



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos

**FOLHAS DE *Stevia rebaudiana* MINIMAMENTE  
PROCESSADAS COMO ALTERNATIVA PARA  
REDUÇÃO DE AÇÚCAR EM CAFÉ: AVALIAÇÃO FÍSICO-  
QUÍMICA, FUNCIONAL E SENSORIAL**

**PAULINE GODOI SILVA**

**PAULINE GODOI SILVA**

**FOLHAS DE *Stevia rebaudiana* MINIMAMENTE  
PROCESSADAS COMO ALTERNATIVA PARA  
REDUÇÃO DE AÇÚCAR EM CAFÉ: AVALIAÇÃO FÍSICO-  
QUÍMICA, FUNCIONAL E SENSORIAL**

Tese apresentada ao programa de Pós-graduação em Ciência de Alimentos da Universidade Estadual de Maringá, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciência de Alimentos.

Maringá

2025

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
(Biblioteca Central - UEM, Maringá - PR, Brasil)

S586f

Silva, Pauline Godoi

Folhas de *Stevia rebaudiana* minimamente processadas como alternativa para redução de açúcar em café : avaliação físico-química, funcional e sensorial / Pauline Godoi Silva. -- Maringá, PR, 2025.

59 f. : il. color., tabs.

Orientador: Prof. Dr. Silvio Claudio da Costa.

Coorientadora: Profa. Dra. Daneysa Lahis Kalschne.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, 2025.

1. Estevia. 2. Café. 3. Redução de açúcar. 4. Adoçantes naturais. 5. Análise sensorial. I. Costa, Silvio Claudio da, orient. II. Kalschne, Daneysa Lahis, coorient. III. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos. IV. Título.

CDD 23.ed. 664.1

**PAULINE GODOI SILVA**

**“FOLHAS DE STEVIA REBAUDIANA MINIMAMENTE PROCESSADAS  
COMO ALTERNATIVA PARA REDUÇÃO DE AÇÚCAR EM CAFÉ:  
AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, FUNCIONAL E SENSORIAL”**

Tese apresentada à Universidade Estadual de Maringá, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Ciência de Alimentos, para obtenção do grau de Doutor em Ciência de Alimentos.

*Sandra B. da Silva de Souza*

---

**Profa. Dra. Sandra Beserra da Silva de Souza**

 gov.br

Documento assinado digitalmente

MARIA IDA BONINI RAVANELLI SPEZIALI  
Data: 14/08/2025 11:27:09-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Profa. Dra. Maria Ida Bonini Ravanelli Speziali**

 gov.br

Documento assinado digitalmente

ANTONIO ROBERTO GIRIBONI MONTEIRO  
Data: 14/08/2025 18:17:21-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Prof. Dr. Antonio Roberto Giriboni Monteiro**

 gov.br

Documento assinado digitalmente

ELIAS LIRA DOS SANTOS JUNIOR  
Data: 15/08/2025 12:22:36-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Profa. Dra. Elias Lira dos Santos Junior**

 gov.br

Documento assinado digitalmente

SILVIO CLAUDIO DA COSTA  
Data: 01/07/2025 15:53:07-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Prof. Dr. Silvio Claudio da Costa  
Orientador**

Maringá – 2025

**Orientador**

Prof. Dr. Silvio Claudio da Costa

**Co-Orientadora**

Dra. Daneysa Lahis Kalschne

## **BIOGRAFIA**

Pauline Godoi Silva, nascida no dia 27 de outubro de 1994 na cidade de Foz do Iguaçu – Paraná. Possui graduação em Nutrição pela Faculdade União das Américas – UNIAMÉRICA (2015). Mestra em Tecnologia de Alimentos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR (2020). Especialista em Nutrição funcional e fitoterapia pela União de Ensino Superior de São Miguel do Iguaçu – UNIGUACU (2024). Tem experiência nas áreas de Ciência e Tecnologia de Alimentos, atuando principalmente nos seguintes temas: desenvolvimento de formulações alimentícias para alérgicos e intolerantes alimentares, segurança e higiene alimentar, alimentos funcionais, fitoterapia, análise sensorial e análises físico-químicas de alimentos.

***Dedico***

este trabalho à minha filha, Luna França de Souza Godoi.

Filha, que você cresça sabendo que estudar vale a pena, que o conhecimento transforma e que os sonhos se constroem com coragem, fé e dedicação. Em tantos momentos em que estive no laboratório, orava a Deus pedindo pela sua chegada. E

hoje, depois de todas as dificuldades, você é o meu milagre.

Esta conquista é sua. É para você que eu dedico.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por fortalecer minha fé ao longo dessa jornada científica. À medida que a ciência se consolidava em minha trajetória, compreendi que a magnitude de cada descoberta, a cada passo dado, é uma expressão da grandeza divina. Esta caminhada me ensinou que fé e ciência não são caminhos opostos, mas complementares, e há algo profundamente sagrado no processo de buscar conhecimento com propósito.

À minha família, minha eterna base, agradeço pelo amor incondicional, pelas palavras de encorajamento e pelo suporte constante durante os momentos mais exigentes, especialmente diante das viagens exaustivas e das ausências em datas importantes. Em especial, ao meu marido, João Pedro França de Souza, obrigada por compartilhar meus sonhos como se fossem seus, por vibrar com cada conquista e por caminhar ao meu lado com amor e generosidade. Aos meus pais, Beatris Rodrigues de Godoi Silva e Valdeci Pereira da Silva, minha eterna gratidão por me ensinarem, com exemplo, afeto e sabedoria, que os estudos são caminhos de transformação individual e coletiva. Obrigada por todo o suporte incondicional, por acreditarem em mim mesmo nos momentos em que eu duvidei, e por nunca permitirem que eu desistisse deste sonho. Seus conselhos, sua força e sua fé foram fundamentais para que eu chegasse até aqui.

Às minhas irmãs, Patrícia Godoi Silva e Priscila Godoi Silva, minha gratidão por estarem ao meu lado com leveza, afeto e companheirismo, tornando os dias difíceis mais leves e os momentos felizes ainda mais significativos. À minha sogra, Santa Elazira França de Souza, agradeço sinceramente pelo apoio, carinho e por toda ajuda com a logística que tornou possível a realização deste doutorado.

Aos meus amigos que me acolheram com empatia, que vibraram, choraram e sorriram comigo ao longo dessa trajetória, minha gratidão profunda. Em especial, agradeço à Rafaela Amadori Estrazulas, Thiago Martins Zito, Bruno Martins Zito e Carlos Alonso Balzan, por cada gesto de apoio, escuta e incentivo.

Agradeço com carinho a toda equipe do NEPRON, por me acolherem com tanto profissionalismo e afeto. Vocês foram parte essencial dessa etapa, e me fizeram sentir que conquistei uma nova família em Maringá. Um agradecimento especial ao Mestre Antônio Sérgio Dacome e à Profa. Dra. Paula Gimenez Milani Fernandes, por serem referências de humanidade e excelência profissional, e por despertarem em mim admiração e inspiração.

Ao meu orientador, Professor Dr. Silvio Cláudio da Costa, agradeço profundamente pela parceria, confiança e por ser um profissional brilhante, acessível e humano. À minha co-orientadora, Dra. Daneysa Lahis Kalschne, minha sincera gratidão por nunca ter soltado minha mão, por acreditar neste desafio desde o início, e por seus valiosos ensinamentos. Você é, sem dúvida, uma inspiração para mim.

Agradeço, ainda, à CEANMED – Central Analítica Multiusuário da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Medianeira, pelos ensaios realizados.

A todos e todas que fizeram parte dessa caminhada, o meu mais sincero “obrigada”.

# SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO</b> .....	<b>08</b>
<b>GENERAL ABSTRACT</b> .....	<b>09</b>
<b>RESUMO GERAL</b> .....	<b>11</b>
<b>ARTIGO 1: Café adoçado com Folhas de Estévia: Caracterização Físico-Química e Funcional</b> .....	<b>13</b>
RESUMO .....	14
INTRODUÇÃO.....	15
METODOLOGIA.....	17
RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	20
CONCLUSÃO .....	28
REFERENCIAS .....	29
<b>ARTIGO 2: Redução de Açúcar em Café com <i>Stevia rebaudiana</i>: Percepção, Expectativa, Aceitação e Preferência sensorial do Consumidor</b> .....	<b>32</b>
RESUMO .....	32
INTRODUÇÃO.....	33
MATERIAIS E MÉTODOS .....	34
RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	41
CONCLUSÃO .....	56
REFERENCIAS .....	56

# APRESENTAÇÃO

Esta tese de doutorado está apresentada na forma de DOIS artigos científicos

- 1 Silva, P. G., Cabeça, C. L. S., Aristides, L. G. B., Pereira, B. C., Nogueira, N. C., Siciliano, P. L. M., Dacome, A. S., Fernandes, P. G. M., Kalschne, D. L., & Costa, S. C. da. (2025). **Coffee brew sweetened with stevia leaves: physicochemical and functional characterization.** *OBSERVATÓRIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA*, 23(2), e9002. DOI: <https://doi.org/10.55905/oelv23n2-074> (PUBLICADO).
- 2 Pauline Godoi Silva, Cynthia Letícia Serra Cabeça, Paulo Leonardo Marotti Siciliano, Antonio Sérgio Dacome, Paula Gimenez Milani Fernandes, Daneysa Lahis Kalschne; Silvio Claudio da Costa. **Redução de Açúcar em Café com Stevia rebaudiana: Percepção, Expectativa, Aceitação e Preferência sensorial do Consumidor.** *Food Quality and Preference*.

Cabe ressaltar que o seguinte artigo publicado em parceria com o grupo do laboratório NEPRON, contribuiu para o desenvolvimento da fase inicial desta tese:

1. COUTO, J. M. F. A; SILVA, P. G; MAREZE-COSTA, C. E.; DACOME, A. S.; FERNANDES, P. G. F.; COSTA, S. C. **Sweeteners from pre-treated Stevia leaves: Evaluation of the effect of extraction cycles by semi-continuous percolation.** *Chemical Engineering Transaction*. V. 111., 2024. DOI: 10.3303/CET24111114 (PUBLICADO).

## GENERAL ABSTRACT

**INTRODUCTION:** The exponential increase in the consumption of added sugars is one of the main factors associated with the sharp rise in non-communicable chronic diseases (NCDs), being considered not only a public health concern but also a warning sign regarding the need for changes in dietary habits. This issue has driven the search for natural and safe alternatives to enhance the sweetness of foods and beverages while maintaining good sensory acceptability. Coffee, for example, is a beverage widely consumed in Brazil in large quantities and represents one of the main sources of sugar intake, since this habit is often associated with the high addition of sugar to the product. In this context, *Stevia rebaudiana* emerges as a promising alternative for the partial replacement of sucrose, especially through the use of minimally processed leaves combined with coffee.

**OBJECTIVES:** The objective of this thesis was to develop coffee-based beverages using *Stevia rebaudiana* leaves of the UEM 13 variety as a partial alternative to sugar. To achieve this, the effects of an ethanol-based pre-treatment of the leaves were explored, assessing how this step impacts the physicochemical, functional, and sensory properties of the formulations. In addition, the study sought to understand consumer perception and acceptance regarding different versions of the product, especially those with reduced sucrose content.

**MATERIALS AND METHODS:** Article 1: Stevia leaves were harvested, dried, ground, and either subjected or not subjected to ethanol pre-treatment by percolation with absolute ethanol. Subsequently, three coffee infusion formulations were prepared: a control (without stevia), one with untreated stevia leaves, and one with pre-treated stevia leaves. Additionally, two stevia teas were prepared as comparative controls. The beverages were characterized through physicochemical and functional analyses, including stevioside content, soluble and total solids, reducing sugars, proteins, total carbohydrates, phenolic compounds, flavonoids, melanoidins, pH, acidity, color, and viscosity. Antioxidant activity was evaluated using the methods of 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) free radical inhibition and 2,2'-azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) radical scavenging capacity (ABTS). All analyses were performed in triplicate, and the results were subjected to ANOVA and Tukey's test ( $p < 0.05$ ) for sample comparisons. Article 2: The consumer expectation analysis involved 168 participants who responded to an online questionnaire regarding their perceptions of beverages sweetened with sugar or stevia leaves. Word association and free listing tests were applied; responses were grouped into categories and dimensions by triangulation, considering only terms mentioned by more than 5% of participants. A chi-square test was applied to identify perception differences. Purchase intention and sweet taste expectation were also evaluated based on fictitious coffee labels. Sweet taste expectation was assessed using the Wilcoxon paired-sample test due to the ordinal and non-parametric nature of the data, while purchase intention was analyzed using an additive preference model through linear regression with dummy variables. Hierarchical cluster analysis and principal component analysis (PCA) were subsequently applied to identify and visualize consumer preference profiles. In the sensory evaluation stage, 268 panelists assessed different coffee formulations prepared with *Coffea arabica* beans and various combinations of *Stevia rebaudiana* leaves, with or without ethanol pre-treatment and varying sucrose concentrations. Sensory panels included hedonic scale, purchase intention, triangle test, ideal scale, and preference ranking tests.

**RESULTS AND DISCUSSION:** Article 1: Ethanol pre-treatment of stevia leaves did not result in significant losses of steviol glycosides, maintaining their concentration in the infusions. The addition of stevia leaves positively influenced beverage viscosity and increased reducing sugar content. A more pronounced physicochemical impact

was observed in coffee than in stevia tea. Treated leaves enabled sucrose substitution ranging from 28.98% to 38.58%, while maintaining relevant functional characteristics. Article 2: Participants perceived coffee sweetened with sugar and coffee containing stevia leaves differently, associating positive terms such as "sweet" and "tasty" with the former, and terms like "bitter," "natural," and "residual taste" with the latter. Sweet taste expectation was significantly higher for the label with stevia leaves ( $5.71 \pm 2.15$ ) compared to that with sugar ( $5.21 \pm 2.69$ ), as indicated by the Wilcoxon test. This suggests that visual elements and the "no added sugar" message positively influenced consumer expectations. Purchase intention was also higher for the stevia-labeled package, as shown by the model. Cluster and PCA analyses revealed three distinct consumer profiles, showing clear segmentation in label-based preferences. In sensory tests, participants expressed high acceptance for the formulation with treated stevia leaves and 3% sucrose, equivalent to the control sample with 6% sucrose for taste and overall impression attributes. Sensory evaluations showed that sweetness perception remained within the ideal range despite a 50% reduction in sucrose. The triangle test revealed participants could perceive sensory differences between pre-treated and untreated samples, with qualitative feedback suggesting reduced bitterness in treated samples.

**CONCLUSIONS:** The use of minimally processed *Stevia rebaudiana* leaves, especially after ethanol pre-treatment, proved to be a viable alternative for partial sucrose replacement in coffee-based beverages. The process effectively preserved steviol glycosides with minimal impact on the visual parameters of the infusions. Additionally, improvements in viscosity and increases in soluble solids indicated enhanced physicochemical composition. From a sensory perspective, reducing up to 50% of sucrose did not compromise consumer acceptance when combined with pre-treated stevia leaves. Ideal sweet taste perception was maintained, and the formulations were well rated visually. While the sugar formulation received higher preference for aroma and flavor attributes, stevia-containing coffees were also well accepted, demonstrating the potential for partial sugar substitution without compromising the consumption experience. The analysis of expectations and perceptions revealed a higher purchase intention for the coffee package with stevia leaves compared to the sugar-labeled version. Panelists were able to identify sensory differences between samples with and without pre-treatment, supporting the effectiveness of the technique in reducing bitter and herbal notes often associated with stevia. Spontaneous participant comments highlighted the cleaner taste of the treated samples. These findings point to a promising direction in the development of beverages sweetened with natural ingredients, combining sugar reduction, functionality, and sensory acceptance. The proposal to incorporate minimally processed stevia leaves aligns with current demands for healthier and more natural foods, offering practical solutions for the reformulation of widely consumed products such as coffee.

**Keywords:** Stevia; Sugar reduction; Sensory analysis; *Coffea arabica*; Steviol glycosides; Natural sweeteners; Ethanol pre-treatment.

## RESUMO GERAL

**INTRODUÇÃO:** O crescimento exponencial do consumo de açúcares adicionados é um dos principais fatores associados ao aumento drástico de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), sendo considerado não apenas um problema de saúde pública, mas também um alerta quanto à necessidade de mudanças nos hábitos alimentares. Essa problemática impulsiona a busca por alternativas naturais e seguras que melhorem o dulçor de alimentos e bebidas, mantendo boa aceitabilidade sensorial. O café, por exemplo, é uma bebida consumida popularmente no Brasil em altas quantidades, e representa uma das principais fontes de ingestão de açúcares, uma vez que esse hábito está frequentemente associado à elevada adição de açúcares ao produto. Nesse contexto, a *Stevia rebaudiana* surge como uma alternativa promissora para a substituição parcial da sacarose, especialmente por meio do uso de folhas minimamente processadas associadas ao café.

