das nações, colocada como um dos objetivos centrais a “fome zero e agricultura sustentável”, até 2030.

Dietas de baixa qualidade nutricional são o principal fator de risco para a carga global de doenças e estão intrinsecamente relacionadas com impactos antrópicos nas mudanças climáticas e perda de biodiversidade aceleradas nas últimas décadas (BURIGO; PORTO, 2021). Em suas nuances e subdivisões, a fome, compreendida como “uma sensação desconfortável ou dolorosa causada pelo consumo insuficiente de calorias” (FAO, 2022), abrange também a



subalimentação, a má nutrição, e os diferentes graus de insegurança alimentar (BEZERRA et al., 2020).

Embora seja um consenso que a fome precisa ser combatida e erradicada, seus atuais índices no cenário mundial são cada vez mais graves e alarmantes. Em relatório sobre a situação da segurança alimentar e nutricional (FAO, 2022), a Organização das Nações Unidas (ONU), em parceria com importantes instituições mundiais, indica o aumento de 150 milhões de pessoas afetadas pela fome, entre os anos de 2019 e 2021, situação complexificada e agravada em decorrência da pandemia mundial de COVID-19.

Esse contexto é ainda mais preocupante no cenário brasileiro, com o retorno do país ao mapa da fome da ONU (MACHADO; FRANÇA; RANGEL, 2021; OLIVEIRA, 2022). As regiões Norte e Nordeste são as mais afetadas, apresentando os maiores índices de fome e risco de fome no Brasil (SILVA et al., 2020). Esses elementos indicam a urgente necessidade de formulação e execução de políticas públicas sustentáveis para o efetivo combate à fome.

Nesse sentido, a comunidade científica investiga o uso de tecnologias que auxiliem diretamente na garantia da segurança alimentar, apontando o combate às vulnerabilidades econômicas, com o desenvolvimento da economia popular e a produção agroecológica integrada como alternativas ao desenvolvimento socioeconômico (NACHTIGALL, 2019).

Além de tais tecnologias sociais, dentre possíveis soluções e estratégias, também se destacam inovações biotecnológicas que atuam no enfrentamento à fome (GRASSI NETO, 2013; BARBA; SANTOS, 2020), incluindo o desenvolvimento de alimentos alternativos, através do processamento de resíduos que seriam convencionalmente descartados (SHIRAHIGUE; CECCATO-ANTONINI, 2020). Mais do que os diversificados componentes nutricionais, os produtos resultantes do processamento indicam benefícios à saúde, incluindo o aumento do valor nutricional ingerido e, conseqüentemente, a prevenção a doenças crônicas não transmissíveis para quem os consome (BRENNAN, 2006).



Na categoria do processamento mínimo dos alimentos, encontra-se a produção de pó alimentício, alimento farináceo ou a farinha. A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) identifica as farinhas como “produtos obtidos de partes comestíveis de uma ou mais espécies de cereais, leguminosas, frutos, sementes, tubérculos e rizomas por moagem e/ou outros processos tecnológicos considerados seguros para produção de alimentos”. Segundo o mesmo órgão, a umidade máxima que o produto deve ter para ser considerado farinha é de 15,0% (g 100 g⁻¹) (BRASIL, 2005).

Os tipos de farinhas de mandioca podem ser divididos em grupos, conforme a classificação de Álvares, Miqueloni e Negreiros (2016). Os grupos são: grupo seca, grupo bijusada e grupo d’água. O grupo d’água, mais aceito pela população roraimense, é produto predominantemente fermentado, obtido das raízes de mandiocas sadias, maceradas, descascadas, trituradas ou moídas, prensadas, desmembradas, peneiradas e secas à temperatura adequada, podendo ser novamente peneiradas.

Dada a enorme gama de biodiversidade nativa presente na Amazônia, acredita-se que é possível enriquecer produtos amplamente consumidos na região com produtos e subprodutos nativos, a exemplo de super frutas como o camu-camu que tem propriedades organolépticas, funcionais e agroindustriais desejáveis. Produtos à base do aproveitamento integral de vegetais nativos podem contribuir com a qualidade nutricional e a segurança alimentar regional, desde que atendam às normas reguladoras.

Desta forma, objetivou-se formular farinhas de mandioca enriquecidas com protótipos de farinha de frutos e resíduos de camu-camu, gerados na produção de polpa e suco, visando obtenção de alimento enriquecido e estável, que possa ser consumido de diferentes formas.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Os camu-camu utilizados neste experimento foram coletados manualmente em março de 2018, em estágio maturo, de plantas adultas nativas, com aproximadamente 13 anos, em boas condições fisiológicas, em uma área



natural às margens do Lago da Morena, no município de Cantá, Roraima (coordenadas geográficas de referência 02°27'45" N e 60°50'14" W, com 60 m de altitude).

O lote de frutos foi acondicionado em sacos plásticos e disposto em caixas de isopor, cobertos com gelo, e transportado para o laboratório de Pós-colheita e Agroindustrialização da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Roraima), em Boa Vista, Roraima (coordenadas geográficas de referência 2°45'23" N; 60°43'52" W), onde se procederam à recepção, triagem, higienização, sanitização, beneficiamento, processamento e caracterização dos frutos.

Os frutos foram recebidos e triados em sala climatizada (20 °C), onde foi possível realizar a seleção e retirada de frutos com injúrias mecânicas. Posteriormente, procedeu-se à higienização dos frutos com água potável e sanitização utilizando hipoclorito de sódio (NaClO) a 0,02%, por 10 minutos, seguindo as recomendações da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2004). Em seguida, os frutos foram enxaguados com água potável e dispostos em bandeja forrada com papel toalha.

Em seguida, procedeu-se a despolpa mecanizada dos frutos utilizando despoldadeira elétrica, marca Bonina, modelo compacta, com 1 cv de potência, tela de 1 mm, inserindo aproximadamente 2,5 kg de frutos frescos (integralmente, sem diluições) no tubo coletor, e processando até o ponto de não triturar/raspar as sementes. Posteriormente, os resíduos gerados na despoldadeira foram coletados em bandejas de plástico.

Para simulação da produção do suco caseiro utilizou-se a recomendação da Embrapa Roraima, de 300 g de frutos para 1000 mL de água potável. No experimento utilizou-se água deionizada. Utilizou-se um liquidificador elétrico, marca Arno, modelo *optimix plus*, com 550 W de potência. No processamento, usou-se a função "pulsar" por cinco vezes, de modo que, a polpa extravasa-se e a casca fosse triturada grosseiramente, evitando-se triturar as sementes. O suco foi filtrado em peneira de plástico de 0,5 mm. Posteriormente, coletaram-se os resíduos do processamento.



Visando obter a farinha de camu-camu, ambos os resíduos gerados na produção de polpa e suco foram desidratados em estufa elétrica convencional, com circulação e renovação de ar quente, graduada na faixa de 60 °C, até peso constante. Neste momento, também se desidrataram frutos inteiros, para servir de comparação, na mesma condição de ensaio. Posteriormente, as amostras foram processadas em liquidificador elétrico, objetivando-se uma textura farinácea uniforme.