**OBJETIVOS:** O objetivo desta tese foi desenvolver bebidas à base de café utilizando folhas de estévia da variedade UEM 13 como alternativa parcial ao açúcar. Para isso, foram explorados os efeitos de um pré-tratamento com etanol nas folhas, observando como essa etapa impacta as propriedades físico-químicas, funcionais e sensoriais das formulações. Além disso, buscou-se compreender a percepção e aceitação dos consumidores frente a diferentes versões do produto, especialmente aquelas com teores reduzidos de sacarose.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Artigo 1: As folhas foram colhidas, secas, moídas e submetidas ou não a um pré-tratamento etanólico por percolação com etanol absoluto. Posteriormente, foram preparadas três formulações de infusão de café: controle (sem estévia), com folhas não tratadas e com folhas pré-tratadas. Também foram elaborados dois chás de estévia como controle comparativo. As bebidas foram caracterizadas por análises físico-químicas e funcionais, incluindo teor de glicosídeos de esteviol, sólidos solúveis e totais, açúcares redutores, proteínas, carboidratos totais, compostos fenólicos, flavonoides, melanoidinas, pH, acidez, cor e viscosidade. A atividade antioxidante foi avaliada pelos métodos de inibição do radical livre 2,2-difenil-1-picril-hidrazila (DPPH) e a capacidade de sequestro de radicais 2,2'-azino-bis(3-etilbenzotiazolino-6-ácido sulfônico) (ABTS). Todas as análises foram realizadas em triplicata, e os resultados foram submetidos à ANOVA e teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) para comparação entre as amostras. Artigo 2: A análise da expectativa dos consumidores envolveu 168 participantes, que responderam a um questionário online sobre suas percepções em relação a bebidas adoçadas com açúcar ou com folhas de estévia. Foram aplicados testes de associação e lista livre de palavras, as respostas foram agrupadas em categorias e dimensões por triangulação, onde considerou-se apenas os termos com frequência superior a 5% dos participantes, aplicando o teste qui-quadrado para identificar diferenças de percepção. Foram também analisadas a intenção de compra e a expectativa de gosto doce com base na avaliação de rótulos fictícios de café. A expectativa de gosto doce foi avaliada por meio do teste de Wilcoxon para amostras pareadas, enquanto a intenção de compra foi analisada com um modelo aditivo de preferência, utilizando regressão linear com variáveis dummy. Em seguida, aplicaram-se a análise de agrupamento hierárquico e a análise de componentes principais (PCA) para identificar e visualizar os diferentes perfis de consumidores. Na etapa da análise sensorial, participaram 268 provadores avaliaram diferentes formulações de café preparados com grãos de *Coffea arabica* e diferentes combinações de folhas de *Stevia rebaudiana*, com ou sem pré-tratamento etanólico, e teores variados de sacarose. Foram realizados diferentes painéis que incluíram escala hedônica, intenção de compra, teste triangular, escala do ideal e ordenação de preferência.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Artigo 1: O pré-tratamento etanólico das folhas de estévia não resultou em perdas significativas de glicosídeos de esteviol, mantendo a concentração desses compostos nas infusões. A adição de folhas de estévia influenciou positivamente a viscosidade da bebida e aumentou o teor de açúcares redutores. Observou-se impacto físico-químico mais pronunciado no café do que no chá de estévia. As folhas tratadas permitiram substituição da sacarose entre 28,98% e 38,58%, com manutenção de características funcionais relevantes. Artigo 2: Os

participantes percebem de forma distinta o café adoçado com açúcar e aquele contendo folhas de estévia, atribuindo termos positivos como "doce" e "gostoso" ao primeiro e características como "amargo" e "natural" ao segundo. A expectativa de gosto doce foi significativamente maior para o rótulo com folhas de estévia ( $5,71 \pm 2,15$ ) do que para o com açúcar ( $5,21 \pm 2,69$ ), conforme indicado pelo teste de Wilcoxon. Esse resultado sugere que elementos visuais e a mensagem "não contém açúcar" influenciaram positivamente a expectativa dos consumidores. A intenção de compra também foi maior para a embalagem com estévia, conforme indicado pelo modelo. A análise de clusters e PCA revelou três perfis de consumidores, evidenciando uma segmentação clara nas preferências em função do tipo de rótulo. Para a análise sensorial, os participantes demonstraram boa aceitação para a amostra com folhas de estévia tratadas e 3% de sacarose, equivalente à amostra controle com 6% de sacarose nos atributos de sabor e impressão global. Os testes sensoriais indicaram que a percepção de doçura permaneceu dentro da faixa ideal, mesmo com redução de 50% de sacarose. O teste triangular evidenciou que os participantes conseguiram perceber diferenças sensoriais entre amostras com e sem pré-tratamento, com relatos qualitativos sugerindo redução do amargor nas amostras tratadas.

**CONCLUSÕES:** O uso de folhas de *Stevia rebaudiana* minimamente processadas, especialmente após o pré-tratamento com etanol, mostrou-se uma alternativa viável para a substituição parcial da sacarose em bebidas à base de café. O processo foi eficaz em preservar os glicosídeos de esteviol, com impacto mínimo nos parâmetros visuais das infusões. Além disso, observou-se melhora na viscosidade e aumento nos sólidos solúveis, indicando ganhos na composição físico-química da bebida. Do ponto de vista sensorial, a redução de até 50% da sacarose não comprometeu a aceitação dos consumidores quando associada às folhas de estévia pré-tratadas. A percepção do gosto doce ideal foi mantida, e as formulações foram bem avaliadas visualmente. Apesar da formulação com açúcar ter recebido maior preferência nos atributos de aroma e sabor, os cafés com estévia foram bem aceitos, evidenciando o potencial da substituição parcial do açúcar sem prejuízo à experiência de consumo. A análise das expectativas e percepções demonstrou maior intenção de compra para a embalagem do café com folhas de estévia em comparação à versão com açúcar. Os provadores foram capazes de identificar diferenças sensoriais entre amostras com e sem pré-tratamento, reforçando a eficácia da técnica na redução de notas amargas e herbais, frequentemente associadas à estévia. Comentários espontâneos dos participantes destacaram o sabor mais limpo das amostras tratadas. Esses resultados apontam para um caminho promissor no desenvolvimento de bebidas adoçadas com ingredientes naturais, conciliando redução de açúcar, funcionalidade e aceitação sensorial. A proposta de incorporar folhas minimamente processadas de estévia atende às demandas contemporâneas por alimentos mais saudáveis e naturais, oferecendo soluções reais para reformulação de produtos amplamente consumidos, como o café.

**Palavras-chave** Estévia; Redução de açúcar; Análise sensorial; Coffea arabica; Glicosídeos de esteviol; Adoçantes naturais; Pré-tratamento etanólico.

## **ARTIGO 1**

### **Café adoçado com Folhas de Estévia: Caracterização Físico-Química e Funcional**

**Pauline Godoi Silva**

Mestre em Tecnologia de Alimentos  
Instituição: Universidade Estadual de Maringá  
Endereço: Maringá, Paraná, Brasil  
E-mail: pauline.godoi@gmail.com

**Cynthia Letícia Serra Cabeça**

Mestre em Bioquímica  
Instituição: Universidade Estadual de Maringá  
Endereço: Maringá, Paraná, Brasil  
E-mail: pg55300@uem.br

**Lorena Gonçalves Bardini Aristides**

Graduada em Bioquímica  
Instituição: Universidade Estadual de Maringá  
Endereço: Maringá, Paraná, Brasil  
E-mail: lorena.aristidess@gmail.com

**Betânea Campagnolli Pereira**

Graduada em Bioquímica  
Instituição: Universidade Estadual de Maringá  
Endereço: Maringá, Paraná, Brasil  
E-mail: betanea20111@gmail.com

**Natani Caroline Nogueira**

Mestre em Bioquímica  
Instituição: Universidade Estadual de Maringá  
Endereço: Maringá, Paraná, Brasil  
E-mail: pg404323@uem.br

**Paulo Leonardo Marotti Siciliano**

Mestre em Bioquímica  
Instituição: Universidade Estadual de Maringá  
Endereço: Maringá, Paraná, Brasil  
E-mail: plmarotti@gmail.com

**Antonio Sérgio Dacome**

Mestre em Química  
Instituição: Universidade Estadual de Maringá  
Endereço: Maringá, Paraná, Brasil  
E-mail: asdacome@uem.br

**Paula Gimenez Milani Fernandes**

Doutora em Ciência de Alimentos  
Instituição: Universidade Estadual de Maringá  
Endereço: Maringá, Paraná, Brasil  
E-mail: pgmfernandes2@uem.br

**Daneysa Lahis Kalschne**

Doutora em Ciência de Alimentos  
Instituição: Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Endereço: Medianeira, Paraná, Brasil  
E-mail: daneysakalschne@utfpr.edu.br

**Silvio Claudio Da Costa**

Doutor em Bioquímica  
Instituição: Universidade Estadual de Maringá  
Endereço: Maringá, Paraná, Brasil  
E-mail: sccosta@uem.br

**ABSTRACT**

This study aimed to developed a coffee brew sweetened with UEM 13 variety stevia leaves. The stevia leaves were submitted to an ethanolic elution pretreatment and compared to untreated sample. The coffee brew sweetened with pretreated and untreated stevia were produced and compared to a coffee without stevia, and with a stevia tea produces with pretreated and untreated leaves. The beverages were characterized by physico-chemical and functional parameters, bioactive compounds, and antioxidant activity. The pretreatment was successfully performed in stevia leaves, without significant loss of steviol glycosides and minimal changes to color parameters. The coffee brew with stevia pretreated leaves kept the same steviol glycosides content than coffee with untreated ones. The stevia addition to coffees presented influence on solids due carbohydrate and reducing sugar increase, improving the coffee brew viscosity. Regarding bioactive compounds and antioxidant activity, some influence of percolation saturation process may be observed for coffee in comparison with control coffee brew and stevia tea. Although pretreated and untreated leaves did not differ for steviol glycosides content, physico-chemical influences of them were observed in coffee brew in a most pronounced way. The stevia leaves may be used as coffee sweetener replacing sucrose added in 28.98% to 38.58%.

**Keywords:** Stevia; Natural sweeteners; Coffea arabica; Reduction of added sugar; Antioxidant activity; Bioactive compound.

**RESUMO**

Este estudo teve como objetivo desenvolver uma infusão de café adoçado com folhas de estévia da variedade UEM 13. As folhas de estévia foram submetidas a um pré-tratamento de eluição com etanol e comparadas com uma amostra não tratada. A infusão de café adoçado com folhas de estévia pré-tratadas e não tratadas foi produzida e comparada com um café sem estévia e com um chá de estévia produzido com folhas pré-tratadas e não tratadas. As bebidas foram caracterizadas por parâmetros físico-químicos e funcionais, compostos bioativos e atividade antioxidante. O pré-tratamento foi realizado com sucesso nas folhas de estévia, sem perda significativa de glicosídeos de esteviol e com alterações mínimas nos parâmetros de cor. A infusão de café com folhas de estévia pré-tratadas manteve o conteúdo de glicosídeos de esteviol que o café com folhas não tratadas. A adição de estévia ao café influenciou o teor de sólidos devido ao aumento de carboidratos e açúcares redutores, melhorando a viscosidade da bebida. Em relação aos compostos bioativos e à atividade antioxidante, foi observada alguma influência do processo de saturação por percolação no café, em comparação com o café controle e o chá de estévia. Embora as folhas pré-tratadas e não tratadas não tenham diferido em relação ao conteúdo de glicosídeos de esteviol, foram observadas influências físico-químicas mais pronunciadas no café. As folhas de estévia podem ser usadas como adoçante para café, substituindo a sacarose em 28,98% a 38,58%.

**Palavras-chave:** Estévia; Adoçantes naturais; Coffea arabica; Redução de açúcar adicionado; Atividade antioxidante; Compostos bioativos.

**RESUMEN**

Este estudio tuvo como objetivo desarrollar una infusión de café endulzada con hojas de stevia de

la variedad UEM 13. Las hojas de stevia fueron sometidas a un pretratamiento de elución con etanol y comparadas con una muestra no tratada. La infusión de café endulzada con hojas de stevia pretratadas y no tratadas fue producida y comparada con un café sin stevia y con un té de stevia producido con hojas pretratadas y no tratadas. Las bebidas fueron caracterizadas por parámetros físico-químicos e funcionales, compuestos bioactivos y actividad antioxidante. El pretratamiento se realizó con éxito en las hojas de stevia, sin pérdidas significativas de glucósidos de esteviol y con cambios mínimos en los parámetros de color. La infusión de café con hojas de stevia pretratadas mantuvo el mismo contenido de glucósidos de esteviol que el café con hojas no tratadas. La adición de stevia al café influyó en el contenido de sólidos debido al aumento de carbohidratos y azúcares reductores, mejorando la viscosidad de la bebida. En cuanto a los compuestos bioactivos y la actividad antioxidante, se observó cierta influencia del proceso de saturación por percolación en el café, en comparación con el café de control y el té de stevia. Aunque las hojas pretratadas y no tratadas no difirieron en cuanto al contenido de glucósidos de esteviol, se observaron influencias físico-químicas más pronunciadas en el café. Las hojas de stevia pueden ser utilizadas como edulcorante para el café, reemplazando la sacarosa en un 28,98% a 38,58%.

**Palabras clave:** Estévia; Edulcorantes naturales; Coffea arabica; Reducción de azúcar añadido; Actividad antioxidante; Compuestos bioactivos.

## 1 INTRODUÇÃO

Em 2014, a Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS) identificou a contribuição energética em relação ao total de macronutrientes presentes nos alimentos ultraprocessados comercializados per capita nos países da América Latina; 43% provinham de açúcares livres, o que representou mais de 7 milhões de toneladas de açúcar (OPS, 2019). O açúcar deve representar até 10% da ingestão calórica diária.

O café é a bebida mais consumida no mundo, e o Brasil é o maior produtor e exportador mundial de café, com uma estimativa de produção de 54,4 milhões de sacas (60 kg) em 2023 (CONAB, 2023). Atualmente, há uma demanda crescente por cafés com alta qualidade e variedade de características sensoriais (Seninde; Chambers; Chambers, 2020). Segundo a Pesquisa de Orçamentos Familiares de 2017-2018 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o café foi o alimento mais frequentemente consumido pelos brasileiros (78,11%), com uma média per capita de 162,2 g por dia (Brasil, 2020).

O café é reconhecido por seus benefícios à saúde na prevenção de doenças cardiovasculares, propriedades bactericidas, antidiabéticas, neuroprotetoras e anticancerígenas, além de uma relação inversa com a mortalidade total (Ding *et al.*, 2015; Hu *et al.*, 2019). Os compostos bioativos do café incluem ácidos clorogênicos (5-ACQ), cafeína, trigonelina, diterpenos e melanoidinas (Almeida; Benassi, 2011; Kalschne *et al.*, 2020) com atividade antioxidante. Em relação ao método de extração, os brasileiros preferem café filtrado ou instantâneo (71%), adoçado com açúcar (87%) ou adoçantes (7%) (Sousa; Da Costa, 2015). Apesar dos benefícios à saúde, o consumo de café associado ao alto teor de sacarose pode ser prejudicial,

justificando a necessidade de opções de café adoçado mais saudáveis. Adoçantes naturais podem contribuir para o processo de transição, reduzindo o hábito de açúcar livre.

A estévia é um adoçante natural, obtido da *Stevia rebaudiana* Bertoni. O sabor adocicado da estévia é conferido pelos glicosídeos de esteviol, 100 a 300 vezes mais doces que a sacarose. Ela contém mais de 30 tipos de glicosídeos de esteviol; as folhas contêm uma combinação de glicosídeos diterpênicos, incluindo esteviosídeos; rebaudiosídeos A, B, C, D, E e F; esteviolbiosídeo e dulcosídeo (Goyal; Samsher; Goyal, 2010; Khan *et al.*, 2021). Os glicosídeos das folhas de estévia contêm em média: 0,3% de dulcosídeo, 0,6% de rebaudiosídeo C, 3,8% de rebaudiosídeo A e 9,1% de esteviosídeo (Ferrazzano *et al.*, 2015). Os benefícios da estévia para a saúde incluem ação profilática contra diabetes, obesidade, hipertensão, câncer, cáries dentárias, estresse oxidativo e infecções microbianas (Ahmad *et al.*, 2020). De acordo com Raspe *et al.* (2022), os principais efeitos da estévia para a saúde *in vitro* e/ou *in vivo* incluem: propriedades antidiabéticas, antitumorais, bacterianas, antivirais, anticáries, antioxidantes, antiobesogênicas, anti-hipertensivas e segurança no uso, pois não causa toxicidade subaguda e aguda, efeitos mutagênicos, teratogênicos e carcinogênicos. A estévia tem sido usada como adoçante e substituto do açúcar nas indústrias alimentícia e farmacêutica, sendo reconhecida por seu perfil fitoquímico e nutricional e efeitos benéficos à saúde (Ahmad *et al.*, 2020).

No Brasil, o Núcleo de Estudos em Produtos Naturais (NEPRON) da Universidade Estadual de Maringá (UEM) vem realizando pesquisas com estévia e obteve uma variedade, a *Stevia* UEM-13, cujo principal glicosídeo é o rebaudiosídeo A, com uma relação rebaudiosídeo A/esteviosídeos > 1. Portanto, é considerada uma variedade de elite em comparação com plantas selvagens e pode ser multiplicada por sementes. Além disso, as folhas da variedade UEM-13 apresentam alto potencial antioxidante (Milani *et al.*, 2017).

Considerando os benefícios do café e da estévia para a saúde, e o grande consumo de café em todo o mundo, em diferentes faixas etárias e posições socioeconômicas, reeducar os consumidores sobre o menor consumo de açúcar associado ao hábito de consumo de café é uma medida de saúde pública. O desenvolvimento de uma bebida de café torrado e moído com folhas de estévia minimamente processadas pode auxiliar na transição do consumo de açúcar para o açúcar livre. Além disso, o uso de café e folhas de estévia minimamente processadas permite maior aproveitamento, reduzindo etapas de processamento, fornecendo bebidas light/diet acessíveis a consumidores de menor poder aquisitivo e com diferentes restrições alimentares.

O objetivo deste estudo foi desenvolver uma bebida de café adoçada com folhas de estévia. A estévia foi submetida a um pré-tratamento etanólico e comparada à uma amostra não tratada; ambas as amostras foram caracterizadas. A bebida de café com estévia foi comparada a um café sem estévia e a um chá de estévia produzido com folhas pré-tratadas e não tratadas. As bebidas

foram caracterizadas por parâmetros físico-químicos e instrumentais, compostos bioativos e atividade antioxidante.

## 2 METODOLOGIA

O presente estudo foi realizado no Núcleo de Estudos em Produtos Naturais (NEPRON) da Universidade Estadual de Maringá e na Central Analítica Multiusuário de Medianeira (CEANMED) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Grãos de *Coffea arabica*, torra média, e moídos da safra 2022 colhidos na Fazenda Dona Irani (Gália, São Paulo, Brasil) e folhas de estévia da variedade UEM-13 colhidas na horta experimental do NEPRON foram utilizados para produzir as formulações da bebida de café.

### 2.1 OBTENÇÃO E PRÉ-TRATAMENTO DAS FOLHAS DE ESTÉVIA

Após 60 dias de cultivo, as plantas de estévia atingiram o estágio vegetativo máximo e foram colhidas nos dias 24/08/2021, 06/10/2021 e 16/12/2021, sendo reunidas para formar um lote. Após a colheita, a biomassa fresca coletada foi seca em bandejas de aço inoxidável em estufa com circulação forçada de ar a 60 °C por 48 h (Armando Vilaro e Cia, São Paulo, Brasil). As folhas foram separadas dos caules, ramos e flores, e o teor de água das folhas foi determinado (AOAC, 1995). As folhas foram moídas em moinho de facas (Modelo, Marconi, Piracicaba, Brasil) com abertura de peneira de 1,70 mm e malha 10, acondicionadas em recipientes de polietileno e armazenadas a -18 °C até o uso.

Um pré-tratamento com etanol por percolação foi realizado de acordo com Formigoni *et al.* (2018a) com adaptações. Folhas de estévia secas e moídas (300 g) foram adicionadas a uma coluna eluída com etanol absoluto (99,5 °GL, Synth, Diadema - SP, Brasil) a uma vazão constante de 33 mL min<sup>-1</sup>, consumindo um volume total de etanol de 4,2 L. O solvente foi eluído por gravidade e as frações foram coletadas para controle do processo. As folhas de estévia pré-tratadas foram secas em estufa de circulação (60 °C/48 h), acondicionadas em recipientes de polietileno e armazenadas a -18 °C até o uso.

### 2.2 PREPARO DO INGREDIENTE DE CAFÉ E DO CHÁ DE STEVIA

Três formulações de infusão de café e dois chás de stevia foram preparados da seguinte forma:

CC: Infusão de café – usada como controle sem adoçante;

CUL: Infusão de café com adição de folhas de stevia não tratadas;

CPL: Infusão de café com adição de folhas de stevia pré-tratadas;

TUL: Chá de folhas de stevia não tratadas – usado como controle;

TPL: Chá de folhas de stevia pré-tratadas – usado como controle.

A infusão de café foi preparada com café torrado e moído, adicionado de folhas de stevia moídas, dispostas em um filtro de papel (n° 103, Melitta, Guaíba, Brasil), pré-resfriado com 200 mL de água mineral a 92 °C (Kalschne *et al.*, 2019), conforme mostrado na Figura 1.

Figura 1. Esquema para preparação de café.



Fonte: Autores (2025).

O chá de stevia foi preparado da mesma forma descrita para a infusão de café, exceto pela ausência de adição de café. A porcentagem de folhas de estévia na bebida de café foi determinada de acordo com os teores máximos de glicosídeos de esteviol permitidos na RDC n° 585 de 2021 (Brasil, 2021).

### 2.3 DETERMINAÇÃO DE GLICOSÍDEOS DE ESTEVIOL

O teor de glicosídeos de esteviol em folhas de estévia não tratadas e pré-tratadas, em infusão de café e em chá com folhas de estévia não tratadas e tratadas foi determinado de acordo com Dacome *et al.* (2005), por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE) (Gilson, Villiers le Bel - França) acoplada a um detector de índice de refração (IR-S: 32). Utilizou-se uma eluição isocrática da fase móvel acetonitrila:água (80:20) v v-1 e uma coluna de NH<sub>2</sub> de 5 µm com dimensões de 125 × 4,6 mm (Thermo Fisher, Waltham, EUA). A identificação dos glicosídeos de esteviol foi baseada nos tempos de retenção e espectros de UV e a quantificação foi realizada por padronização externa usando curvas analíticas de 6 pontos com medidas em triplicata

(esteviosídeo:  $R^2 = 0,9997$  e tempo de retenção = 8,090 min; rebaudiosídeo A:  $R^2 = 0,9934$  e tempo de retenção = 10,035 min; rebaudiosídeo C:  $R^2 = 0,9984$  e tempo de retenção = 8,650 min). Os limites de detecção e quantificação foram 0,005 e 0,01 mg mL<sup>-1</sup> e os resultados foram expressos em g 100 g<sup>-1</sup> de folhas secas e em g de infusão de café por amostra total.

## 2.4 ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E FUNCIONAL

O café e o chá com folhas de estévia não tratadas e pré-tratadas foram analisados em triplicata, utilizando diferentes metodologias. Todas as curvas de calibração também foram realizadas em triplicata. A porcentagem de pigmentação foi estimada de acordo com Fuh e Chiang (1990), com adaptações. O comprimento de onda de 420 nm captura as cores verde e amarela, e o comprimento de onda de 670 nm captura as cores azul e verde na espectrometria.

O teor de proteína solúvel foi determinado pelo método de Bradford (1976), utilizando uma curva de calibração de 7 pontos ( $R^2 = 0,9983$ ). O carboidrato total foi determinado pelo método fenol-sulfúrico de Dubois (1956), utilizando uma curva de calibração de 6 pontos ( $R^2 = 0,9993$ ). O açúcar redutor foi determinado pelo método do ácido 3,5-dinitrosalicílico (DNS) de Vasconcelos *et al.* (2013), utilizando uma curva de calibração de 9 pontos ( $R^2 = 0,999$ ).

Os sólidos solúveis (°Brix) foram determinados utilizando um refratômetro analógico (ITC, Castro - PR). O teor de sólidos totais (g 100 g<sup>-1</sup>) foi obtido por secagem em estufa a 105 ± 1 °C até peso constante, conforme método n° 202/IV (IAL, 2008). Os valores de pH das amostras foram obtidos utilizando um pHmetro (pH 21, Hanna, Barueri, Brasil). A acidez titulável total (mL de NaOH 0,1 M por 20 mL de amostra) foi mensurada por volumetria, conforme Kobayashi e Benassi (2012).

O teor de melanoidinas foi estimado de acordo com Almeida e Benassi (2011). O café foi utilizado como fonte de melanoidinas para obter uma curva de calibração de 7 pontos ( $R^2 = 0,9998$ ), e os resultados foram expressos em mg de melanoidinas mL<sup>-1</sup> de café/chá. Os compostos fenólicos foram determinados pelo método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteau (Singleton; Orthofer; Lamuela-Raventós, 1999) e os resultados foram expressos em equivalentes de ácido gálico (µg EAG mL<sup>-1</sup>), utilizando uma curva de calibração de 6 pontos ( $R^2 = 0,9998$ ). O teor de flavonoides foi determinado pelo método de Ruiz-Ruiz *et al.* (2015) e os resultados foram expressos em equivalentes de quercetina (µg EQ mL<sup>-1</sup>), utilizando uma curva de calibração de 8 pontos ( $R^2 = 0,9998$ ).

A atividade antioxidante foi determinada utilizando duas metodologias. A capacidade de sequestro de radicais 2,2'-azino-bis(3-etilbenzotiazolino-6-ácido sulfônico) (ABTS) foi realizada de acordo com Rufino *et al.* (2007). Diferentes curvas de calibração foram utilizadas para expressar

os resultados: equivalente de Trolox (9 pontos;  $R^2 = 0,9993$ ), equivalente de BTH (6 pontos;  $R^2 = 0,9929$ ) e equivalente de ácido gálico (9 pontos;  $R^2 = 0,9986$ ). A inibição do radical livre 2,2-difenil-1-picril-hidrazila (DPPH) foi realizada de acordo com Blois (1958) com adaptações, usando diferentes curvas de calibração para expressar os resultados: equivalente de Trolox (5 pontos;  $R^2 = 0,9993$ ), equivalente de cloridrato de butenafina (BTH) (6 pontos;  $R^2 = 0,9945$ ) e equivalente de ácido gálico (8 pontos;  $R^2 = 0,9958$ ).

## 2.5 PARÂMETROS DE COR E REOLÓGICOS

As cores das amostras foram determinadas utilizando um colorímetro (CR 400, Konica Minolta, Tóquio, Japão) e utilizando o iluminante D65. As folhas de estévia moídas foram compactadas e lidas diretamente; o café/chá foi colocado em uma cubeta de vidro (ref. 1864-709-Konica Minolta) e os parâmetros de cor e luminosidade ( $L^*$ ;  $L^* = 0$  para preto e  $L^* = 100$  para branco), componente verde-vermelho ( $a^*$ ;  $+ a^* =$  vermelho e  $- a^* =$  verde) e componente azul-amarelo ( $b^*$ ;  $+ b^* =$  amarelo e  $- b^* =$  azul) foram obtidos. O valor de croma ( $C^*$ ), que representa a pureza da cor, e a medida do ângulo ( $h^\circ$ ), que representa a tonalidade da cor, também foram obtidos.

Foi utilizado um reômetro rotativo digital de cilindro concêntrico (modelo LVDV-III Ultra, Brookfield, Middleboro, EUA) acoplado a um banho termostático (TC-602D, Brookfield, Middleboro, EUA), interligado a um computador utilizando o software Rheocalc V3.2 Build 49-1. Foi realizada uma rampa de velocidade entre 50 e 230 rpm, utilizando um spindle SC4-18, a 20 °C, com intervalo de 3 min entre cada velocidade; a viscosidade foi coletada a cada 45 s e em triplicata para cada velocidade (Kalalinia *et al.*, 2020; Xu *et al.*, 2017). Foram coletados dados de viscosidade aparente (cP), taxa de cisalhamento ( $1 \text{ s}^{-1}$ ) e tensão de cisalhamento ( $\text{D cm}^{-2}$ ).

## 2.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Todos os dados foram obtidos por meio de medidas triplicadas, expressas como média  $\pm$  desvio padrão ( $n = 3$ ), avaliadas por ANOVA unidirecional e teste de Tukey (ao nível de significância de 5%) utilizando o programa STATISTICA versão 8.0 (Statsoft, Tulsa, EUA).

# 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

## 3.1 CARACTERIZAÇÃO DAS FOLHAS DE ESTÉVIA

Após a colheita, o teor de umidade inicial das folhas de estévia foi de 81,02% ( $\pm 1,78$ );

após o processo de secagem, o teor de umidade final foi de 10,34% ( $\pm 0,11$ ). Da mesma forma, Tellez *et al.* (2018) relataram um teor de umidade inicial das folhas de estévia variando de 82,36% a 83,40%. O processo de secagem industrializado para a produção de adoçantes à base de estévia utiliza folhas com umidade de 10% a 13%; no entanto, esse percentual de umidade depende do método de secagem das folhas empregado.

A Tabela 1 mostra o conteúdo de glicosídeos e os parâmetros de cor em folhas de estévia pré-tratadas e não tratadas. O conteúdo de esteviosídeo (STV), rebaudiosídeo C (Reb C), rebaudiosídeo A (Reb A), de glicosídeos totais (TG) e o intervalo Reb A/STV não apresentaram diferença significativa ( $P < 0,05$ ) para folhas de estévia pré-tratadas e não tratadas. Isso sugere que o procedimento de extração etanólica não afetou significativamente a composição do adoçante de estévia da folha. Além disso, a Tabela 1 mostra uma comparação com dados da literatura para a composição de glicosídeos de estévia. Outros estudos conduzidos com folhas de estévia da variedade UEM-13 antes e depois do pré-tratamento etanólico apresentaram conteúdo semelhante para TG; em contraste, o estudo atual teve um menor conteúdo de STV e reb C e maior conteúdo de Reb A e Reb A/STV para folhas de estévia não tratadas e pré-tratadas (Formigoni *et al.* (2018); Silva *et al.* (2020); Ciotta *et al.* (2022)). Por outro lado, um estudo conduzido por Leszczyńska *et al.* (2021) que relatou o conteúdo de glicosídeos de estévia secos para folhas colhidas na Polônia, Paraguai e Brasil, descreveu o conteúdo de STV (5,82 a 9,54 mg 100 g<sup>-1</sup>) 2-3 vezes maior do que no estudo atual; e descreveu Reb C (0,22 a 0,28 mg 100 g<sup>-1</sup>) e Reb A (3,01 a 4,35 mg 100 g<sup>-1</sup>) 5 e 2 vezes menor do que o estudo atual, respectivamente. A variabilidade dos glicosídeos de esteviol dentro de uma mesma espécie sugere que o rendimento foliar e a porcentagem de adoçantes dependem da estação, clima, cultivar, técnicas de irrigação, presença de plantas daninhas, técnicas de secagem, local de cultivo da planta, floração, entre outros fatores (Angelini *et al.*, 2018).

Tabela 1. Composição e parâmetros de cor dos glicosídeos de esteviol das folhas da variedade UEM-13 de estévia não tratadas e pré-tratadas.

Referência	Composição de glicosídeos de esteviol					
		STV (%)	Reb C (%)	Reb A (%)	TG (%)	Reb A/STV
Estudo atual	UL	3.07 $\pm$ 0.13 <sup>a</sup>	1.24 $\pm$ 0.02 <sup>a</sup>	8.13 $\pm$ 0.37 <sup>a</sup>	12.44 $\pm$ 0.52 <sup>a</sup>	2.64
	PL	2.99 $\pm$ 0.01 <sup>a</sup>	1.21 $\pm$ 0.01 <sup>a</sup>	8.06 $\pm$ 0.12 <sup>a</sup>	12.26 $\pm$ 0.12 <sup>a</sup>	2.69
Formigoni <i>et al.</i> (2018a)	UL	4.1	2.0	4.4	10.5	1.07
	PL	3.7	1.9	3.9	9.5	1.05
Silva <i>et al.</i> (2020)	UL	4.0	1.8	5.1	10.9	1.27
	PL	3.7	1.7	4.9	10.3	1.32
Ciotta <i>et al.</i> (2022)	UL	4.5	2.0	7.1	13.6	1.58
	PL	4.4	2.0	6.7	13.1	1.52
Referência	Parâmetros de cor					
		L*	a*	b*	C*	h°
Estudo atual	UL	38.88 $\pm$ 0.16 <sup>b</sup>	-6.76 $\pm$ 0.01 <sup>b</sup>	20.80 $\pm$ 0.04 <sup>b</sup>	21.85 $\pm$ 0.01 <sup>b</sup>	108.04 $\pm$ 0.04 <sup>a</sup>
	PL	41.97 $\pm$ 0.15 <sup>a</sup>	-5.18 $\pm$ 0.03 <sup>a</sup>	22.23 $\pm$ 0.05 <sup>a</sup>	22.55 $\pm$ 0.54 <sup>a</sup>	103.03 $\pm$ 0.04 <sup>b</sup>

UL: folhas não tratadas; PL: folhas pré-tratadas; STV: esteviosídeo; Reb C: rebaudiosídeo C; Reb A: rebaudiosídeo A; TG: glicosídeos totais; L\*: luminosidade; a\*: componente verde-vermelho; b\*: componente azul-amarelo; C\*: croma; h°: matiz. Os dados representam média  $\pm$  desvio padrão (n = 3). Letras diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P < 0,05). Fonte: Elaborado pelos autores.

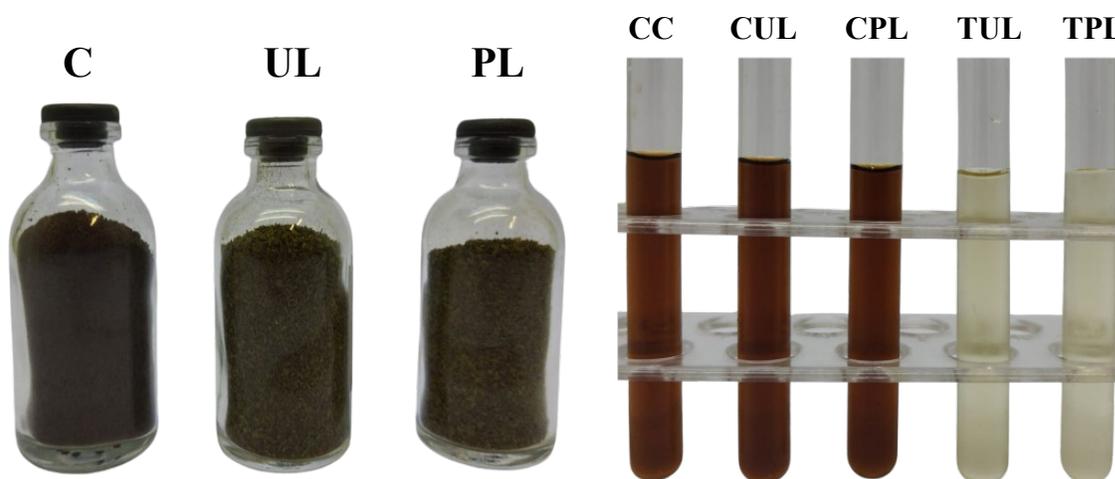
Todos os parâmetros de cor apresentaram diferenças significativas (P < 0,05) para folhas de estévia não tratadas e pré-tratadas (Tabela 1). Os valores de L\*, b\* e C\* aumentaram após o pré-tratamento, indicando uma amostra mais escura com redução da cor verde. Em contraste, os valores de a\* e h° da amostra pré-tratada diminuíram, indicando uma cor de amostra mais escura, marrom-avermelhada (Figura 2). O processo de secagem das folhas implica na aparência e na cor do produto final, especialmente se altas temperaturas, reações enzimáticas e procedimentos de oxidação forem utilizados (Buchailot; Caffin; Bhandari, 2009; Castillo-Téllez *et al.*, 2023; Lakshmi *et al.*, 2019; Tellez *et al.*, 2018)). Por exemplo, as folhas secas à sombra desempenham um papel essencial na aceitação comercial dos produtos. Durante o processo de secagem das folhas, a clorofila sofre fotodegradação devido à interação entre luz e oxigênio sob aquecimento. Essa combinação de fatores resulta na perda da cor verde, com subsequente tendência a uma coloração amarelada (Castillo-Téllez *et al.*, 2023).

Na pesquisa de Formigoni *et al.* (2018a), o teor total de clorofila nas folhas de estévia corrobora os resultados apresentados; os autores citados demonstraram uma queda de 0,84 mg g<sup>-1</sup> na clorofila após o pré-tratamento etanólico das folhas de estévia. Como a clorofila reflete o verde e absorve as cores azul, violeta e vermelho, a diminuição da clorofila tende a reduzir a percepção da cor verde (Qiu *et al.*, 2019; Sharma *et al.*, 2021).

### 3.2 CARACTERIZAÇÃO DO COFFEE BREW E DO CHÁ DE STEVIA

A Figura 2 mostra o café torrado, os pós de folhas de estévia não tratadas e pré-tratadas; e o preparo do café e o chá de estévia obtidos.

Figura 2. Café e folhas de estévia moídas, café e chá de estévia.



C: café torrado e moído; UL: folhas de estévia não tratadas; PL: folhas de estévia pré-tratadas; CC: infusão de café – usada como controle sem adoçamento; CUL: infusão de café adicionada de folhas de estévia não tratadas; CPL: infusão de café adicionada de folhas de estévia pré-tratadas; TUL: chá de folhas de estévia não tratadas – usado como controle; TPL: chá de folhas de estévia pré-tratadas – usado como controle. Fonte: Elaborado pelos autores.

A Tabela 2 mostra as formulações de infusão de café e chá de estévia, o rendimento do processo de percolação e o teor de glicosídeos de esteviol. As formulações controles CC, TUL e TPL, apenas com café ou folhas de estévia, apresentaram maior rendimento do que CUL e CPL, provavelmente devido à porcentagem de absorção de água dos ingredientes durante o processo de percolação.