Em pose dos protótipos de farinhas de camu-camu desidratados, iniciou-se a adição crescente (0; 5; 25; 50; 100) dos protótipos em farinha de mandioca d'água (tipo 1), visando enriquecê-las. Conforme a informação disponibilizada pelo fornecedor, a farinha de mandioca d'água tem granulometria média, baixa acidez e cor amarela, uma das mais populares de Roraima, estando presente em diversas receitas locais. Para fins de garantias sanitárias, todas as farinhas de mandiocas utilizadas neste experimento eram autorizadas e com selo de garantia de qualidade. As farinhas de mandioca d'água foram adquiridas no comércio local.

No laboratório de Pós-colheita e Agroindustrialização da Embrapa Roraima, foram avaliados quanto aos parâmetros de umidade, sólidos toais, luminosidade, cromaticidade, ângulo *hue*, sólidos solúveis, acidez titulável, pH e ácido ascórbico.

A umidade foi determinada em estufa com circulação e renovação de ar quente, graduada na faixa de 105 °C (BRASIL, 2005). Os sólidos totais foram calculados por diferença entre a umidade encontrada. Os valores de umidade e sólidos totais foram expressos em porcentagem.

A coloração das amostras [luminosidade (L^*), cromaticidade (C^*) e ângulo *hue* (h°)] foi mensurada pela leitura direta utilizando colorímetro digital, com resultados expressos no sistema CIE $L^* a^* b^*$. Os valores de L^* (luminosidade), a^* (componente vermelho-verde) e b^* (componente amarelo-azul) foram obtidos diretamente do colorímetro e utilizados para cálculo do ângulo *hue* [$h^\circ = \arctan b^*/a^*$] e cromaticidade [$C^* = (a^{*2}+b^{*2})^{1/2}$]



As determinações foram realizadas em sala climatizada (25 ± 1 °C), e os dados, quando necessário, corrigidos a 25 °C. Utilizaram-se as metodologias do Instituto Adolf Lutz (IAL, 2008) para AT, SS e pH. Os sólidos solúveis das polpas foram determinados a partir do sumo filtrado das amostras maceradas, utilizando-se um refratômetro digital, previamente calibrado com água deionizada. Para determinar a acidez titulável, expressa em g de ácido cítrico, utilizou indicador fenolftaleína a 1% e solução de NaOH 0,1 N.

Para determinação de pH utilizou-se potenciômetro digital, com as mensurações realizadas em extrato homogêneo da diluição de 10 gramas de amostra em 100 mL de água deionizada (1:10 m/v). A homogeneização das amostras foi realizada com auxílio de liquidificador industrial, em potência leve, por aproximadamente, 60 segundos por amostra. Para calibração do potenciômetro, utilizaram-se soluções tampões de pH 4,0 e 7,0. O conteúdo de ácido ascórbico foi determinado pelo método de Ranganna (1986), sendo os resultados expressos em mg de ácido ascórbico de 100 mL de amostra⁻¹.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial (3 x 5), com 15 tratamentos. Um fator estudado foi a matéria-prima, contendo três níveis (fruto inteiro, resíduo da produção de polpa e resíduo da produção de suco). O outro fator estudado foi a concentração adicionada dos protótipos de farinhas de camu-camu em farinha de mandioca d'água (0; 5; 25; 50 e 100%). Todas as análises foram realizadas com quatro repetições.

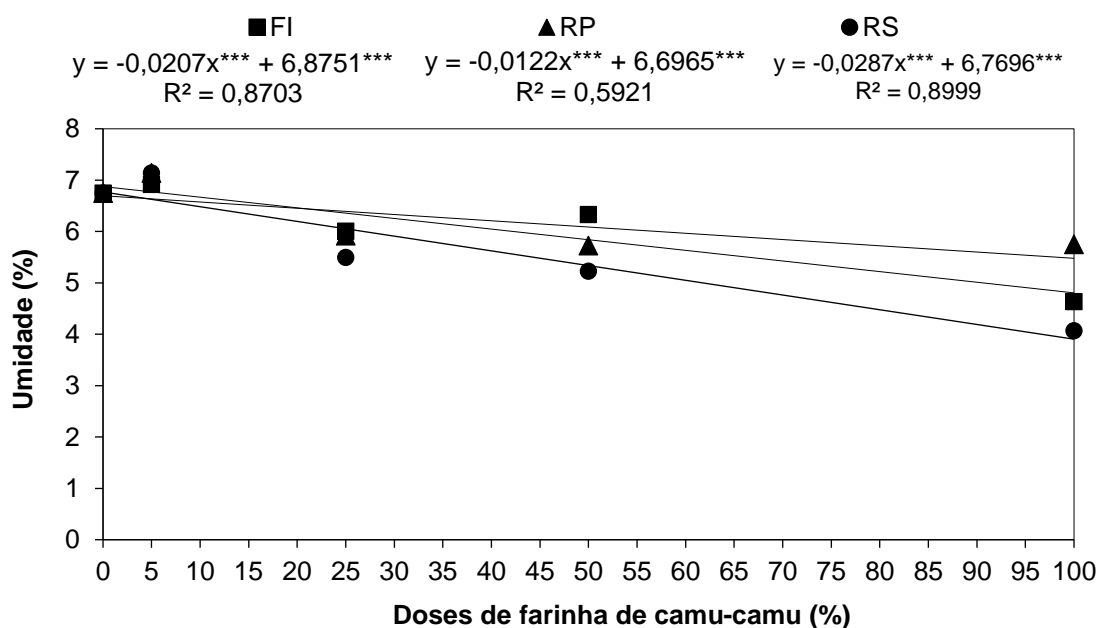
Os dados foram tabulados em planilha digital. Posteriormente, foram submetidos aos testes de normalidade e homogeneidade, sendo validados estatisticamente por meio de análise de variância (0,05). Quando significativos (0,05), os dados qualitativos foram comparados pelo teste Tukey (0,05) e os dados quantitativos por meio de regressão (0,05) linear e polinomial. Foram montadas matrizes de correlações lineares (0,05) para as combinações, duas a duas, entre as variáveis estudadas, avaliando seus coeficientes de correlação. As análises e plotagem das figuras foram realizadas no ambiente R 4.2.2 (R CORE TEAM, 2022).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Verificou-se efeito significativo na interação dupla (matéria-prima * concentração) em umidade ($p = 0,0009$), sólidos totais ($p = 0,0009$), sólidos solúveis ($p = 0,0001$), acidez titulável ($p = 0,0001$), pH ($p = 0,0001$), luminosidade ($p = 0,0001$), ângulo *hue* ($p = 0,0001$) e ácido ascórbico ($p = 0,0001$). A variável cromaticidade teve efeito significativo apenas na fonte de variação concentração ($p = 0,0001$).