Em relação ao teor de glicosídeos de esteviol, as infusões de café apresentaram menor teor de STV, Reb C, Reb A e TG do que o chá ( $P < 0,05$ ), destacando a menor eficiência do café na extração de glicosídeos (Tabela 2). Isso pode ser explicado pela saturação de água no processo, que limita a extração de adoçantes, uma vez que o processo imita a preparação tradicional da infusão de café. A amostra CUL obteve a maior eficiência de extração, com maiores valores de glicosídeos.

Conforme o teor de glicosídeos nas folhas de estévia, utilizando 0,8 g de folhas na infusão de café/chá, assumindo que o processo de percolação ocorreu em sua totalidade, utilizando UL, esperava-se obter 0,0995 gramas de glicosídeos totais (0,0246 g de STV; 0,0099 g de Reb C; e 0,065 g de Reb A). Utilizando PL, esperava-se obter 0,0981 gramas de TG (0,0239 g de STV; 0,0097 g de Reb C; e 0,0645 g de Reb A). Os valores observados indicaram uma capacidade de extração de TG para o método empregado de 43,43% (0,0426 g) em CUL e 32,15% (0,0320 g) em CPL.

Considerando os 6% de sacarose necessários para adoçar um café tradicional (Kalschne *et al.*, 2019) e o potencial da estévia para adoçar de 100 a 300 vezes mais que a sacarose (Ahmad *et al.*, 2020), o uso de folhas de estévia em formulações de café teria o potencial de reduzir a sacarose em 38,58% a 100,00% no CUL e 28,98% a 86,95% no CPL.

Tabela 2. Formulações, rendimento de percolação e conteúdo glicosídico do café e do chá de estévia.

<b>Formulações e rendimento de percolação</b>					
	<b>CC</b>	<b>CUL</b>	<b>CPL</b>	<b>TUL</b>	<b>TPL</b>
<b>C (g)</b>	20.00	20.00	20.00	0.00	0.00
<b>UL (g)</b>	0.00	0.80	0.00	0.80	0.00
<b>PL (g)</b>	0.00	0.00	0.80	0.00	0.80
<b>Water (mL)</b>	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00
<i>Average yield (mL)</i>	<i>148.00</i>	<i>138.00</i>	<i>138.00</i>	<i>184.00</i>	<i>184.00</i>
<b>Composição do glicosídeo de esteviol</b>					
<b>STV (g)</b>	-	0.0045 ± 0.0001 <sup>c</sup>	0.0039 ± 0.0001 <sup>c</sup>	0.0129 ± 0.0012 <sup>a</sup>	0.0103 ± 0.0008 <sup>b</sup>
<b>Reb C (g)</b>	-	0.0022 ± 0.0000 <sup>c</sup>	0.002 ± 0.0001 <sup>c</sup>	0.0046 ± 0.0002 <sup>a</sup>	0.0036 ± 0.0001 <sup>b</sup>
<b>Reb A (g)</b>	-	0.0105 ± 0.0010 <sup>c</sup>	0.0094 ± 0.004 <sup>c</sup>	0.0251 ± 0.0006 <sup>a</sup>	0.0180 ± 0.0019 <sup>b</sup>
<b>TG (g)</b>	-	0.0173 ± 0.010 <sup>c</sup>	0.0154 ± 0.0005 <sup>c</sup>	0.0426 ± 0.0017 <sup>a</sup>	0.0320 ± 0.0026 <sup>b</sup>
<b>Reb A/STV</b>	-	2.33	2.41	1.95	1.74

C: café torrado e moído; UL: folhas de estévia não tratadas; PL: folhas de estévia pré-tratadas; CC: infusão de café – usada como controle sem adoçamento; CUL: infusão de café adicionada de folhas de estévia não tratadas; CPL: infusão de café adicionada de folhas de estévia pré-tratadas; TUL: chá de folhas de estévia não tratadas – usado como controle; TPL: chá de folhas de estévia pré-tratadas – usado como controle. STV: esteviosídeo; Reb C: rebaudiosídeo C; Reb A: rebaudiosídeo A; TG: glicosídeos totais. Os dados representam a média  $\pm$  desvio padrão ( $n = 3$ ). Letras diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). Fonte: Elaborado pelos autores.

A Tabela 3 mostra a porcentagem de pigmentação, os parâmetros de cor, a composição centesimal, o conteúdo bioativo e a capacidade antioxidante das infusões de café e do chá de estévia. O CUL apresentou maior turbidez (670 nm) em comparação com o CPL e o CC, e menor porcentagem de cor (420 nm) do que o CC. O café pode sofrer alterações na porcentagem de pigmentação das infusões, dependendo do uso de folhas não tratadas ou pré-tratadas.

Os valores de  $L^*$  e  $C^*$  para as infusões de café (CUL e CPL) foram semelhantes aos do CC (Tabela 2 e Figura 2). No entanto, houve um aumento significativo em  $a^*$  no CUL em comparação com os demais cafés ( $P < 0,05$ ), embora não tenha havido diferença em  $a^*$  entre as folhas TUL e TPL e entre as folhas UL e PL (Tabela 2 e Tabela 1;  $P > 0,05$ ). Em relação ao  $b^*$ , não foi observada diferença entre CUL e CPL ( $P > 0,05$ ). Para  $C^*$ , não foram observadas diferenças entre as amostras de café, enquanto para  $h^\circ$ , todas as amostras diferiram entre si ( $P < 0,05$ ).

Não houve diferenças nos valores de proteína, carboidratos, açúcares redutores totais, sólidos solúveis totais, sólidos totais, pH e acidez titulável total nos grupos TUL e TPL (controles) ( $P > 0,05$ ; Tabela 2). Nas preparações de café, a porcentagem de carboidratos aumentou significativamente nos grupos CUL e CPL em comparação com CC, explicada pela presença de glicosídeos de esteviol (adoçantes) das folhas de estévia. Os açúcares redutores totais e a acidez titulável total foram significativamente maiores nos grupos CUL e CPL em comparação com CC, explicados pela adição de estévia ( $P < 0,05$ ).

Não houve diferença significativa nos valores de pH entre as formulações de café ( $P > 0,05$ ). Os sólidos totais e os sólidos solúveis totais aumentaram em CUL e CPL em comparação com CC, explicados pela adição de estévia. A acidez titulável total foi maior na formulação de café do que na de chá, e a combinação de café e estévia aumentou a acidez (CUL e CPL) ( $P < 0,05$ ).

As melanoidinas, compostos fenólicos e flavonoides foram semelhantes para TUL e TPL ( $P > 0,05$ ), demonstrando que o pré-tratamento etanólico não alterou a composição bioativa das folhas de estévia. No entanto, o teor de melanoidinas foi significativamente maior em cafés com folhas de estévia (CUL e CPL) em comparação com CC e, como são bioativos solúveis em água, sua presença é desejável na bebida de café. Diferentemente das melanoidinas, os compostos fenólicos e flavonoides não aumentaram na bebida de café com estévia em comparação com CC, embora estivessem presentes tanto no café quanto na estévia. Isso pode estar relacionado ao procedimento de percolação, que saturou para extrair esses bioativos.

O ABTS e o DPPH foram semelhantes para TUL e TPL ( $P > 0,05$ ), reforçando que o pré-tratamento etanólico não alterou significativamente a capacidade antioxidante das folhas de estévia. Em contraste, Formigoni *et al.* (2018a) relataram que o pré-tratamento etanólico removeu seletivamente pequenas frações de compostos fenólicos e flavonoides, responsáveis em parte pelo sabor amargo da estévia. De acordo com os autores citados, isso permite que o uso da estévia produza extratos menos amargos com alta qualidade sensorial. Corroborando com o estudo atual, Silva *et al.* (2020) relataram que o pré-tratamento etanólico não promoveu nenhuma influência na composição fenólica e flavonoide das folhas de estévia.

A capacidade antioxidante do ABTS foi maior em CUL e CPL do que outras formulações ( $P < 0,05$ ), pois um efeito sinérgico do café e das folhas de estévia aumentou o potencial antioxidante do CUL e do CPL. No entanto, entre essas amostras, o CUL apresentou valores de ABTS maiores do que o CPL ( $P < 0,05$ ). Para essa atividade antioxidante, a associação das folhas de estévia com o café provou ser positiva, uma vez que os compostos bioativos presentes no CUL e no CPL foram maiores se considerado o uso de adoçante ou café sozinho. Em contraste, pela capacidade antioxidante do DPPH, o CC apresentou o maior potencial antioxidante, seguido pelo CUL, CPL e chá de estévia ( $P < 0,05$ ). O comportamento do DPPH está de acordo com o conteúdo de flavonoides e compostos fenólicos, que foi maior no CC. Para esses compostos e atividade antioxidante, a associação das folhas de estévia com o café parece ser dependente do processo de percolação, que pode sofrer saturação. As diferenças de resultados observadas entre a metodologia ABTS e DPPH podem estar relacionadas aos diferentes mecanismos antioxidantes dos radicais envolvidos.

Tabela 3: Características físico-químicas, composição proximal, análise colorimétrica, compostos bioativos e atividade antioxidante de bebidas feitas de café e folhas de estêvia com e sem pré-tratamento.

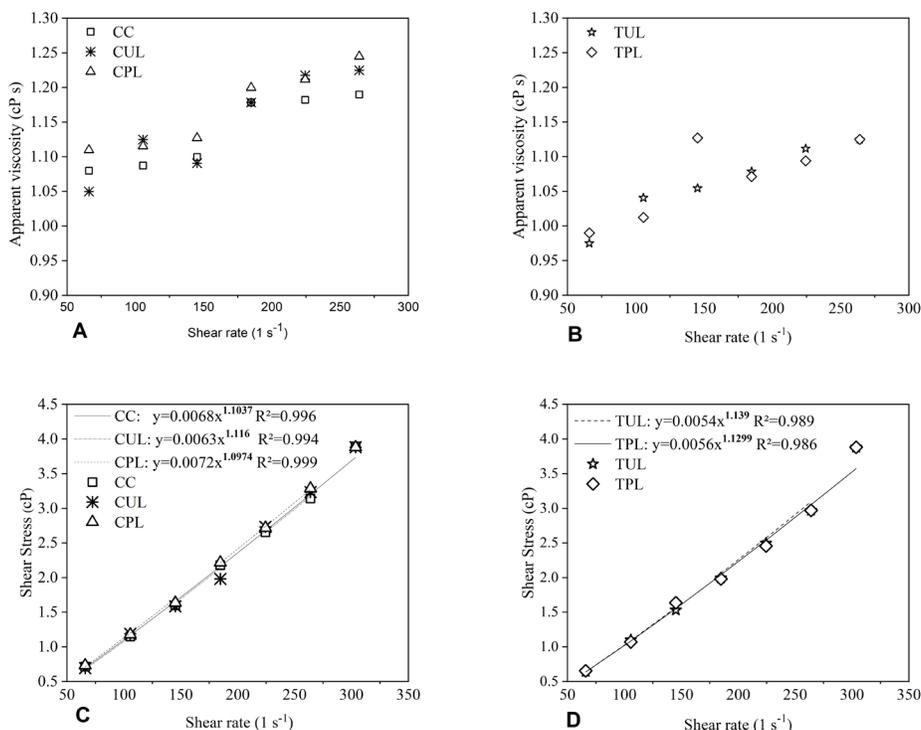
Parâmetros		CC	CUL	CPL	TUL	TPL
670 nm	(Turbidez)	444.753 ± 0.249 <sup>c</sup>	551.014 ± 0.379 <sup>a</sup>	525.014 ± 0.614 <sup>b</sup>	143.166 ± 0.249 <sup>d</sup>	92.108 ± 0.165 <sup>c</sup>
420 nm	(Cor)	4010.031 ± 78.322 <sup>a</sup>	3916.580 ± 24.271 <sup>ab</sup>	3850.748 ± 49.176 <sup>b</sup>	481.853 ± 0.215 <sup>c</sup>	347.719 ± 0.197 <sup>c</sup>
L*	-	23.130 ± 0.078 <sup>b</sup>	21.163 ± 0.104 <sup>b</sup>	20.697 ± 0.005 <sup>b</sup>	51.133 ± 0.207 <sup>a</sup>	51.297 ± 0.236 <sup>a</sup>
a*	-	3.157 ± 0.130 <sup>c</sup>	4.687 ± 0.161 <sup>a</sup>	3.913 ± 0.119 <sup>b</sup>	-6.307 ± 0.056 <sup>d</sup>	-6.100 ± 0.000 <sup>d</sup>
b*	-	4.040 ± 0.024 <sup>d</sup>	4.470 ± 0.059 <sup>c</sup>	4.260 ± 0.043 <sup>cd</sup>	17.997 ± 0.164 <sup>a</sup>	14.500 ± 0.033 <sup>b</sup>
C*	-	5.107 ± 0.045 <sup>c</sup>	6.527 ± 0.125 <sup>c</sup>	5.787 ± 0.040 <sup>c</sup>	18.627 ± 0.288 <sup>a</sup>	15.073 ± 0.021 <sup>b</sup>
h°	-	52.627 ± 0.464 <sup>c</sup>	43.127 ± 0.272 <sup>c</sup>	47.267 ± 0.413 <sup>d</sup>	109.553 ± 0.381 <sup>b</sup>	112.983 ± 0.307 <sup>a</sup>
Proteínas	µg mL <sup>-1</sup>	0.716 ± 0.005 <sup>a</sup>	0.715 ± 0.004 <sup>b</sup>	0.715 ± 0.002 <sup>b</sup>	0.072 ± 0.005 <sup>c</sup>	0.072 ± 0.008 <sup>c</sup>
Carboidratos	µg mL <sup>-1</sup>	20.148 ± 0.006 <sup>b</sup>	21.742 ± 0.010 <sup>a</sup>	21.977 ± 0.007 <sup>a</sup>	1.677 ± 0.004 <sup>c</sup>	1.673 ± 0.012 <sup>c</sup>
Açúcares redutores	µg mL <sup>-1</sup>	4.150 ± 0.001 <sup>c</sup>	4.339 ± 0.001 <sup>a</sup>	4.225 ± 0.001 <sup>b</sup>	0.134 ± 0.001 <sup>d</sup>	0.131 ± 0.001 <sup>d</sup>
Sólidos solúveis totais	°Brix	1.750 ± 0.000 <sup>c</sup>	2.000 ± 0.000 <sup>a</sup>	1.990 ± 0.000 <sup>b</sup>	0.200 ± 0.000 <sup>d</sup>	0.200 ± 0.000 <sup>d</sup>
Sólidos totais	(%) g 100 mL <sup>-1</sup>	2.346 ± 0.029 <sup>c</sup>	2.526 ± 0.025 <sup>a</sup>	2.441 ± 0.010 <sup>b</sup>	0.270 ± 0.028 <sup>d</sup>	0.255 ± 0.008 <sup>d</sup>
pH	-	5.667 ± 0.025 <sup>b</sup>	5.633 ± 0.012 <sup>b</sup>	5.613 ± 0.012 <sup>b</sup>	6.250 ± 0.045 <sup>a</sup>	6.230 ± 0.008 <sup>a</sup>
Acidez total titulável	mL of NaOH 0.1 M	4.403 ± 0.005 <sup>c</sup>	5.767 ± 0.024 <sup>a</sup>	4.903 ± 0.005 <sup>b</sup>	0.333 ± 0.047 <sup>d</sup>	0.307 ± 0.009 <sup>d</sup>
Melanoidinas	mg 100 g <sup>-1</sup>	0.109 ± 0.000 <sup>c</sup>	0.115 ± 0.001 <sup>a</sup>	0.112 ± 0.000 <sup>b</sup>	0.088 ± 0.000 <sup>d</sup>	0.087 ± 0.000 <sup>d</sup>
Fenólicos totais	µg EAG mL <sup>-1</sup>	5.313 ± 0.043 <sup>a</sup>	5.265 ± 0.010 <sup>b</sup>	5.240 ± 0.022 <sup>c</sup>	0.515 ± 0.013 <sup>d</sup>	0.514 ± 0.027 <sup>d</sup>
Flavonoides	µg EQ mL <sup>-1</sup>	0.941 ± 0.006 <sup>a</sup>	0.936 ± 0.002 <sup>b</sup>	0.932 ± 0.001 <sup>c</sup>	0.093 ± 0.001 <sup>d</sup>	0.093 ± 0.002 <sup>d</sup>
ABTS	%AA	19.362 ± 0.006 <sup>b</sup>	22.692 ± 0.003 <sup>a</sup>	21.152 ± 0.004 <sup>ab</sup>	10.845 ± 0.009 <sup>c</sup>	10.574 ± 0.006 <sup>c</sup>
	µg ET mL <sup>-1</sup>	24.019 ± 0.000 <sup>c</sup>	24.020 ± 0.000 <sup>a</sup>	24.020 ± 0.000 <sup>b</sup>	2.402 ± 0.000 <sup>d</sup>	2.402 ± 0.000 <sup>d</sup>
	µg EBHT mL <sup>-1</sup>	23.118 ± 0.000 <sup>c</sup>	23.118 ± 0.000 <sup>a</sup>	23.118 ± 0.000 <sup>b</sup>	2.312 ± 0.000 <sup>d</sup>	2.312 ± 0.000 <sup>d</sup>
	µg EAG mL <sup>-1</sup>	23.009 ± 0.001 <sup>c</sup>	23.013 ± 0.000 <sup>a</sup>	23.011 ± 0.001 <sup>b</sup>	2.300 ± 0.000 <sup>d</sup>	2.300 ± 0.000 <sup>d</sup>
DPPH	% AA	21.644 ± 0.006 <sup>a</sup>	16.112 ± 0.001 <sup>b</sup>	14.232 ± 0.001 <sup>c</sup>	9.740 ± 0.007 <sup>d</sup>	8.678 ± 0.003 <sup>d</sup>
	µg ET mL <sup>-1</sup>	45.061 ± 0.001 <sup>a</sup>	45.056 ± 0.000 <sup>b</sup>	45.054 ± 0.000 <sup>c</sup>	4.505 ± 0.000 <sup>d</sup>	4.505 ± 0.000 <sup>d</sup>
	µg EBHT mL <sup>-1</sup>	43.543 ± 0.000 <sup>a</sup>	43.540 ± 0.000 <sup>b</sup>	43.538 ± 0.000 <sup>c</sup>	4.354 ± 0.000 <sup>d</sup>	4.353 ± 0.000 <sup>d</sup>
	µg EAG mL <sup>-1</sup>	47.601 ± 0.003 <sup>a</sup>	47.578 ± 0.000 <sup>b</sup>	47.571 ± 0.001 <sup>c</sup>	4.755 ± 0.000 <sup>d</sup>	4.755 ± 0.000 <sup>d</sup>

CUL: infusão de café adicionada de folha de estêvia não tratada; CPL: infusão de café adicionada de folha de estêvia pré-tratada; TUL: chá de folha de estêvia não tratada – usado como controle; TPL: chá de folha de estêvia pré-tratada – usado como controle; ABTS: sequestro do radical livre ABTS; DPPH: sequestro do radical livre DPPH; AA: atividade antioxidante; ET: equivalente de Trolox; EBHT: equivalente de BHT; EAG: equivalente de ácido gálico; EQ: equivalente de quercetina. Os dados representam média ± desvio padrão (n = 3). Letras diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P < 0,05). Fonte: Preparado pelos autores.