Os valores de umidade dos protótipos avaliados variaram de 6,92% na concentração 0% a 4,07% quando se avaliaram as concentrações 100%, indicando uma redução significativa a medida em que se adicionava as farinhas de camu-camu à farinha de mandioca d'água. Verificou-se que, os protótipos de farinhas de camu-camu elaboradas com resíduos gerados na produção de suco apresentaram os menores valores de umidade, quando adicionados à farinha de mandioca d'água. Os valores médios de umidade das concentrações de protótipos de farinhas de camu-camu em farinha de mandioca d'água estão apresentados na figura 1.

Figura 1 - Valores médios de umidade das concentrações de protótipos de farinhas de camu-camu em farinha de mandioca d'água



Fonte: autores, 2023.



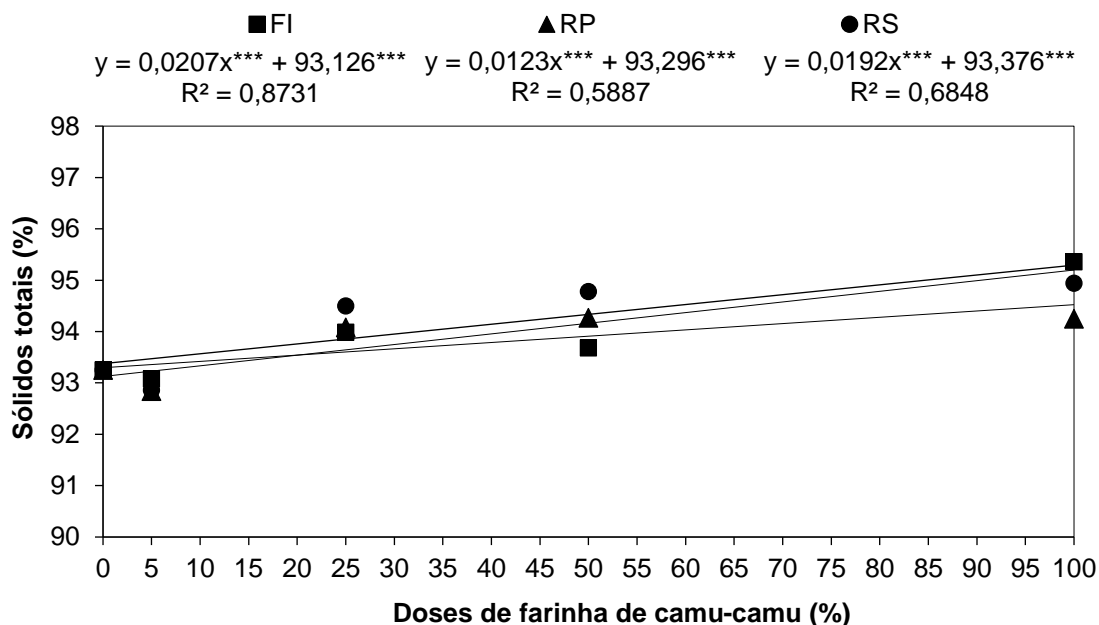
A umidade é um fator determinante na estabilidade e durabilidade da farinha, sendo sua quantificação é crucial para determinar as condições de armazenamento necessárias, evitando o crescimento de micro-organismos e a deterioração do produto. A umidade excessiva pode contribuir para o desenvolvimento de mofo, leveduras e bactérias, comprometendo a segurança alimentar (MAHAN; RAYMOND, 2018). Segundo Azevêdo et al. (2014), farinhas obtidas com resíduos de camu-camu apresentam umidade média de 5,90%, valor bem aproximado dos registrados nos protótipos avaliados nesta pesquisa.

Em relação aos valores de umidade das concentrações de farinha de mandioca com farinha de camu-camu, notou-se que são próximo aos encontrados na literatura técnico-científica para farinha de mandioca amarela, com valores variando de 3,10 a 12,74% (DIAS; LEONEL, 2006; SOUZA et al., 2008; ÁLVARES, MIQUELONI e NEGREIROS, 2016; NEVES et al., 2020).

Os sólidos totais representam a concentração de substâncias presentes na farinha, incluindo nutrientes e compostos não-nutricionais. A análise dos sólidos totais permite avaliar a densidade nutricional do produto, contribuindo para a compreensão de sua contribuição para a dieta. Além disso, essa análise auxilia na padronização do produto, assegurando consistência de qualidade.

Constatou-se que, os valores de sólidos totais dos protótipos avaliados variaram de 95,36% na concentração 0% de camu-camu (100% farinha mandioca d'água) a 92,86% nas concentrações de 100% de camu-camu, indicando um incremento significativo a medida em que se adicionava as farinhas de camu-camu à farinha de mandioca d'água (Figura 2).

Figura 2 - Valores médios de sólidos totais das concentrações de protótipos de farinhas de camu-camu em farinha de mandioca d'água



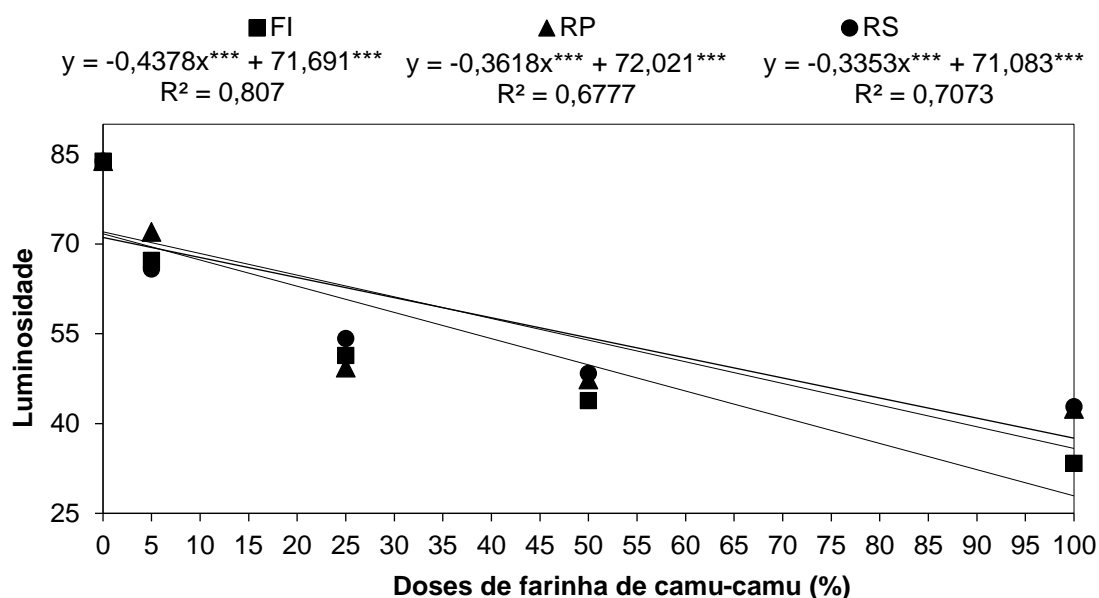
Fonte: autores, 2023.

Os valores de sólidos totais aqui registrados, assemelham-se aos resultados de Azevêdo et al. (2014), onde farinhas obtidas de resíduos de camu-camu apresentam teor de sólidos totais de 94,10%, que principalmente são, cálcio, magnésio, potássio, sódio, bicarbonatos, cloretos e sulfatos (IAL, 2008).

Outro parâmetro físico aferido foi a cor da farinha, por ser um atributo sensorial e funcional de grande relevância. Pigmentos naturais presentes nos resíduos agroindustriais podem conferir cores distintas às farinhas. A avaliação precisa da cor permite monitorar a uniformidade do produto e identificar variações indesejadas que podem afetar sua aceitação pelos consumidores.

Analisando a luminância, constatou-se que, houve um decréscimo nos valores de luminosidade, indicando que ao acrescentar as concentrações de farinha de camu-camu, obtém-se amostras mais escuras. Os valores de luminosidade variaram de 83,83% na farinha de mandioca d'água 42,82% nos protótipos de farinhas de camu-camu (Figura 3).

Figura 3 - Valores médios de luminosidade das concentrações de protótipos de farinhas de camu-camu em farinha de mandioca d'água



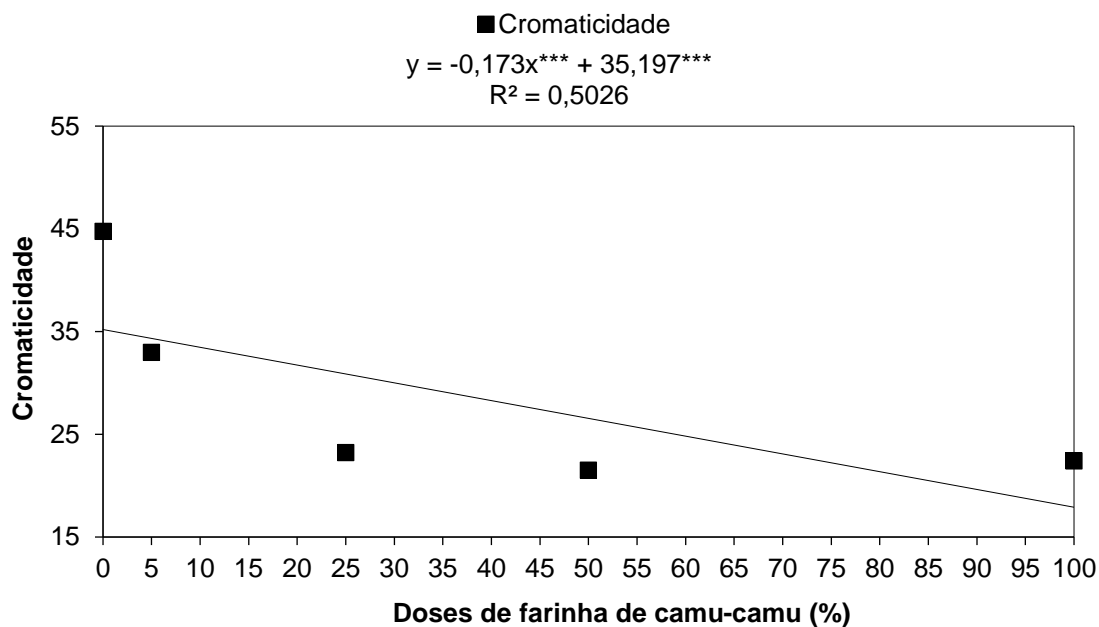
Fonte: autores, 2023.

Nota-se que, a farinha de camu-camu elaborada com frutos inteiros, proporciona as amostras mais escuras, com menos luminância, quando adicionadas na farinha de mandioca. Os valores de luminosidade aqui registrados para farinha de camu-camu são inferiores aos resultados de Azevêdo et al. (2014), com L^* variando de 58,90 a 65,30. A luminosidade das farinhas de mandioca deste experimento é semelhante aos valores mencionados por Neves et al. (2020), de 77,58 a 85,53 de L^* em farinhas de mandioca comercializadas em Belém, Pará, Brasil.

Já para a variável cromaticidade, constatou-se o efeito significativo na fonte de variação concentrações de farinha de camu-camu e nas matérias-primas, isoladamente. Houve uma diminuição expressiva nos valores de cromaticidade (44,76 a 22,40), indicando redução da intensidade de cor vibrante, ao acrescentar farinha de camu-camu na farinha de mandioca. Isto é normal, devido à coloração natural da farinha de camu-camu (Figura 4).



Figura 4 - Valores médios de cromaticidade das concentrações de protótipos de farinhas de camu-camu em farinha de mandioca d'água



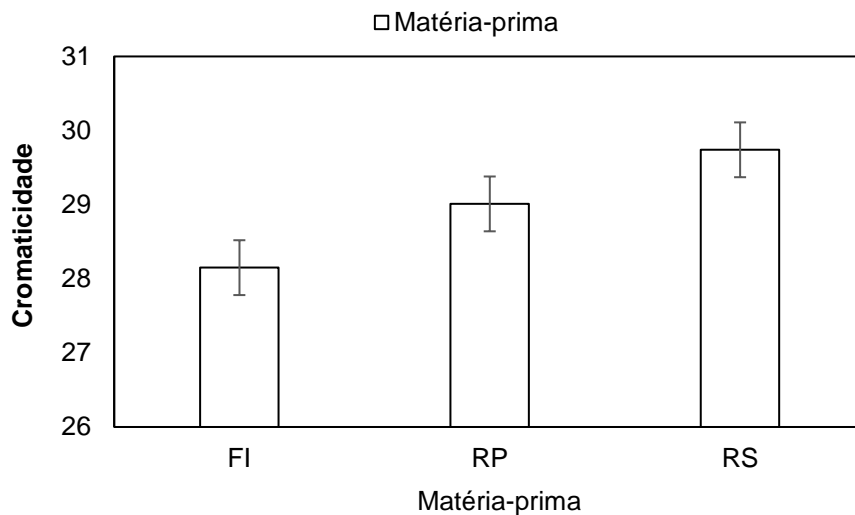
Fonte: autores, 2023.

Os valores de cromaticidade de farinha de mandioca aqui apresentados são maiores que, os apresentados por Fernandes et al. (2013), com média de 31,69 de C* em farinhas de mandioca cultivada em Ourém, Pará, Brasil, indicando que as farinhas testadas são tem coloração mais intensa.

Quando se comparou a cromaticidade entre a fonte de variação de matérias-primas de camu-camu, verificou-se que, a farinha obtida a partir do resíduo da produção de suco apresenta mais cor intensa (29,74), possivelmente, em função do tipo de processamento, ao conteúdo de água e concentração de pigmentos contidos nas cascas, sementes e polpa (Figura 5).