### 3.3 COMPORTAMENTO REOLÓGICO DO CAFÉ E DO CHÁ DE ESTÉVIA

A Figura 3 mostra os gráficos de viscosidade aparente e comportamento reológico da infusão de café e chá. Um comportamento dilatante não newtoniano foi observado para todas as formulações, com  $R^2$  variando de 0,98 a 0,99 e  $n > 1$ . Um aumento na viscosidade aparente foi observado com o aumento da taxa de cisalhamento (Figuras 3A e 3B) e um aumento na tensão de cisalhamento foi observado em função da taxa de cisalhamento (Figuras 3C e 3D). Houve variação na viscosidade aparente entre CC e CUL e CPL ( $P > 0,05$ ), indicando que as folhas de estévia adicionadas ao café causaram um aumento na viscosidade, provavelmente associado a maiores sólidos totais e sólidos solúveis totais de CUL e CPL (Tabela 3). A viscosidade (ou textura) é um atributo sensorial importante para os consumidores de café (Kalschne *et al.*, 2019), e investigar o comportamento reológico de cafés modificados, como aqueles adicionados com folhas de estévia, é um parâmetro importante para a caracterização do café, uma vez que alterações nas características reológicas podem alterar os atributos sensoriais, a qualidade e a vida útil do café (Rao, 2014).

Figura 3: Gráfico da viscosidade aparente versus taxa de cisalhamento da infusão de café (A) e chá de estévia (B); e reograma (taxa de cisalhamento versus tensão de cisalhamento) da infusão de café (C) e chá de estévia (D).



CC: infusão de café – usada como controle sem adoçamento; CUL: infusão de café adicionada de folha de estévia não tratada; CPL: infusão de café adicionada de folha de estévia pré-tratada; TUL: chá de folha de estévia não tratada – usada como controle; TPL: chá de folha de estévia pré-tratada – usada como controle. Fonte: Elaborado pelos autores.

Este estudo é um precursor da mistura de café com estévia e requer mais pesquisas, incluindo avaliação sensorial e testes *in vivo* em indivíduos diabéticos para delinear a relação de

proteção hepática e um possível efeito sinérgico do consumo de café com folha de estévia.

#### 4 CONCLUSÃO

O pré-tratamento foi realizado com sucesso em folhas de estévia, sem perda significativa de glicosídeos de esteviol e alterações mínimas nos parâmetros de cor. Além disso, a infusão de café com folhas de estévia foi obtida de forma adequada e o pré-tratamento com folhas de estévia manteve o teor de glicosídeos de esteviol que as folhas não tratadas na infusão de café. Os cafés adicionados de folhas de estévia demonstraram a influência da estévia nos sólidos devido ao aumento de carboidratos e açúcares redutores, melhorando a viscosidade da infusão de café. Em relação aos compostos bioativos e à atividade antioxidante, alguma influência do processo de saturação por percolação pode ser observada no café em comparação com a infusão de café controle e o chá de estévia. Embora as folhas não tratadas e pré-tratadas não tenham diferido para glicosídeos de esteviol, as influências físico-químicas deles foram observadas na infusão de café de forma mais pronunciada. As folhas de estévia podem ser usadas como adoçante de café, substituindo a sacarose adicionada em 28,98% a 38,58%.

#### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CEANMED - Central Analítica Multiusuário da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Medianeira, Paraná, Brasil, pelos ensaios realizados.

#### REFERÊNCIAS

- AHMAD, J. *et al.* Stevia rebaudiana Bertoni.: an updated review of its health benefits, industrial applications and safety. **Trends in Food Science & Technology**, v. 100, p. 177–189, 2020. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0924224420304593>. Acesso em: 12 jul. 2022.
- ALMEIDA, M. B.; BENASSI, M. D. T. Atividade antioxidante e estimativa do teor de melanoidinas em cafês torrados comerciais. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. SUPPL. 1, p. 1893–1900, 2011.
- ANGELINI, L. G. *et al.* Cultivation of Stevia rebaudiana Bertoni and Associated Challenges. *In*: MÉRILLON, J.-M.; RAMAWAT, K. G. (org.). **Sweeteners: Pharmacology, Biotechnology, and Applications**. Cham: Springer International Publishing, 2018.
- AOAC. **Official methods of analysis of AOAC International**. 16. ed. Arlington - USA: Association of Official Analytical Chemists International, 1995.
- BLOIS, M. S. Antioxidant Determinations by the Use of a Stable Free Radical. **Nature**, v. 181, n. 4617, p. 1199–1200, 1958.
- BRADFORD, 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.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC nº 585, de 10 de dezembro de 2021. Autoriza o uso de aditivos alimentares e coadjuvantes de tecnologia em diversas categorias de alimentos. **Diário Oficial da União (DOU)**: Brasília-DP, 2021.

BRASIL. **Pesquisa de orçamentos familiares 2017-2018: análise do consumo alimentar pessoal no Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. *E-book*. Disponível em: <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Pesquisa+de+Orçamentos+Familiares#0>. Acesso em: 6 dez. 2023.

BUCHAILLOT, A.; CAFFIN, N.; BHANDARI, B. Drying of Lemon Myrtle ( *Backhousia citriodora* ) Leaves: Retention of Volatiles and Color. **Drying Technology**, v. 27, n. 3, p. 445–450, 2009.

CASTILLO-TÉLLEZ, B. *et al.* Temperature–air velocity association, experimental and modeling study of stevia leaves solar drying. **Energy Exploration and Exploitation**, v. 41, n. 5, p. 1802–1818, 2023.

CIOTTA, S. R. *et al.* Extraction of sweeteners from *Stevia rebaudiana* by semicontinuous percolation of untreated leaves and leaves pretreated with ethanol. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 46, n. 3, 2022.

CONAB. **Boletim Safra Brasileira de Café setembro 2023**. 2023. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cafe>. Acesso em: 6 dez. 2023.

DACOME, A. S. *et al.* Sweet diterpenic glycosides balance of a new cultivar of *Stevia rebaudiana* (Bert.) Bertoni: Isolation and quantitative distribution by chromatographic, spectroscopic, and electrophoretic methods. **Process Biochemistry**, v. 40, n. 11, p. 3587–3594, 2005.

DING, M. *et al.* Association of Coffee Consumption With Total and Cause-Specific Mortality in 3 Large Prospective Cohorts. **Circulation**, v. 132, n. 24, p. 2305–2315, 2015.

DUBOIS, M. *et al.* Colorimetric Method for Determination of Sugars and Related Substances. **Analytical Chemistry**, v. 28, n. 3, p. 350–356, 1956.

FERRAZZANO, G. *et al.* Is *Stevia rebaudiana* Bertoni a Non Cariogenic Sweetener? A Review. **Molecules**, v. 21, n. 1, p. 38, 2015.

FORMIGONI, M. *et al.* Pretreatment with ethanol as an alternative to improve steviol glycosides extraction and purification from a new variety of stevia. **Food Chemistry**, v. 241, n. March 2017, p. 452–459, 2018a.

FORMIGONI, M. *et al.* Pretreatment with ethanol as an alternative to improve steviol glycosides extraction and purification from a new variety of stevia. **Food Chemistry**, v. 241, p. 452–459, 2018b.

FUH, W.; CHIANG, B. Purification of Steviosides by Membrane and Ion Exchange Processes. **Journal of Food Science**, v. 55, n. 5, p. 1454–1457, 1990.

GOYAL, S. K.; SAMSHER; GOYAL, R. K. *Stevia* ( *Stevia rebaudiana* ) a bio-sweetener: a review. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 61, n. 1, p. 1–10, 2010.

- HU, G. L. *et al.* The sources and mechanisms of bioactive ingredients in coffee. **Food & Function**, v. 10, n. 6, p. 3113–3126, 2019.
- IAL, I. A. L. 1ª Edição Digital. **Métodos físicos-químicos para análise de Alimentos**, v. 9, p. 453–460, 2008.
- KALALINIA, F. *et al.* Topical green tea formulation with anti-hemorrhagic and antibacterial effects. **Iranian Journal of Basic Medical Sciences**, v. 23, n. 8, p. 1085–1090, 2020.
- KALSCHNE, D. *et al.* Main minerals and organic compounds in commercial roasted and ground coffee: an exploratory data analysis. **Química Nova**, 2020.
- KALSCHNE, D. L. *et al.* Sensory characterization and acceptance of coffee brews of *C. arabica* and *C. canephora* blended with steamed defective coffee. **Food Research International**, v. 124, n. January 2018, p. 234–238, 2019.
- KHAN, S. A. *et al.* Exploration of biotechnological studies in low-calorie sweetener *Stevia rebaudiana*: present and future prospects. **Medicinal and Aromatic Plants**, p. 289–324, 2021.
- KOBAYASHI, M. L.; BENASSI, M. D. T. Caracterização sensorial de cafés solúveis comerciais por Perfil Flash. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. SUPPL2, p. 3081–3092, 2012.
- LAKSHMI, D. V. N. *et al.* Performance analyses of mixed mode forced convection solar dryer for drying of stevia leaves. **Solar Energy**, v. 188, p. 507–518, 2019.
- LESZCZYŃSKA, T. *et al.* Comparative assessment of the basic chemical composition and antioxidant activity of *stevia rebaudiana* bertonii dried leaves, grown in poland, paraguay and brazil—preliminary results. **Applied Sciences (Switzerland)**, v. 11, n. 8, 2021.
- MILANI, paula g. *et al.* New seminal variety of *Stevia rebaudiana*: Obtaining fractions with high antioxidant potential of leaves. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 89, n. 3, p. 1841–1850, 2017.
- OPS. **Alimentos y bebidas ultraprocesados en América Latina: ventas, fuentes, perfiles de nutrientes e implicaciones**. Washington: Organización Panamericana de la Salud, 2019.
- QIU, N. w. *et al.* Advances in the members and biosynthesis of chlorophyll family. **Photosynthetica**, v. 57, n. 4, p. 974–984, 2019.
- RAO, M. A. **Rheology of Fluid, Semisolid, and Solid Foods – Principles and Applications**. Springer International Publishing, 2014.
- RASPE, D. T.; DA SILVA, C.; DA COSTA, S. C. Compounds from *Stevia rebaudiana* Bertonii leaves: An overview of non-conventional extraction methods and challenges. **Food Bioscience**, v. 46, n. December 2021, p. 101593, 2022.
- RUFINO, M. D. S. M. *et al.*. ISSN 1679–6535 Julho, 2007 Fortaleza. CE 0–3, 2007.
- RUIZ-RUIZ, J. C. *et al.* Antidiabetic and antioxidant activity of *Stevia rebaudiana* extracts (Var. Morita) and their incorporation into a potential functional bread. **Journal of Food Science and Technology**, v. 52, n. 12, p. 7894–7903, 2015.
- SENINDE, D. R.; CHAMBERS, E.; CHAMBERS, D. Determining the impact of roasting degree, coffee to water ratio and brewing method on the sensory characteristics of cold brew Ugandan coffee. **Food Research International**, v. 137, p. 109667, 2020.

- SHARMA, S. *et al.* Functional relationship of vegetable colors and bioactive compounds: Implications in human health. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 92, p. 108615, 2021.
- SILVA, S. B. da *et al.* Development of diet cereal bar sweetened with stevia leaves pre-treated with ethanol. **Food Science and Technology**, v. 40, n. 4, p. 894–901, 2020.
- SILVA, sandra beserra da *et al.* Development of diet cereal bar sweetened with stevia leaves pre-treated with ethanol. **Food Science and Technology**, v. 40, n. 4, p. 894–901, 2020.
- SINGLETON, V. L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA-RAVENTÓS, R. M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. 1999. p. 152–178.
- SOUSA, A. G.; DA COSTA, T. H. M. Usual coffee intake in Brazil: results from the National Dietary Survey 2008–9. **British Journal of Nutrition**, v. 113, n. 10, p. 1615–1620, 2015.
- TELLEZ, M. C. *et al.* Solar drying of Stevia (Rebaudiana Bertoni) leaves using direct and indirect technologies. **Solar Energy**, v. 159, p. 898–907, 2018.
- VASCONCELOS, N. M. de; PINTO, G. A. S.; ARAGÃO, F. A. de S. **Determinação de açúcares redutores pelo ácido 3, 5-dinitrosalicílico: histórico do desenvolvimento do método e estabelecimento de um protocolo para o laboratório de bioprocessos**. Fortaleza: EMBRAPA, 2013.
- XU, Y. Q. *et al.* Effect of saccharides on sediment formation in green tea concentrate. **Lwt**, v. 78, p. 352–360, 2017.

## ARTIGO 2

### Redução de Açúcar em Café com *Stevia rebaudiana*: Percepção, Expectativa, Aceitação e Preferência sensorial do Consumidor

Pauline Godoi Silva<sup>1</sup>, Cynthia Letícia Serra Cabeça<sup>1</sup>, Paulo Leonardo Marotti Siciliano<sup>1</sup>, Antonio Sérgio Dacome<sup>1</sup>, Paula Gimenez Milani Fernandes<sup>1</sup>, Daneysa Lahis Kalschne<sup>2</sup>; Silvio Claudio da Costa<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Departamento de Bioquímica e Ciência de Alimentos, Universidade Estadual de Maringá (UEM), Av. Colombo, 5790 – Zona 7, Maringá, PR, 87020-900, Brasil. E-mails: pauline.godoi@gmail.com; pg55300@uem.br; plmarotti@gmail.com; asdacome@uem.br; pgmfernandes2@uem.br; scosta@uem.br

<sup>2</sup>Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Av. Brasil, 4232 – Medianeira, PR, 85884-000, Brasil. E-mail: daneysakalschne@utfpr.edu.br

Autor correspondente: E-mail: pauline.godoi@gmail.com (SILVA, P. G.); Tel: +55 44 3011-4397. NEPRON, P02 87020-900 - Vila Esperança, Maringá - PR, Brazil.

#### RESUMO

O consumo excessivo de açúcares adicionados é um conhecido fator de risco para doenças crônicas não transmissíveis, representando um desafio para a saúde pública e a indústria alimentícia. No Brasil, o café adoçado é uma das principais fontes de açúcar diária na dieta, o que reforça a importância de investigar alternativas naturais de dulçor que preservem a aceitação do consumidor. Entre essas, a *Stevia rebaudiana* tem se destacado, porém seu sabor residual ainda representa uma barreira sensorial. Este estudo objetivou avaliar a percepção, expectativa, aceitação e preferência sensorial de bebidas de cafés contendo estévia minimamente processada, com e sem pré-tratamento etanólico, como substituto da sacarose. Foram aplicados testes de associação de palavras e expectativa do produto pela embalagem para avaliar a percepção e expectativa do consumidor; teste triangular e da escala hedônica para avaliar a presença da estévia pré-tratada e não tratada na bebida do café; e teste da escala do ideal e ordenação da preferência para avaliar a substituição do açúcar pela estévia pré-tratada. As bebidas de café sem e com estévia tiveram uma percepção distinta e termos como origem, nível de torra e marca foram reportados quando os provadores pensavam na decisão da compra do café. A expectativa da aceitação pela embalagem do café contendo estévia foi maior em relação ao teste da escala hedônica no qual os provadores degustaram as amostras, onde bebidas com estévia obtiveram aceitação similar ou inferior à bebida sem estévia. No teste da escala do ideal o café contendo 0,4% de estévia pré-tratada e 3% de sacarose teve a distribuição de frequências próximas do café com 6% de sacarose, com a maioria das avaliações correspondendo “doçura ideal”, comprovando a possibilidade de redução de 50% da sacarose adicionada a bebida do café sem prejuízos a preferência sensorial, representando uma alternativa viável e promissora.

Palavras-chave: Associação de palavras; Escala do ideal; Escala hedônica, Expectativa do produto pela embalagem; Ordenação da preferência; Teste triangular.

## 1. INTRODUÇÃO

A ingestão elevada de açúcares adicionados representa uma das maiores preocupações em saúde pública global, sendo constantemente associada ao aumento do risco de diabetes tipo 2, doenças cardiovasculares e cáries dentárias. No Brasil, o padrão alimentar ainda é caracterizado pelo consumo excessivo de sal e açúcar (Rtveladze *et al.*, 2013), fator este que tem impulsionado o avanço das Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNT) na população (Dai *et al.*, 2021).

Dentre os alimentos e bebidas amplamente consumidos, o café ocupa uma posição de destaque, sendo a bebida com maior presença na rotina alimentar do brasileiro, independentemente de classe social ou faixa (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2020). Culturalmente, o café é adoçado com açúcar, representando uma fonte expressiva de calorias líquidas na dieta diária, elevando de forma silenciosa o consumo de açúcares livres (Pereira *et al.*, 2014). Embora existam inúmeras políticas públicas nacionais e internacionais, a implementação da reformulação de produtos, tributação de bebidas açucaradas e mudanças na rotulagem, demonstra que os desafios técnicos e sensoriais ainda limitam a adoção de alternativas viáveis à sacarose em formulações amplamente aceitas (Deliza *et al.*, 2021; WHO, 2015).

Na busca por alternativas ao açúcar, os edulcorantes naturais vêm ganhando destaque como alternativas promissoras. A planta *Stevia rebaudiana* se destaca pela presença de adoçantes naturais de alta intensidade, não calóricos e seguros, conhecidos como glicosídeos de esteviol (Ahmad *et al.*, 2020; Goyal *et al.*, 2010). O rebaudiosídeo A (Reb A) figura como um dos principais glicosídeos de esteviol responsáveis pelo gosto doce característico da estévia, sendo cerca de 450 vezes mais doce que a sacarose, além de apresentar um perfil sensorial mais próximo ao do açúcar quando comparado ao esteviosídeo. Essas características tornam o Reb A especialmente atrativo para aplicações na indústria de alimentos (Ciotta, *et al.*, 2022; De Carvalho *et al.*, 2013; Milani *et al.*, 2016). A variedade *Stevia* UEM-13, desenvolvida pelo Núcleo de Estudos em Produtos Naturais (NEPRON), vem se destacando por apresentar altos teores de Reb A como composto predominante, superando variedades silvestres em qualidade sensorial e concentração glicosídica (Ciotta, *et al.*, 2022; Milani *et al.*, 2017). A presença de Reb A é determinante tanto para a intensidade do dulçor quanto para a aceitação sensorial dos produtos formulados com extratos de estévia, especialmente quando associados a matrizes alimentares (Milani *et al.*, 2016).

Diante das limitações sensoriais frequentemente atribuídas aos extratos brutos de estévia, como o sabor residual amargo e herbáceo, diversas estratégias de pré-tratamento têm sido estudadas para otimizar seu uso alimentar. Entre essas, destaca-se o pré-tratamento das folhas com etanol, uma técnica considerada de processamento mínimo por preservar a composição natural do

alimento e utilizar solvente de grau alimentício. Esse procedimento tem se mostrado eficaz na remoção seletiva de compostos responsáveis por sabores indesejáveis, resultando em extratos sensorialmente mais limpos e com maior potencial de aplicação direta em alimentos e bebidas, sem comprometer a naturalidade do ingrediente (Ciotta *et al.*, 2022; Formigoni *et al.*, 2018; SILVA *et al.*, 2020; Silva *et al.*, 2025).

A adoção de qualquer alternativa ao açúcar exige mais do que evidências nutricionais ou tecnológicas: requer aceitação e aprovação do consumidor. É fundamental o desenvolvimento de estudos que avaliem a percepção, atitudes e expectativas dos consumidores frente a novos produtos e ingredientes, para viabilizar a introdução no mercado e garantir a permanência. Entender os fatores que influenciam a aceitabilidade sensorial, a intenção de compra e as preferências dos consumidores se mostra essencial para orientar estratégias de inovação mais alinhadas com as expectativas dos consumidores, especialmente em produtos como o café, onde o consumo está fortemente ligado a hábitos, rituais e cultura (Deliza *et al.*, 2021; Samoggia & Riedel, 2018).

Diante disso, o presente estudo teve como objetivo avaliar a percepção, expectativa, aceitação e preferência sensorial de bebidas de cafés com folhas de *S. rebaudiana* minimamente processadas. Foram empregadas abordagens sensoriais utilizando testes de associação de palavras, expectativa do produto pela embalagem, teste triangular, escala hedônica, escala do ideal e ordenação da preferência. A proposta visa contribuir para o desenvolvimento de alternativas naturais, viáveis e mais saudáveis à adição de açúcares, fomentando a inovação em alimentos com maior apelo sensorial e aceitabilidade junto aos consumidores.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Materiais

As folhas da planta estévia, variedade UEM-13, foram cedidas pelo NEPRON - UEM. Esta variedade foi selecionada por apresentar alto teor de glicosídeos de esteviol e maior proporção de rebaudiosídeo A. O café utilizado foi da espécie *Coffea arabica* (100%), com torra média, proveniente da Fazenda Rainha (Botelhos – MG).

Plantas de estévia no estágio vegetativo máximo (60 dias de cultivo) foram colhidas (24/08/2021, 06/10/2021 e 16/12/2021) e misturadas para formar uma batelada, cortadas e secas em estufa de circulação de ar forçado (Armando Vilar do & Cia., SP) a 60 °C por 48 h. Após secagem as amostras com umidade de 10,34 g 100g<sup>-1</sup> foram trituradas em moinho de facas (Marconi, Piracicaba – SP) até 1.70 mm. Parte do material somente seco e moído foi denominado “estévia não tratada” (SNT). A composição de glicosídeos de esteviol foi a seguinte (g 100 g<sup>-1</sup>): esteviosídeo = 3,07; rebaudiosídeo C = 1,24; rebaudiosídeo A = 8,13; total glicosídeos = 12,44; e

razão rebaudiosídeo A/ esteviosídeo = 2,64 (Silva *et al.*, 2025). Parte do material foi submetido a um pré-tratamento com o objetivo de remover de forma seletiva compostos responsáveis pelo sabor residual amargo (Ciotta *et al.*, 2022; Formigoni *et al.*, 2018; SILVA *et al.*, 2020; Silva *et al.*, 2025), sendo denominado “estévia pré-tratada” (SPT). Folhas de estévia secas e moídas (300 g) foram adicionadas a uma coluna de eluição com álcool absoluto no fluxo de 33 mL min<sup>-1</sup> consumindo um total de 4.2 L de etanol. O solvente foi eluído por gravidade e as frações foram coletadas para controle do processo. As folhas pré-tratadas foram secas em estufa de circulação de ar a 60 °C por 48 h. A composição de glicosídeos de esteviol foi a seguinte (g 100 g<sup>-1</sup>): esteviosídeo = 2,99; rebaudiosídeo C = 1,21; rebaudiosídeo A = 8,06; total glicosídeos = 12,26; e razão rebaudiosídeo A/ esteviosídeo = 2,69 (Silva *et al.*, 2025).

Grãos de café arábica de alta qualidade da safra de 2022 provenientes da fazenda Rainha de Botelhos, Minas Gerais, foram adquiridos na cidade de Foz do Iguaçu, Paraná. O café foi submetido ao processo de torra nível médio e moído.

## 2.2 Condução dos testes sensoriais

Na condução dos testes sensoriais foram empregadas três abordagens:

- (1) Testes de associação de palavras e expectativa do consumidor, realizados de modo online para avaliar como os provadores percebem um café adoçado com açúcar e outro adicionado de estévia e qual a expectativa de aceitação do consumidor ao avaliar as embalagens de café adoçado com açúcar e com estévia;
- (2) Teste triangular realizado para avaliar se os provadores percebiam a diferença do café com adição das folhas de estévia não tratada em comparação ao café com folhas de estévia pré-tratada; Teste da escala hedônica e de intenção de compra nas amostras café controle (sem estévia), café com folhas de estévia não tratada e pré-tratada para identificar qual era a aceitação das bebidas;
- (3) Teste da escala do ideal e teste de ordenação da preferência, realizados para avaliar a preferência do café com adição de 6% de sacarose sem estévia, e cafés com adição de estévia pré-tratada (0,4%) e 0%, 3% e 6% de sacarose.

O estudo foi realizado nos laboratórios da Universidade Estadual de Maringá (UEM), campus Maringá, e da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), campus Medianeira. Todas as etapas envolvendo seres humanos foram aprovadas pelo Comitê Permanente de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UEM (CAAE 65048222.1.0000.0104). A participação dos provadores, todos ao nível de consumidor e voluntários, foi autorizada mediante a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), sendo que estes foram recrutados por meio de convites enviados por e-mail e divulgação nas redes sociais. A Tabela 1

mostra os dados sociodemográficos e hábitos de consumo dos provadores que participaram dos testes sensoriais.

Tabela 1: Informações sociodemográficas e hábitos de consumo dos participantes da análise sensorial.

<i>Approach</i>	<i>1</i> <i>Painel 1</i>	<i>2</i> <i>Painel 2</i>	<i>3</i> <i>Painel 3</i>	<i>4</i> <i>Painel 4</i>
<i>Teste sensorial</i>	<i>Associação de palavras e expectativa do consumidor</i>	<i>Teste triangular, escala hedônica e intenção de compra</i>	<i>Escala do ideal</i>	<i>Ordenação da preferência</i>
<i>Provadores</i>	<i>168</i>	<i>112</i>	<i>108</i>	<i>44</i>
<i>Número mínimo de provadores recomendados</i>		<i>*20; **50<sup>1</sup></i>	<i>50<sup>1</sup></i>	<i>30<sup>1</sup></i>
<i>Participantes (%)</i>				
<i>Gênero</i>				
Masculino	23,2	54,7	52,8	43,2
Feminino	76,8	45,3	47,2	66,8
<i>Idade (anos)</i>				
18 a 25	14,3	37,7	44,4	52,3
26 a 35	34,5	28,3	26,9	18,2
36 a 45	24,4	10,7	12,0	11,4
46 a 55	13,1	13,8	11,1	11,4
56 a 65	10,7	8,8	5,6	5,8
> 65	3,0	0,7	0,0	0,0
<i>Escolaridade</i>				
Ensino fundamental	1,2	3,1	2,8	4,5
Ensino médio	20,9	52,8	57,4	61,4
Ensino superior	29,1	12,6	17,6	9,1
Pós-graduação	48,8	31,4	22,2	25,0
<i>Com que frequência você consome café?</i>				
Não consumo	3,0	1,3	3,7	2,3
Diariamente	78,6	69,2	68,5	63,6
3 vezes/semana	8,9	15,7	12,0	18,2
1 vez/semana	2,4	3,1	6,5	4,5
Ocasionalmente	7,1	10,7	9,3	11,4
Sim, com açúcar	30,4	52,2	48,1	61,4
Sim, com adoçante	14,3	11,3	12,0	13,6
Não consumo café adoçado	52,4	35,2	33,3	22,7
Não consumo café	3,0	1,3	6,5	2,3
<i>Qual é o seu método para preparar café?</i>				
Coado em filtro de papel	40,3	57,5	56,8	61,1
Coado em filtro de pano	13,3	20,7	24,7	22,2
Cafeteira italiana (moka)	6,4	1,7	0,0	0,0
Café expresso	22,8	1,7	3,2	5,6
Café solúvel	10,3	20,7	12,9	11,1
Café gelado tipo cold brew	2,1	0,0	0,0	0,0
Café aeropress	1,3	0,0	0,0	0,0
Cafeteira prensa francesa	3,6	0,0	0,0	0,0
<i>Você possui receio em consumir produtos com adoçantes naturais na composição?</i>				
Não	73,8	91,2	91,7	88,6
Sim	26,2	8,8	8,3	11,4
<i>Com que frequência você consome adoçantes?</i>				
Não consumo	51,1	52,2	51,9	56,8
Diariamente	14,3	15,1	13,9	13,6
3 vezes/semana	3,6	6,9	6,5	6,8
1 vez/semana	3,6	2,5	0,9	2,3
Ocasionalmente	27,4	23,3	26,9	20,5

<i>Com que frequência você consome adoçantes a base de estévia?</i>				
Não consumo	61,2	66,0	72,2	68,2
Diariamente	4,2	4,4	2,8	4,5
3 vezes/semana	3,0	1,9	1,9	2,3
1 vez/semana	3,0	1,3	0,0	0,0
Ocasionalmente	28,6	26,4	23,1	25,0
<i>Quais alimentos você adquiriu ou preparou com adoçantes para adoçar?</i>				
Nunca adquiri ou utilizei	20,7	58,3	45,9	46,7
Bolo	11,2	1,7	2,7	0,0
Suco	23,4	8,7	8,1	6,7
Café	26,8	29,6	37,8	40,0
Bebidas lácteas ou iogurte	12,2	0,0	0,0	0,0
Outros	5,8	1,7	5,4	6,7
<i>Você tem o hábito de dar preferência em adquirir algum produto sem açúcar na composição? Se sim, para quais alimentos?</i>				
Não	22,1	63,7	72,4	64,1
Pão	10,7	1,5	1,1	2,6
Bolo	8,8	0,7	2,3	2,6
Bebida	29,2	30,4	17,2	17,9
Geleia	18,5	0,7	1,1	2,6
Sorvete	6,5	0,0	1,1	0,0
Outros	4,2	3,0	4,6	10,3

\* Triangular; \*\* Escala hedônica; <sup>1</sup>(IAL, 2008). Fonte: Autores, 2025.

As bebidas de café foram elaboradas conforme detalhado na Tabela 2. A proporção de folhas de estévia foi determinada conforme os parâmetros estabelecidos por Silva *et al.*, 2025. O preparo das amostras foi realizado por percolação em filtro de papel (n°102, Melitta, Guaíba, Brazil), empregando-se 200 mL de água mineral aquecida a 92 °C. A adição de sacarose foi limitada a 6% (Kalschne *et al.*, 2019). Após os participantes responderem ao questionário sociodemográfico e hábitos de consumo as bebidas foram servidas (30 mL a 70 °C) em cabines individuais sob luz branca (exceto para o teste triangular no qual foi utilizada luz vermelha) acompanhadas de água potável (25 °C).

Tabela 2: Formulações das bebidas utilizadas nas análises sensoriais.

<i>Formulações</i>							
<i>Approach</i>	<b>2</b>			<b>3</b>			
	<i>Painel 2</i>			<i>Painel 3 e 4</i>			
	CC	CSN	CST	CC6	CS0	CS3	CS6
<b>Café (g)</b>	20	20	20	20	20	20	20
<b>SNT(g)</b>	0	0	0	0,8	0	0	0
<b>SPT (g)</b>	0	0,8	0,8	0	0,8	0,8	0,8
<b>Açúcar (g)</b>	0	0	0	0	0	6	12
<b>Água (mL)</b>	200	200	200	200	200	200	200

SNT: estévia não tratada; SPT: estévia pré-tratada; CC: café controle (sem adição de açúcar ou edulcorantes); CSN: café com folhas de estévia não tratada; CST: café com folhas de estévia pré-tratada; CC6: café controle com 6% de adição de açúcar; CS0: café com 0,4% de estévia pré-tratada sem adição de açúcar; CS3: café com 0,4% de estévia pré-tratada com adição de 3% de açúcar; CS6: café com 0,4% de estévia pré-tratada com adição de 6% de açúcar. Fonte: Autores, 2025.

### 2.2.1 Associação livre de palavras e de expectativa do produto pela embalagem

A análise de percepção e expectativa do consumidor foi avaliada pelos testes de associação livre de palavras e de expectativa do produto por 168 pessoas (painel 1) realizados sequencialmente. Os dados foram coletados entre novembro de 2023 à dezembro de 2024 empregando-se um questionário implementado por meio de uma interface web (Google Forms). Optou-se por uma amostra de conveniência, sem aplicação de critérios probabilísticos. A amostragem não foi planejada para representar estatisticamente o mercado consumidor em sua totalidade. Os participantes foram selecionados unicamente com base em seu interesse e disponibilidade para participar da pesquisa.

No teste de associação livre de palavras os participantes foram solicitados escrever as primeiras quatro palavras, termos ou frases que viessem à mente quando pensavam em “bebida coada feita de café torrado moído, adoçado com açúcar” (questionamento 1, para o qual obteve-se a resposta 1; R1) e “bebida coada feita de café torrado moído com folhas de estévia como agente adoçante” (questionamento 2, para o qual se obteve a resposta 2, R2) (Ares & Deliza, 2010a, 2010b). Por fim, foi aplicado um teste de lista livre de palavras (Ares & Deliza, 2010b), sendo solicitados a escrever “todas as coisas que você leva em consideração no rótulo e embalagem de um café no momento de decidir comprá-lo”.

Para os testes de associação livre de palavras e de lista livre de palavras, foi realizada uma primeira revisão de cada palavra, frase ou ideia eliciada para corrigir erros de digitação e palavras com erros ortográficos. Os dados foram analisados agrupando as respostas em categoria, utilizando um dicionário da língua portuguesa para sinonímia de palavras. As categorias foram agrupadas em dimensões. As frases e palavras eliciadas pelos participantes foram codificadas por triangulação. Essa etapa foi realizada e revisada por três pesquisadores familiarizados com a metodologia e com as categorias e dimensões finais definidas por consenso (Guerrero *et al.*, 2010; Modell, 2005; M. L. G. Monteiro *et al.*, 2022; Wadsworth, 2000).

No teste de associação livre de palavras, somente os termos mencionados por mais de 5% dos participantes foram considerados para análise dos dados (de Andrade *et al.*, 2016; M. L. G. Monteiro *et al.*, 2022; Rocha *et al.*, 2020; Viana *et al.*, 2021). Após a formação das categorias de acordo com a frequência de termos, foi utilizado o teste qui-quadrado global para calcular as frequências de cada palavra em relação às diferenças de percepção dos consumidores (Symoneaux *et al.*, 2012). Para representar visualmente a frequência dos termos mencionados na listagem livre de palavras, foi gerada uma nuvem de palavras utilizando a plataforma online wordclouds.com. As palavras foram inseridas no formato termo=frequência, e o tamanho de cada palavra na imagem refletiu sua frequência relativa nas respostas, facilitando a identificação dos termos mais recorrentes.

Por fim, os participantes foram convidados a realizar um teste de expectativa da aceitação do produto pela embalagem utilizando fotos de embalagens fictícias de café (Figura 1). Primeiramente os provadores receberam um estímulo contendo uma embalagem na qual estava escrito “café tradicional; café torrado e moído com folhas de estévia, 500 g, sem adição de açúcar” e continha uma xícara de café com fumaça e duas folhas de estévia e ao lado da embalagem tinha grãos de café e uma xícara de café com prato e colher. Na sequência, receberam o estímulo contendo a embalagem na qual estava escrito “café tradicional; café torrado e moído com açúcar, 500 g, contém açúcar” e continha uma xícara de café com fumaça e cubos de açúcar e ao lado da embalagem tinha grãos de café e uma xícara de café com prato e colher. As imagens foram desenvolvidas utilizando o software Canva® (Canva Pty Ltd Sydney Austrália). Os participantes avaliaram a expectativa de gosto doce utilizando uma escala hedônica de 9 pontos ancorada com termos verbais (1 = desgostei extremamente; 5 = não gostei nem desgostei; 9 = gostei extremamente) e a intenção de compra com uma escala de 5 pontos (1 = certamente não compraria; 3 = talvez compraria/talvez não compraria; 5 = certamente compraria) (IAL, 2008).

Figura 1: Estímulo utilizado no teste de expectativa do produto.



a: estímulo representando uma embalagem de café com folhas de estévia sem adição de açúcar; b: estímulo representando uma embalagem de café com açúcar. Fonte: Autores, 2025.

Os dados referentes à intenção de compra e expectativa de gosto doce, obtidos a partir da avaliação de embalagens fictícias de café, foram organizados em uma matriz de dupla entrada (consumidores  $\times$  amostras). Para o atributo “expectativa do gosto doce” foi aplicado o teste de Wilcoxon para amostras pareadas, por se tratar de dados ordinais, não paramétricos e dependentes (Regina Gouvêa Rezende & Coelho, 2021). A significância foi estabelecida em 5% ( $p < 0,05$ ), e as análises foram realizadas com o software Statistica® 8.0 (StatSoft Inc., Tulsa, OK, EUA).