Figura 5 - Valores médios de cromaticidade das concentrações de protótipos de farinhas de camu-camu em farinha de mandioca d'água

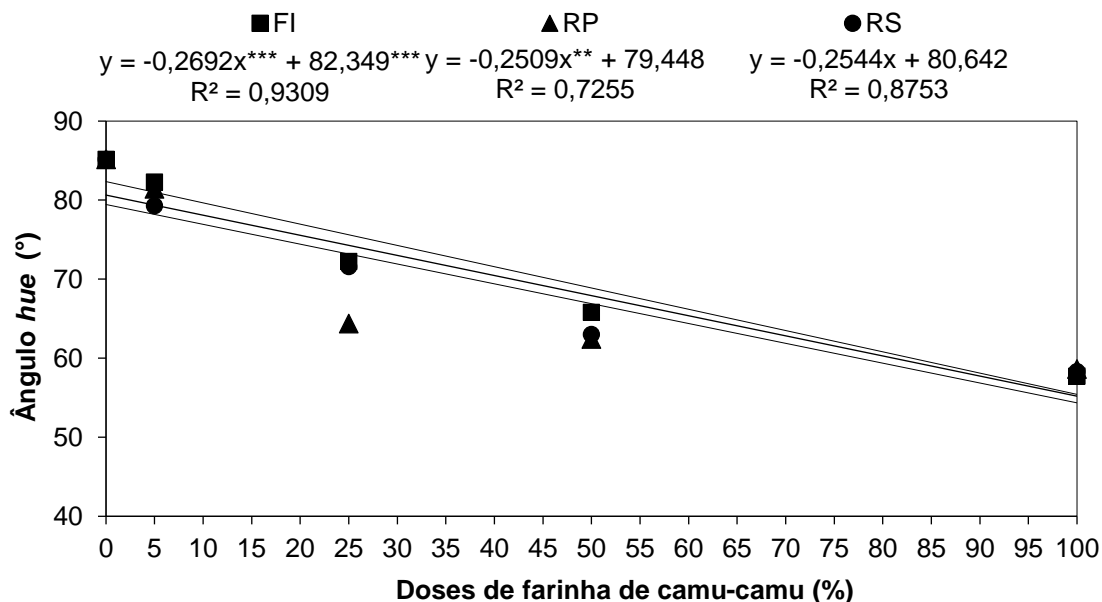


Fonte: autores, 2023.

Os valores de cromaticidade das farinhas de camu-camu, são bem próximos aos destacados por Azevêdo et al. (2015), variando de 26,00 a 27,20 em farinhas de camu-camu produzidas com resíduos agroindustriais do Amazonas, Brasil, corroborando a intensidade da cor das amostras. Vale evidenciar que, apesar de ser farinhas obtidas por secagem quente, apresentam valores de C^* semelhantes aos registrados por Fujita et al. (2013), em polpas de camu-camu processadas em liofilizador, tipo de desidratação em baixas temperaturas e a vácuo, com média de 26,04 de cromaticidade.

Quanto a tonalidade (ângulo *hue*), os protótipos de farinhas testados neste experimento têm cor que varia do alaranjado ao amarelo, com valores correspondentes de ângulo *hue* entre 55,00 e 85,00°. Os valores médios de ângulo *hue* das concentrações de protótipos de farinhas de camu-camu em farinha de mandioca d'água estão apresentados na figura 6.

Figura 6 - Valores médios de ângulo *hue* das concentrações de protótipos de farinhas de camu-camu em farinha de mandioca d'água

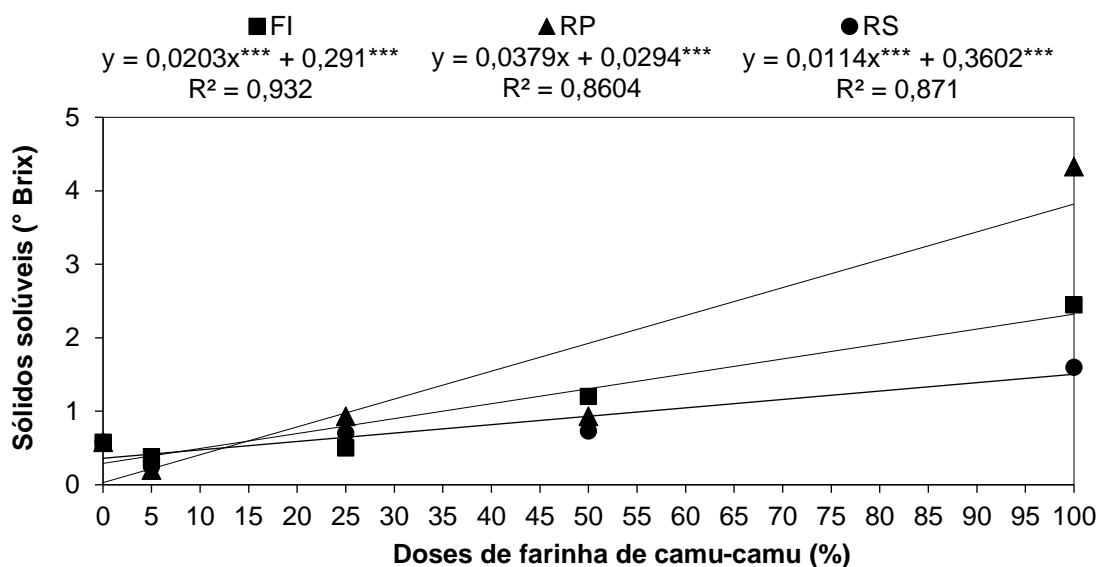


Fonte: autores, 2023.

Verificou-se que, o acréscimo de farinhas de camu-camu em farinha de mandioca reduz significativamente os valores de ângulo *hue*, tornando os protótipos de farinhas enriquecidas com aspecto mais alaranjado, característico das farinhas de camu-camu processadas em temperaturas elevadas. As farinhas de mandioca amarela utilizadas neste experimento tinham cor semelhante a citada por Neves et al. (2020), bem como, ressalta-se que, os protótipos de farinhas de camu-camu testados apresentam tonalidade semelhante a registrada por Azevêdo et al. (2014).

Já na avaliação físico-química de sólidos solúveis, os quais desempenham papéis múltiplos, incluindo influência no sabor, na cor e na textura dos produtos alimentícios, também verificou-se o efeito positivo da adição na concentração de protótipos de farinha de camu-camu em farinha de mandioca. Após o ensaio, evidenciou-se que, a adição das farinhas de camu-camu na farinha de mandioca contribuiu positivamente na elevação dos teores de sólidos solúveis de todas as amostras testadas, agregando mais valor aos produtos e tornando as farinhas mais “atraentes ao paladar” (Figura 7).

Figura 7 - Valores médios de sólidos solúveis das concentrações de protótipos de farinhas de camu-camu em farinha de mandioca d'água



Fonte: autores, 2023.

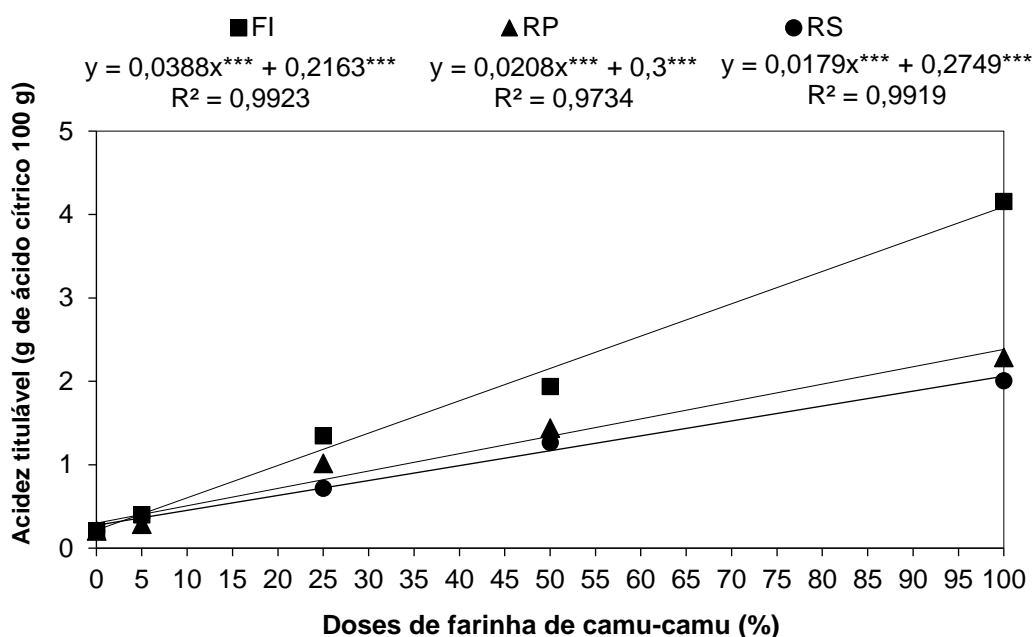
A determinação destes teores é crucial para garantir que esses compostos estejam em níveis aceitáveis, evitando alterações indesejadas e contribuindo para o perfil sensorial desejado do produto. As amostras de farinhas de mandioca d'água apresentam baixos teores de sólidos solúveis (0,58 °Brix), enquanto, os protótipos de farinhas de camu-camu apontam valores de até 4,33 °Brix, indicando que, a medida em que se adiciona as farinhas de camu-camu na farinha de mandioca d'água, aumenta-se a teor de açúcares nas amostras.

Não houve diferença significativa de sólidos solúveis entre as matérias-primas nas dosagens 0, 5, 25 e 50%, só sendo estatisticamente diferente na sua forma pura (100%), onde destacaram-se as farinhas obtidas a partir do resíduo da produção de polpa (RP), indicando que o processo de despulpamento direto, sem diluição, evita o desperdício de açúcares da amostra, gerando um resíduo agroindustrial ricos em sólidos solúveis.

Constatou-se efeito significativo em acidez titulável na adição de farinha de camu-camu na farinha de mandioca. As concentrações de ácido cítrico dos protótipos de farinhas de mandioca enriquecida com camu-camu variaram de 0,21 a 4,16 (meq NaOH 0,1 N 100 g⁻¹). Ao adicionar farinha de camu-camu na farinha de mandioca, observou-se um incremento significativo nos valores de

ácido cítrico nas amostras. Os protótipos de farinhas elaboradas com frutos inteiros, mostraram-se mais ácidas testadas. Os valores médios de acidez titulável das concentrações de protótipos de farinhas de camu-camu em farinha de mandioca d'água estão apresentados na figura 8.

Figura 8 - Valores médios de acidez titulável das concentrações de protótipos de farinhas de camu-camu em farinha de mandioca d'água



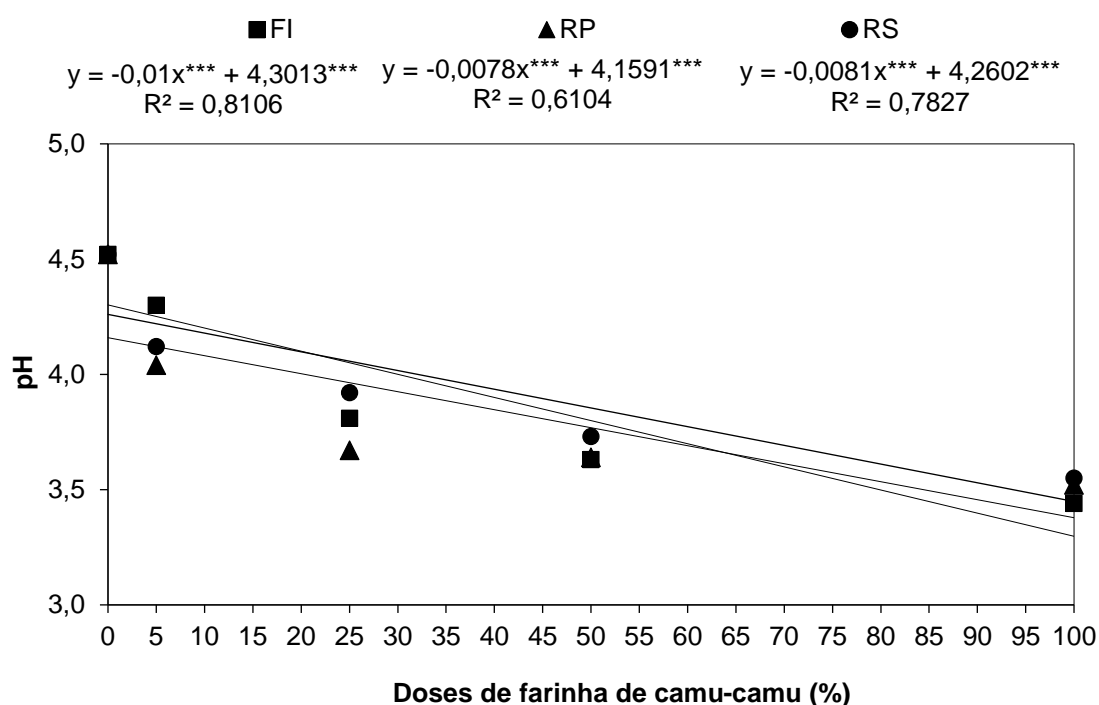
Fonte: autores, 2023.

A acidez determinada pela acidez titulável, por sua vez, pode impactar nas propriedades organolépticas do produto, alterando sabor e textura, bem como influenciando na vida útil do produto, sendo necessário considerar seu valor em relação à estabilidade do alimento. Os valores de acidez titulável aqui apresentados estão dentro da faixa encontrada na literatura técnico-científica, onde são encontrados valores entre 1,01 e 7,40 (meq NaOH 0,1 N 100 g⁻¹) em farinhas de mandioca produzidas e comercializadas no Brasil (DIAS; LEONEL, 2006; SOUZA et al., 2008; ÁLVARES, MIQUELONI e NEGREIROS, 2016; NEVES et al., 2020).