Para o atributo intenção de compra foi aplicado um modelo aditivo de preferência, conforme descrito por Corso & Benassi, 2015, assumindo que a intenção de compra pode ser expressa como a soma das contribuições dos níveis dos fatores envolvidos (atributos da embalagem). A equação do modelo aditivo é mostrada abaixo:

$$Y = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{m_i} v_{ij} X_{ij}$$

Onde: Y representa a avaliação do consumidor para uma amostra,  $v_{ij}$  é o coeficiente de preferência para o nível j do fator i, e  $X_{ij}$  é uma variável dummy que assume o valor 1 quando o nível está presente na amostra e 0 quando ausente.

Os dados foram ajustados por regressão linear múltipla com variáveis dummy, utilizando o método dos mínimos quadrados. Em seguida, os participantes foram agrupados por similaridade nos padrões de resposta por meio de análise de agrupamento hierárquico (AAC), empregando a medida de semelhança de Ward. A análise de componentes principais (PCA) foi aplicada aos coeficientes estimados dos consumidores para facilitar a visualização das preferências.

### 2.2.2 Teste triangular, teste da escala hedônica e intenção de compra

Um teste triangular foi realizado (painel 2) para avaliar se existia diferença entre o café com estévia pré-tratada (0,4%) e o café com estévia não tratada (0,4%) (Tabela 2). Os 112 provadores que participaram receberam o teste contendo três bebidas simultaneamente codificadas com três dígitos aleatórios, sendo duas idênticas e uma diferente, com seis ordens balanceadas de apresentação possíveis (AAB, ABA, BAA, BBA, BAB, ABB) (DUTCOSKY, 2013) e foram solicitados a indicar a amostra diferente. O número de acertos obtido pelos provadores foi comparado com valores tabelados (Tabela Binomial bilateral;  $p \leq 0,05$ ) (FERREIRA *et al.*, 2000).

O teste da escala hedônica e intenção de compra foram realizados para verificar qual bebida era sensorialmente mais aceita (café controle sem estévia, com o café com estévia não tratada 0,4% e café com estévia pré-tratada 0,4%; Tabela 2), uma vez que o teste triangular demonstrou diferença entre o café controle e com estévia não tratada. Um total de 112 provadores participaram do teste. As amostras codificadas com códigos de três dígitos aleatórios foram servidas de forma randomizada e monádica sequencialmente. Empregou-se uma escala de 9 pontos ancorada com termos verbais (1 = desgostei extremamente; 5 = não gostei nem desgostei; 9 = gostei extremamente) para avaliar os atributos de aparência, cor, aroma, viscosidade, sabor e impressão global (REIS & MINIM, 2010). A intenção de compra foi avaliada por meio da escala de 5 pontos (1 = certamente não compraria; 3 = talvez compraria/talvez não compraria; 5 = certamente compraria) (IAL, 2008). Os dados sensoriais foram analisados por ANOVA considerando amostras e julgadores como fonte de variação, seguido do teste de Tukey ( $p \leq 0.05$ ) utilizando o programa Statistica 8.0. O índice de aceitabilidade foi calculado de acordo com Teixeira *et al.*, 1987.

### 2.2.3 Teste da escala do ideal e teste de ordenação da preferência

O teste do ideal foi realizado para identificar a doçura considerada como ideal para os provadores por meio da avaliação das bebidas de café com adição de 6% de sacarose sem estévia e bebidas de café com 0,4% de estévia pré-tratada adicionadas de 0%, 3% e 6% de sacarose. Os 108 provadores utilizaram uma escala de 9 pontos (-4 = extremamente menos doce que o ideal; 0 = doçura ideal; +4 = extremamente mais doce que o ideal) para avaliação das bebidas (DUTCOSKY, 2013; Monteiro, 2005).

Cada participante recebeu as quatro bebidas codificadas servidas de forma randomizada e monádica sequencialmente. A análise do teste do ideal foi realizada plotando-se o histograma da distribuição de frequências das respostas dos julgadores por categoria da escala do ideal.

No teste de ordenação os participantes foram orientados a ordenar as bebidas de café com adição de 6% de sacarose sem estévia e bebidas de café com 0,4% de estévia pré-tratada adicionadas de 0%, 3% e 6% de sacarose da menos preferida para a mais preferida. Um total de 44 provadores avaliaram as bebidas que foram servidas codificadas e ofertadas simultaneamente. Para verificar a existência da preferência foi utilizada a Tabela de Newell e MacFarlane e a estatística de Friedman (DUTCOSKY, 2013). A determinação das amostras que diferiram entre si foi realizada utilizando o cálculo da Diferença Mínima Significativa ( $p \leq 0.05$ ) (Monteiro, 2005).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Associação e lista livre de palavras e expectativa do produto pela embalagem

O público que participou do teste de associação livre de palavras e teste da expectativa do produto pela embalagem era majoritariamente adulto de meia-idade (58,9% tinham entre 26 e 45 anos), feminino (76,8%), com alto grau de instrução (48,8% com pós-graduação e 29,1% com ensino superior) e consumidor diário de café (78,6%) (Tabela 1). Um total de 52,4% reportou consumir café sem adoçar, em comparação a 30,4% que relataram adoçar com açúcar e 14,3% com adoçante. O método de preparo do café predominante foi a percolação em filtro de papel (40,3%) seguido do café expresso (22,8%).

No teste de associação livre de palavras os participantes geraram 464 palavras, termos ou frases, resultando em um valor médio de 2,76 associações por participante para o questionamento sobre uso de açúcar como agente adoçante em café (R1). Um padrão semelhante foi observado para a tarefa referente café adoçado com folhas de estévia (R2), onde, um total de 448 palavras, termos ou frases, e um valor médio de 2,66 associações por participante.

Com o objetivo de verificar diferenças nas percepções associadas aos estímulos “Açúcar” (R1) e “Estévia” (R2), foi aplicado o teste qui-quadrado ( $\chi^2$ ) sobre as frequências de palavras eliciadas. Para a análise, foram consideradas apenas as palavras mencionadas por, no mínimo, 5%

dos participantes em ao menos um dos estímulos. Os resultados evidenciaram diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos de estímulo ( $\chi^2 = 206,87$ ; gl = 28;  $p < 0,001$ ), indicando que o modelo de respostas dos participantes mudou de acordo com o estímulo exibido. Essa descoberta aponta que as expressões relacionadas a R1 e R2 exibem distinções não só em quantidade, mas também em qualidade, revelando diferentes conjuntos perceptivos, emocionais ou cognitivos em relação a cada forma de adoçar (Tabela 3).

Tabela 3. Percentual da frequência de palavras avaliadas por associação de livre de palavras em relação a cafés adoçados com açúcar e com folhas de estévia.

Dimensão	Palavra	Agrupamento	Frequência de menções (%)	
			R1	R2
Associações negativas	Desaprovação	Não gosto, não aprovo, não quero, desnecessário, evito	6,55%	10,12%
	Não saudável	Não saudável	5,36%	0,60%
	Sabor desagradável	Sabor desagradável, ruim, sabor ruim	5,36%	13,69%
Associações positivas	Aconchego	Aconchego, aconchegante, conforto	6,55%	4,76%
	Prazer	Prazer, prazeroso, satisfatório, satisfação	6,55%	4,76%
	Relaxamento	Relaxamento, paz, tranquilidade, relaxante	5,95%	3,57%
	Aroma agradável	Aroma agradável, aroma bom, cheiro bom, cheiro delicioso, cheiro gostoso, cheiroso	10,12 %	0,60%
	Sabor agradável	Sabor agradável, gostoso, muito gostosos, sabor gostosos, agradável, bom, muito bom, delicioso, delícia	19,05 %	8,33%
	Atributos físicos e organolépticos	Amargor	Amargo, amargor	4,17%
	Aroma	Aroma, cheiro	7,74%	7,14%
	Diferente	Diferente	0,60%	7,74%
	Forte	Forte, gosto forte, café forte	8,33%	5,95%
	Quente	Quente, muito quente, quente demais	6,55%	4,76%
	Sabor	Sabor	7,14%	4,76%
	Sabor residual	Sabor residual, retrogosto, resíduo, gosto residual	0,00%	13,10%
Bebida	Café	Café, cafezinho, café comum, café preto	6,55%	5,95%
Comportamento e Escolha do Consumidor	Acordar	Acordar, despertar	5,95%	2,98%
	Café da manhã	Café da manhã	5,95%	0,60%
	Desconhecido	Desconhecido, não conheço, nunca vi antes, nunca provei	0,00%	7,14%
	Expectativa	Gostaria de provar, expectativa, curiosidade, curioso	0,00%	11,90%
	Preferência sem açúcar	prefiro sem açúcar, sem açúcar, melhor sem açúcar, café com açúcar é ruim, preferência sem açúcar, não gosto de adoçado, sem adoçar, prefiro puro	13,69 %	8,33%

	Receio de adoçantes	Adoçante é ruim, adoçantes mudam o sabor do café, não gosto de adoçantes	0,00%	5,95%
Doçura	Açúcar	Açúcar, açúcar branco	4,17%	5,36%
	Doce	Doçura, doce, docinho, sabor doce	20,83%	8,93%
	Muito doce	Muito doce, doce demais, extremamente doce	5,36%	3,57%
Função Cognitiva e Energia	Energia	Energia, ânimo, revigorante	8,33%	1,79%
Saúde e Nutrição	Dieta	Dieta, fitness, menos calórico, sem calorias	0,00%	11,90%
	Natural	Natural, mais natural	0,00%	7,74%
	Saudável	Saudável, mais saudável	1,19%	21,43%

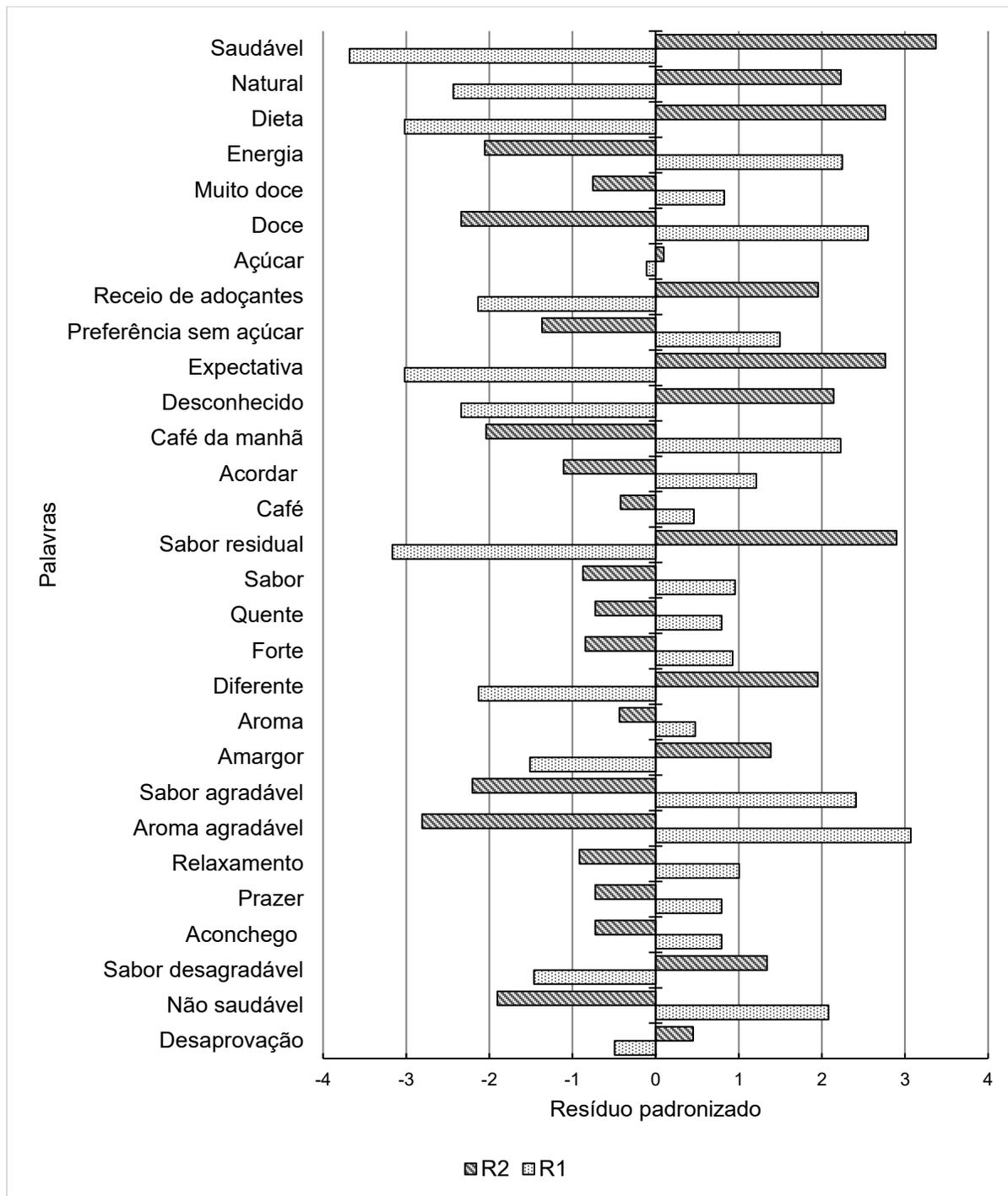
R1: Resposta ao questionamento 1 “bebida coada feita de café torrado moído, adoçado com açúcar”. R2: Resposta ao questionamento 2 “bebida coada feita de café torrado moído com folhas de estévia como agente adoçante”. Fonte: Autores, 2025.

No estímulo R1, os termos mais recorrentes foram: “doce”, “gostoso”, “café”, “energia” e “gosto”, indicando uma forte conexão com sensações agradáveis, prazer imediato e familiaridade. Essas associações podem refletir a percepção tradicional do açúcar como um componente sensorialmente atrativo e culturalmente integrado ao consumo de café, especialmente relacionado com o público de 30,4% que reportou consumir café adoçado com açúcar. Em relação ao estímulo R2 gerou associações mais polarizadas, com destaque para os termos “amargo”, “adoçante”, “natural”, “gosto residual”, “saudável” e “ruim”. Estes resultados sugerem que a estévia é percebida de forma ambivalente: embora associada a atributos positivos como naturalidade e benefícios à saúde, também é relacionada a efeitos sensoriais indesejados, como amargor e gosto residual. Essa ambivalência observada nas associações elencadas para R2 pode estar correlacionada a diversidade do público, onde 73,8% reportou não ter receio de consumir adoçantes naturais em relação a 26,2% que afirmou ter receio; 51,1% relatou não consumir adoçantes em comparação a 48,9% que relatou consumir adoçante com frequência que variava de diariamente a ocasionalmente; adicionalmente, 61,2% relatou não consumir estévia, enquanto 28,8% relatou consumir ocasionalmente e 10% relatou consumir diariamente ou até 1 vez na semana.

A análise dos resíduos padronizados permitiu identificar quais palavras contribuíram de forma mais expressiva para a diferença observada entre os grupos. Na Figura 2 os valores absolutos superiores a 1,96 indicam contribuição estatisticamente significativa ao nível de 5%. No presente estudo, termos como “saudável”, “sabor residual” e “expectativa” apresentaram resíduos elevados para o grupo com estévia, refletindo uma associação positiva significativamente maior do que a esperada. Isso pode estar associado aos hábitos de consumo do público, que reportou já ter adquirido ou preparado bolo, suco, café, bebidas lácteas, iogurtes ou outros com adoçante em 79,3% das menções, face a 20,7% que nunca adquiriu ou preparou algum alimento com adoçante;

adicionalmente, reportaram dar preferência para a aquisição de produtos sem açúcar como pão, bolo, bebida, geleia, sorvete e outros em 77,9% das menções, face a 22,1% que não exhibe essa preferência. Esses hábitos de consumo mostram que a maioria do público já teve a experiência de consumir produtos com adoçantes, que remete aos termos mencionados para R2, acreditando na saudabilidade e na expectativa de um café que possa ter um sabor residual. Por outro lado, palavras como “sabor agradável” e “aroma agradável” mostraram resíduos positivos para o grupo com açúcar, indicando maior frequência de associação em comparação ao grupo experimental. Esses resultados evidenciam que os estímulos adoçados com estévia e açúcar despertam representações cognitivas distintas entre os participantes.

Figura 2: Resíduos padronizados do teste associação de livre de palavras em cafés adoçados com açúcar e com folhas de estévia



Fonte: Autores, 2025.

No teste de listagem livre de palavras, foram elencados 499 (n=499) palavras, termos ou frases, os quais foram agrupados em categorias semânticas para facilitar a análise. Dentre os critérios levantados, aspectos ligados à terra, origem e marca do produto apresentaram maior destaque. Contudo, atributos sensoriais também foram mencionados com frequência relevante, ainda que em menor proporção em relação aos demais critérios. Na figura 3, está representada a nuvem de palavras correlacionadas aos critérios levados em consideração no ato da compra de café pelos participantes.

Figura 3: Nuvem de palavras de acordo à frequência de palavras avaliadas por lista livre de palavras em relação a critérios levados em consideração no ato da compra de café.



Fonte: Autores, 2025.

Entre os termos sensoriais analisados destacou-se "nível de torra", com 10,82% das menções, evidenciando uma forte preocupação com o ponto de torra do produto. Em seguida, "origem" foi referida por 7,01% dos participantes, demonstrando interesse em conhecer a procedência dos grãos. A "marca" também se destacou, com 6,61% das respostas, reforçando a importância da identificação com marcas conhecidas no processo de decisão de compra. Os termos mencionados podem estar relacionados ao público predominantemente feminino, que geralmente vai ao supermercado e tem mais contato com diferentes tipos de café, com alto grau de instrução (48,8% com pós-graduação e 29,1% com ensino superior), que consome café sem adoçar (52,4%) e se mostrou conhecedor de diferentes métodos de preparo do café; tais características do público demonstram conhecer mais sobre café podendo ter mais preocupações com o nível de torra, origem e marca do café que venham a adquirir. A "data de validade" foi citada por 5,21% dos participantes, revelando atenção ao frescor e ao tempo de prateleira do produto. Outras palavras que foram altamente citadas incluem "preço" (3,61%), "ingredientes" (3,41%) e "embalagem atrativa" (2,81%), refletindo preocupações tanto com o valor percebido quanto com a composição e a estética do café. Termos como "qualidade" (2,81%), "forte" (2,81%) e "cor" (2,00%) também surgiram com frequências relevantes, indicando que atributos simbólicos, sensoriais e visuais

influenciam de forma significativa a escolha do consumidor. Outras categorias, embora com menor percentual, também foram citadas com frequência expressiva, como "processamento" (1,60%), "tipo dos grãos" (1,60%), "café em grãos" (1,60%), "quantidade" (1,60%) e "tradicional" (2,00%). Termos como "notas sensoriais" apareceram em 1,60% das respostas, enquanto "acidez" foi mencionada por 1,20% dos participantes. O termo "aroma" representou 1,40% das associações, sugerindo que o aroma do café segue sendo um elemento perceptivo valorizado. Por fim, "amargor" foi citado por apenas 0,20%, indicando uma menor recorrência dessa característica específica no processo de decisão de compra. Esses dados reforçam que a decisão de compra do café envolve múltiplos critérios, que vão desde aspectos técnicos e informacionais até elementos ligados à experiência sensorial e às preferências subjetivas de cada indivíduo.