Ao avaliar o pH (atividade de íons de hidrogênio) dos protótipos de farinhas de mandioca enriquecida com camu-camu, verificou-se que as amostras são levemente ácidas, com valores de pH variando de 3,4 a 4,5, indicando acidez

moderada. Os valores médios de pH das concentrações de protótipos de farinhas de camu-camu em farinha de mandioca d'água estão apresentados na figura 9.

Figura 9 - Valores médios de pH das concentrações de protótipos de farinhas de camu-camu em farinha de mandioca d'água



Fonte: autores, 2023.

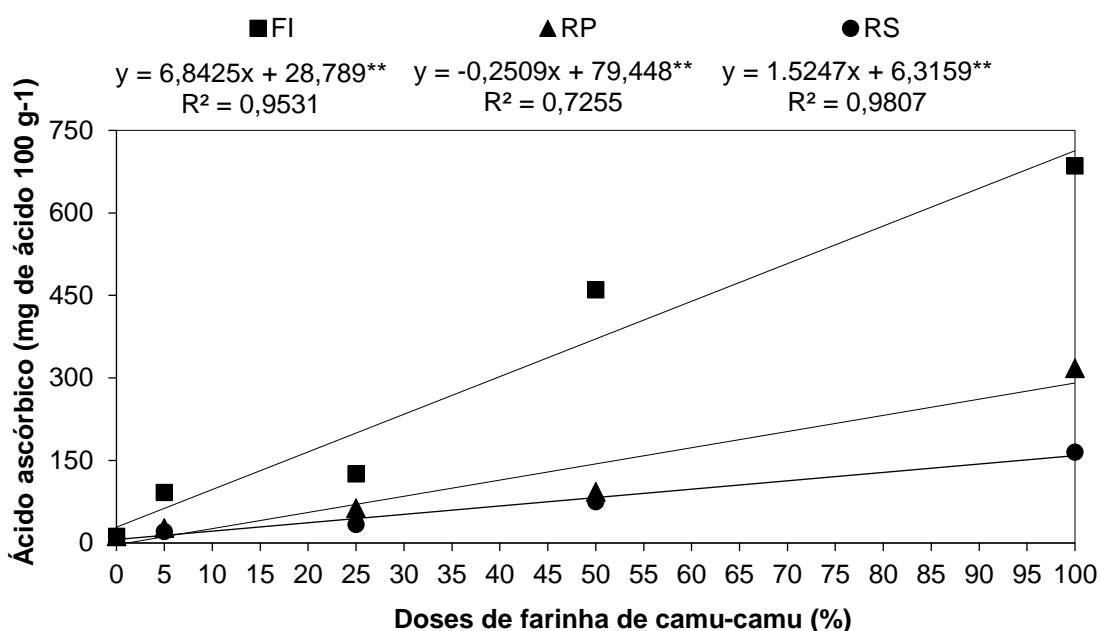
Quando adicionamos farinha de resíduos agroindustriais à farinha de mandioca amarela, constatou-se que a composição química dos resíduos influenciou diretamente no pH da mistura final (protótipo). Esses resíduos frequentemente contêm compostos ácidos ou alcalinos que podem modificar o ambiente químico do produto resultante.

No caso destes resíduos agroindustriais ricos em ácidos orgânicos, como ácido cítrico, a adição desses resíduos à farinha de mandioca tradicional pode reduzir o pH da mistura devido à presença desses ácidos (AZEVEDO et al., 2014). Verificou-se que, a interação entre os componentes presentes na farinha de mandioca e nas farinhas de resíduos agroindustriais influencia diretamente no equilíbrio do pH dos protótipos.



Analisando o teor de ácido ascórbico das amostras, constatou-se que, houve um acréscimo na concentração de ácido ascórbico, indicando que, ao acrescentar as concentrações de farinha de camu-camu na farinha de mandioca d'água, obtém-se amostras enriquecidas. Os valores médios de ácido ascórbico da farinha de mandioca d'água utilizada é de 12,25 mg 100 g amostra⁻¹, muito inferior à média geral de 389,30 mg de ácido ascórbico 100 g amostra⁻¹, encontradas nos protótipos de farinhas de camu-camu (Figura 10).

Figura 10 - Valores médios de ácido ascórbico das concentrações de protótipos de farinhas de camu-camu em farinha de mandioca d'água



Fonte: autores, 2023.

Os protótipos enriquecidos com farinhas de camu-camu elaborada a partir de resíduos beneficiados e frutos inteiros, continham valores de ácido ascórbico muito superior aos registrados na literatura científica, a exemplo dos estudos de Azevêdo et al. (2014) e Sousa (2016), onde encontraram-se valores entre 5,10 e 16,42 mg de ácido ascórbico 100 g amostra⁻¹.

Nota-se que, a farinha de camu-camu beneficiado elaborada com frutos inteiros, proporciona as amostras com mais ácido ascórbico, seguidas das amostras elaboradas com resíduos da produção de polpa. Os formulados elaborados com o protótipo de resíduo gerado na produção de suco



apresentaram os menores valores de ácido ascórbico em todas as concentrações adicionadas à farinha de mandioca d'água, possivelmente, por ser um material mais processado, lixiviado, conseqüentemente, com menos compostos bioativos e com maior degradabilidade.

Em síntese, pode-se afirmar que, a qualidade de farinhas de resíduos agroindustriais é uma demanda de relevância crescente em diversas indústrias (SHIRAHIGUE; CECCATO-ANTONINI, 2020), a exemplo as do ramo de alimentos, cosmético e biotecnologia. Demanda esta que, vêm sendo motivadora para condução de investigações e trabalhos regionais que, buscam evidenciar o potencial de aproveitamento integral através do beneficiamento dos resíduos de processamento de espécies nativas, a exemplo de produtos de camu-camu (SOUSA et al., 2015; SOUSA, 2016; GRIGIO et al., 2021).

A partir desta pesquisa, evidencia-se que, a avaliação técnica e científica de parâmetros de qualidade agroindustrial, como, umidade, pH, acidez, sólidos totais, sólidos solúveis e cor (luminosidade, cromaticidade e ângulo *hue*) é crucial para garantir a segurança alimentar, a estabilidade e a aceitabilidade dos produtos derivados. A aplicação de métodos analíticos confiáveis, padronizados, seguros e de baixo custo é essencial para respaldar a utilização sustentável desses resíduos na produção de alimentos de qualidade.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os protótipos de farinhas de camu-camu desidratados são ácidos, baixo conteúdo de água, com tonalidade amarela e laranja, textura farinácea e consideráveis teores de sólidos solúveis e ácidos cítrico e ascórbico.

A farinha de mandioca d'água quando enriquecida com os protótipos de farinhas de camu-camu, apresenta incremento significativo (0,05) na cor, teor de sólidos totais e solúveis, além de ácidos antioxidantes, como o ascórbico e cítrico.

Existe correlação entre os parâmetros e a adição de protótipos de farinha de camu-camu. Ao enriquecer a farinha de mandioca d'água com protótipos de



farinhas de camu-camu, há uma tendência positiva de incremento de propriedades organolépticas e funcionais desejáveis para a agroindústria.

Acredita-se que, os protótipos de farinhas de camu-camu aqui avaliados têm potencial para contribuir com o enriquecimento de outras farinhas e alimentos com boa aceitação local, regional e internacional.

Testes futuros podem ser realizados para aprimorar a elaboração, bem como, a verificação da aceitabilidade de produtos regionais a base dos protótipos de farinhas de camu-camu e farinha de mandioca d'água testados neste ensaio.



REFERÊNCIAS

ÁLVARES, V. de S., MIQUELONI, D. P.; NEGREIROS, J. R. da S. Variabilidade físico-química da farinha de mandioca do Território da Cidadania do Vale do Juruá, Acre. **Revista Ceres**, v. 63, n. 2, p. 113-121, 2016.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Cartilha sobre Boas Práticas para Serviços de Alimentação**. Resolução n. 216, 2004.

AZEVÊDO, J. C. S. de; FUJITA, A.; OLIVEIRA, E. L. de; GENOVESE, M. I.; CORREIA, R. T. P. (2014). Dried camu-camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. McVaugh) industrial residue: A bioactive-rich Amazonian powder with functional attributes. **Food Research International**, v. 62, p. 934-940, 2014.

BARBA, R. Y. B.; SANTOS, Nivaldo dos. A Bioeconomia no século XXI: Reflexões sobre Biotecnologia e Sustentabilidade no Brasil. **Revista de Direito e Sustentabilidade**, v. 6, n. 2, p. 26-42, 2020.

BEZERRA, M. S.; JACOB, M. C. M.; FERREIRA, M. A. F.; VALE, D.; MIRABAL, I. R. B.; LYRA, C. de O. Insegurança alimentar e nutricional no Brasil e sua correlação com indicadores de vulnerabilidade. **Ciênc. saúde coletiva**, v. 25, n. 10, p. 3833-3846, 2020.

BRASIL. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. Brasília: Ministério da Saúde, 2005 (Série A. Normas e Manuais Técnicos). IV edição.

BRENNAN, J. G. **Food processing handbook**. Weinheim: Wiley-VCH, 602 p., 2006.

BURIGO, A. C.; PORTO, M. F. Agenda 2030, saúde e sistemas alimentares em tempos de pandemia: da vulnerabilização à transformação necessária. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 26, n. 10, p. 4411-4424, 2021.

DIAS, L. T.; LEONEL, M. Caracterização físico-química de farinhas de mandioca de diferentes localidades do Brasil. **Ciênc. agrotec.**, v. 30, n. 4, p. 692-700, 2006.

FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO. **The State of Food Security and Nutrition in the World 2022**. Repurposing food and agricultural policies to make healthy diets more affordable. Rome, FAO, 2022

FERNANDES, H. R.; OLIVEIRA, D. C. R.; SOUZA, G.S.; LOPES, A. S. Parâmetros de qualidade física e físico-química da farinha de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) durante processamento. **Scientia Plena**, v. 9, n. 11, p. 1-9, 2013.

FUJITA, A.; BORGES, K.; CORREIA, R.; FRANCO, B. D. G. de M.; GENOVESE, M. I. Impact of spouted bed drying on bioactive compounds, antimicrobial and antioxidant activities of commercial frozen pulp of camu-camu (*Myrciaria dubia* Mc. Vaugh). **Food Research International**, v. 54, Issue 1, p. 495-500, 2013.



GRASSI NETO, R. Segurança alimentar, biotecnologia e política agrária. **Revista Luso-Brasileira de Direito do Consumo**, v. 3, n. 1, 2013.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p.

MACHADO, A. L.; FRANÇA, A. B.; RANGEL, T. L. V. Carestia, mapa da fome e o agravamento da insegurança alimentar e nutricional em tempos de pandemia: o retrocesso brasileiro na política de combate à fome. **Boletim de Conjuntura**, v. 8, n. 24, p. 87–101, 2021.

MAHAN, L. K.; RAYMOND, J. L. **Krause Alimentos, Nutrição e Dietoterapia** (14th ed.). Elsevier Brasil, 2018.

NACHTIGALL, Y. D. L.; VIOLA, M. da S.; GONÇALVES, G. E.; OLIVEIRA, S. V. de Estratégias em promoção aos objetivos de desenvolvimento sustentável: Experiências com a reprodução de tecnologias sociais no Brasil. **Economia e desenvolvimento**, v. 32, n. 8, p. 01-10, 2020.

NEVES, E. C. A.; NASCIMENTO, G. C.; FERREIRA, A. R.; NEVES, D. A.; FUKUSHIMA, A. R.; LEONI, L. A. B.; CLERICI, M. T. P. S. Classificações e características nutricionais e tecnológicas de farinhas de mandioca comercializadas em Belém, Pará, Brasil. **Braz. J. Food Technol.**, v. 23, p. 1-11, 2020.

OLIVEIRA, C. A. do C. volta da fome no Brasil. **Revista do Núcleo de Estudos de Economia Catarinense**, v. 11, n. 21, 2022.

R CORE TEAM. R: **A language and environment for statistical computing**. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2022. Available in: <https://www.r-project.org/>.

RANGANNA, S. **Analysis and quality control for fruit and vegetable products**. Tata McGraw-Hill Publishing, p. 1112, 1986.

SHIRAHIGUEL, L. D.; CECCATO-ANTONINI, S. R. Agro-industrial wastes as sources of bioactive compounds for food and fermentation industries. **Ciência Rural**, v.50:4, p. 1-17, 2020.

SILVA, M. L. A., ROLIM, T. M.; RAPOSO, I. O.; SOUZA, A. B. M. de; SILVA, L. E. S. C. da; FRANCO, F. da S.; ASSUNÇÃO, J. E. de S. Vulnerabilidade social, fome e pobreza nas Regiões Norte e Nordeste do Brasil. **Políticas públicas, educação e diversidade: uma compreensão científica do real**, v. 1, n. 1, p. 1083-1105, 2020.

SOUSA, R. de C. P. de; CHAGAS, E. A.; GUIMARÃES, P. V. P.; NASCIMENTO FILHO, W. B.; MELO FILHO, A. A. Sais Minerais em Extrato Aquoso de Coprodutos da *Myrciaria dubia* (Kunth.) McVaugh, Myrtaceae. **Rev. Virtual Quim.**, v. 7, n. 4, p. 1299-1305, 2015.



SOUSA, R. de C. P. de. Bioprospecção e desenvolvimento de produtos com potencial biotecnológico a partir das sementes de *Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh da Amazônia setentrional. 2016. 135 f. **Tese** (Doutorado em Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal) - Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal, Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2016.

SOUZA, J. M. L. de; NEGREIROS, J. R. da S.; ÁLVARES, V. de S.; LEITE, F. M. N.; SOUZA, M. L. de; REIS, F. S.; FELISBERTO, F. Á. V. Variabilidade físico-química da farinha de mandioca. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v. 28, n. 4, p. 907-912, 2008.