No teste de expectativa do produto pela embalagem o café com folhas de estévia (Figura 1) obteve média sensorial para o gosto doce de  $5,71 \pm 2,15$ , enquanto a embalagem do café com açúcar obteve média de  $5,21 \pm 2,69$ . O teste de Wilcoxon para amostras pareadas indicou diferença estatisticamente significativa na expectativa de gosto doce entre as duas embalagens avaliadas ( $Z = 2,655$ ;  $p = 0,0079$ ). Esses resultados sugerem que a presença da imagem da folha de estévia pode ter influenciado positivamente a expectativa de sabor doce do produto.

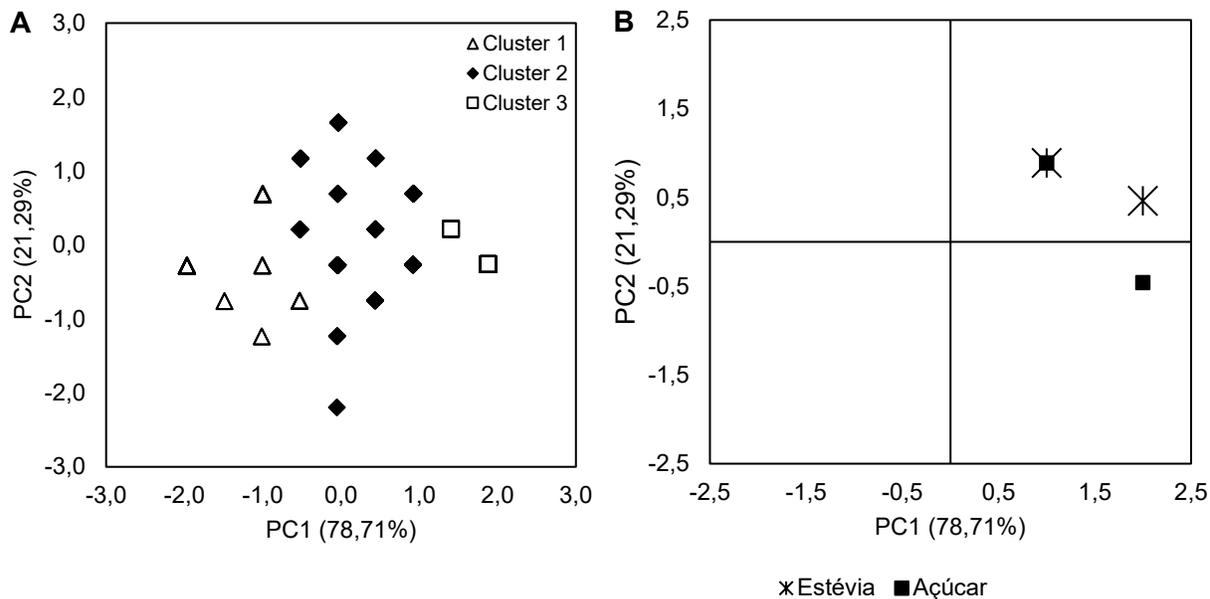
Essa percepção antecipada da aceitação do gosto doce pode ser explicada pelo fato dos consumidores formarem expectativas sensoriais com base em elementos visuais e informativos da embalagem (Sant'Anna *et al.*, 2022). Quando o produto utiliza ingredientes percebidos como naturais, a atenção do consumidor pode se voltar mais para valores simbólicos como saúde e naturalidade do que para características sensoriais específicas, despertando interesse do consumidor (Deliza *et al.*, 2021). De forma adicional, a expectativa da aceitação sensorial do sabor doce da embalagem contendo açúcar e estévia pode estar correlacionada com a expectativa do público, no qual 52,4% relatou consumir café sem adoçar, 14,3% reportou consumir café adoçado com adoçante, enquanto somente 30,4% reportou consumir com açúcar. Ainda, 48,9% relataram consumir adoçantes com certa frequência, 79,3% relataram já ter adquirido ou preparado alimentos com adoçantes e 77,9% reportou dar preferência para adquirir produtos sem açúcar na composição, demonstrando um público inclinado ao consumo sem açúcar ou com adoçante que pode estar associado ao interesse e curiosidade da embalagem contendo estévia e a informação "não contém açúcar" ofertada com estímulo.

Quanto à intenção de compra, a presença de diferentes elementos visuais nos rótulos de café e as escritas "não contém açúcar" e "contém açúcar" influenciaram significativamente a resposta dos consumidores (Figura 4). O modelo aditivo apontou um efeito estatisticamente relevante do tipo de imagem ( $F = 12,44$ ;  $p = 0,00048$ ), com maior preferência pela embalagem contendo folhas de estévia e a informação "não contém açúcar" ( $3,33 \pm 1,46$ ) em relação à

embalagem com cubos de açúcar e a informação “contém açúcar” ( $2,76 \pm 1,48$ ). Embora o tamanho de efeito tenha sido moderado ( $\eta^2 = 0,036$ ), o alto poder estatístico (0,94) reforça a robustez do resultado, sugerindo que elementos gráficos associados à naturalidade e à informação “não contém açúcar” podem influenciar positivamente a atratividade percebida do produto.

A análise de agrupamento revelou três perfis distintos de consumidores: o Cluster 1, com baixa intenção de compra para ambos os rótulos; o Cluster 2, com postura neutra ou levemente positiva; e o Cluster 3, que demonstrou maior intenção de compra, especialmente para a embalagem com açúcar. As diferenças entre os grupos foram estatisticamente significativas ( $F_{\text{estévia}} = 220,60$ ;  $F_{\text{açúcar}} = 161,46$ ;  $p < 0,0001$ ), e as distâncias euclidianas reforçaram a heterogeneidade das preferências, sobretudo entre os Clusters 1 e 3 (Figura 4A). A Análise de Componentes Principais (PCA) confirmou essa segmentação (Figura 4B). A primeira componente principal (PC1) explicou 78,71% da variância e representou o eixo da expectativa da intenção de compra geral, enquanto a segunda (PC2), com 21,29%, diferenciou os consumidores com expectativa de intenção de compra mais favoráveis à embalagem com estévia (valores positivos) daqueles com maior afinidade à embalagem com açúcar (valores negativos). A Figura 4B mostra vetores em direções opostas, evidenciando uma oposição perceptiva clara entre os dois tipos de embalagem. Isso sugere que consumidores tendem a se alinhar mais fortemente a um dos estímulos, evidenciando o papel estratégico do design de rótulos na comunicação e no posicionamento de produtos alimentícios.

Figura 4: Análise de componentes principais considerando o impacto da presença de estévia e açúcar na intenção de compra: (A) Distribuição dos consumidores nos componentes principais segundo os clusters; (B) Projeção das variáveis na PCA destacando o contraste perceptivo entre embalagens com estévia e com açúcar.



Fonte: Autores (2025).

Esses resultados evidenciam ainda a existência de um nicho de mercado receptivo a produtos adoçados com ingredientes naturais, como as folhas de estévia, e indicam curiosidade e potencial de aceitação por parte dos consumidores. Tais resultados refletem uma tendência observada na literatura, onde produtos que destacam características naturais e saudáveis tendem a gerar maior interesse do consumidor, mesmo na ausência de experiências sensoriais prévias (Esmerino *et al.*, 2017; Pinto *et al.*, 2018). A associação positiva entre ingredientes naturais e benefícios à saúde tem sido amplamente documentada em estudos com consumidores brasileiros, os quais demonstram predisposição à experimentação e ao consumo de produtos que se alinham a um estilo de vida mais saudável e sustentável (Pontual *et al.*, 2017; Viana *et al.*, 2021).

### 3.2 Teste triangular, escala hedônica e intenção de compra

No teste triangular, escala hedônica e intenção de compra 37,7% do público tinha entre 18 e 25 anos, 54,7% eram homens e 52,8% tinham ensino médio completo. Relataram consumir café diariamente (69,2%) adoçado com açúcar (52,2%) ou adoçante (11,3%), sendo o método de preparo do café predominante foi a percolação em filtro de papel (57,5%), seguido da percolação em filtro de pano (20,7%) e café solúvel (20,7%).

Dos 112 provadores do teste triangular, 63 identificaram corretamente a amostra diferente (56,25%), obtendo-se diferença significativa entre as amostras ( $p \leq 0,05$ ). A percepção de variações sensoriais entre as bebidas de café com estévia pré-tratada e não tratada sugere que o pré-tratamento etanólico das folhas promoveu alterações sensoriais perceptíveis ao paladar dos consumidores. Os achados corroboram com os resultados obtidos por Ciotta, et al. (2022), que demonstraram que o pré-tratamento etanólico reduz compostos amargos e herbáceos, resultando em extratos com melhor perfil sensorial.

Durante a aplicação do teste, os participantes registraram comentários nas fichas sensoriais; a amostra contendo estévia sem tratamento recebeu observações como “*possui sabor amargo no final*” ou “*sabor mais amargo*” por 2,7% dos provadores e “*menos doce/adoçado que as demais*” por 5,3% dos provadores. Esses comentários qualitativos corroboram a hipótese de que o uso de folhas de estévia submetidas ao pré-tratamento etanólico pode contribuir para reduzir notas de amargor e herbalidade, ao mesmo tempo, em que evidência o sabor doce da bebida. Tais achados reforçam a aplicabilidade do pré-tratamento no impacto sensorial como uma estratégia viável para aprimorar a aceitação de produtos adoçados com folhas minimamente processadas. De forma similar, Formigoni *et al.*, (2018) observaram melhora na pureza dos glicosídeos e redução de sabores indesejáveis após purificação das folhas de estévia com etanol. Os comentários dos provadores reforçam essas evidências, indicando que o pré-tratamento contribui para suavizar o amargor e favorecer a percepção do dulçor na bebida.

Obtendo-se a diferença entre as bebidas de café contendo as folhas de estévia pré-tratadas e não tratadas, foi realizado o teste da escala hedônica e intenção de compra para avaliar se existia diferença na aceitação das amostras. De forma adicional, optou-se pelo teste da escala hedônica avaliar, além das duas amostras utilizadas no teste triangular, uma bebida de café puro (sem adição de estévia ou outros edulcorantes). A Tabela 4 mostra os valores sensoriais médios dos testes sensoriais de aceitação e intenção de compra.

Tabela 4: Valores sensoriais médios do teste de aceitação e intenção de compra das amostras de café com e sem a presença de folhas de estévia tratadas e não tratadas.

Atributos	Valores sensoriais médios			Índice de aceitabilidade (%)		
	CC	CST	CSN	CC	CST	CSN
Aparência	7,86 ± 1,34 <sup>a</sup>	7,81 ± 1,27 <sup>a</sup>	8,00 ± 1,14 <sup>a</sup>	87,3	86,7	88,9
Cor	7,80 ± 1,31 <sup>a</sup>	7,77 ± 1,26 <sup>a</sup>	7,98 ± 1,13 <sup>a</sup>	86,7	86,3	88,7
Aroma	7,15 ± 1,53 <sup>a</sup>	6,51 ± 1,75 <sup>b</sup>	6,44 ± 1,84 <sup>b</sup>	79,4	72,3	71,6
Viscosidade	7,32 ± 1,53 <sup>a</sup>	7,17 ± 1,55 <sup>a</sup>	7,33 ± 1,55 <sup>a</sup>	81,3	79,7	81,4
Sabor	6,60 ± 2,03 <sup>a</sup>	5,76 ± 2,31 <sup>b</sup>	5,73 ± 2,21 <sup>b</sup>	73,3	64,0	63,7
Impressão Global	6,93 ± 1,66 <sup>a</sup>	6,34 ± 1,99 <sup>b</sup>	6,22 ± 1,93 <sup>b</sup>	77,0	70,4	69,1
Intenção de compra	3,54 ± 1,19 <sup>a</sup>	3,13 ± 1,25 <sup>b</sup>	3,05 ± 1,21 <sup>b</sup>	70,8	62,6	61,0

Valores sensoriais médios ± desvio padrão. Letras diferentes na mesma linha diferem estatisticamente pelo teste de

Tukey ( $p \leq 0,05$ ). CC: café controle; CST: café com folhas de estévia tratadas; CSN: café com folhas de estévia não tratadas; Escala hedônica: 1 = desgostei muitíssimo; 2 = desgostei muito; 3 = desgostei moderadamente; 4 = desgostei ligeiramente; 5 = não gostei nem desgostei; 6 = gostei ligeiramente; 7 = gostei moderadamente; 8 = gostei muito; 9 = gostei muitíssimo. Fonte: Autores, 2025.

Não foram observadas diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) entre as amostras para os atributos de aparência, cor e viscosidade, indicando que a adição das folhas de estévia com ou sem pré-tratamento etanólico não comprometeu atributos. As médias desses atributos situaram-se entre 7,17 e 8,0 na escala hedônica, demonstrando boa aceitação por parte dos provadores, com avaliações entre "gostei moderadamente" e "gostei muito" e índices de aceitabilidade superiores a 80%.

Os atributos de aroma, sabor, impressão global e intenção de compra diferiram significativamente ( $p \leq 0,05$ ) entre o café controle e as amostras com folhas de estévia. O café controle obteve os maiores valores sensoriais médios, evidenciando a preferência dos consumidores em relação à bebida tradicional. Em contrapartida, não houve diferença significativa entre as amostras com folhas de estévia pré-tratadas e não tratadas para esses atributos, sugerindo que o pré-tratamento etanólico das folhas não exerceu influência na aceitação sensorial e intenção de compra. Dos atributos avaliados, o sabor e a intenção de compra tiveram os menores índices de aceitabilidade obtidos, inferiores a 70%, considerado como limite para uma amostra ser considerada aceita sensorialmente. Entretanto, ao observar a aceitação do café controle, notou-se que a aceitabilidade também foi mais baixa em relação aos demais atributos, com índices de aceitabilidade próximos a 70%.

Possivelmente a menor aceitação para o sabor e intenção de compra estejam associados aos hábitos de consumo dos provadores, que se declararam consumidores de café adoçado com açúcar (52,2%) sem ter adquirido/preparado alimentos com adoçantes (58,3%) e sem o hábito de adquirir preferencialmente produtos sem adoçantes (63,7%). Adicionalmente, esse público reportou utilizar métodos de preparo de café tradicionais, como a percolação em filtro e papel ou pano e café solúvel, e talvez não estivesse habituado ao consumo de cafés arábica como o empregado no presente estudo. De modo similar, Kalschne *et al.*, (2019) observaram que bebidas de café arábica de alta qualidade (NY 2) foi menos aceito para atributos de textura, sabor, impressão global e intenção de compra que bebidas de café canéfora ou bebidas de café arábica e canéfora adicionadas de 50% de grãos preto, verde e ardido.

Diferentemente do teste da expectativa do produto pela embalagem, no qual a embalagem que tinha a escrita "café tradicional; café torrado e moído com folhas de estévia, 500 g, sem adição de açúcar" teve um valor sensorial médio para o gosto doce e intenção de compra maior que a embalagem com a escrita "café tradicional; café torrado e moído com açúcar, 500 g, contém açúcar", no teste de aceitação em que as amostras foram degustadas, o sabor e a intenção de compra foram menores nas bebidas de café com adição de estévia. Isso mostra que a expectativa do

provador nem sempre se confirma no momento da degustação. Isso é especialmente importante quando o consumidor está adquirindo um produto novo ou pela primeira vez, no qual as informações e a construção da embalagem são importantes ferramentas de marketing para comunicar expectativas. Entretanto, ainda que alguns atributos das bebidas com estévia tiveram menor aceitação que o café controle, a intenção de compra acima do nível intermediário da escala nas amostras com estévia indica uma receptividade promissora ao conceito do produto, considerando especialmente a crescente valorização de ingredientes naturais e alternativas ao açúcar (Deliza *et al.*, 2021), abrindo espaço para novos estudos de aceitação de bebidas de café com estévia.

O fato de ter sido observada diferença no teste triangular entre as duas bebidas contendo estévia e não ter sido observada diferença na aceitação delas pode estar associado ao tipo de teste sensorial empregado. O teste triangular é um teste de diferença, onde solicita-se ao provador que procure tal diferença comparando as amostras servidas simultaneamente. Em contrapartida, no teste de aceitação, um teste subjetivo, o provador é solicitado a indicar se gostou ou não da amostra, sem efeitos comparativos, uma vez que a amostra é servida de forma monádica. Um comportamento similar foi observado por Kalschne *et al.*, (2018) empregando-se o teste triangular e o teste de ordenação da preferência. Os autores citados relataram que quando adicionado café preto, verde e ardido (defeitos) a um café arábica de alta qualidade, os consumidores percebiam a presença do café defeituoso no teste triangular, mas não rejeitavam a bebida no teste de preferência nas mesmas concentrações de adição dos defeitos.

Considerando os resultados sensoriais do teste triangular, no qual as bebidas com estévia pré-tratada e não tratada diferiram e do teste da escala hedônica, onde ambas bebidas com estévia tiveram menor aceitação que o café controle para alguns atributos, nos testes sensoriais subsequentes optou-se por continuar o estudo com as folhas pré-tratadas. Essa escolha foi feita de modo a mitigar os efeitos da maior herbalidade e amargor das folhas de estévia não tratada. Adicionalmente, em um estudo anterior, esse grupo de pesquisa observou que o pré-tratamento não reduziu a composição de glicosídeos de esteviol incluindo esteviosídeo, rebaudiosídeo C, rebaudiosídeo A, e glicosídeos totais (Silva *et al.*, 2025), reforçando o potencial de doçura da estévia pré-tratada, inclusive relacionada por 5,3% dos provadores do teste triangular de forma indireta, afirmarem a menor doçura da estévia não tratada.

### 3.3. Escala do ideal e ordenação da preferência

No teste da escala do ideal os provadores eram jovens (44,4% com idade entre 18 e 25 anos), proporcionalmente divididos entre homens e mulheres (52,8% e 47,2%, respectivamente)

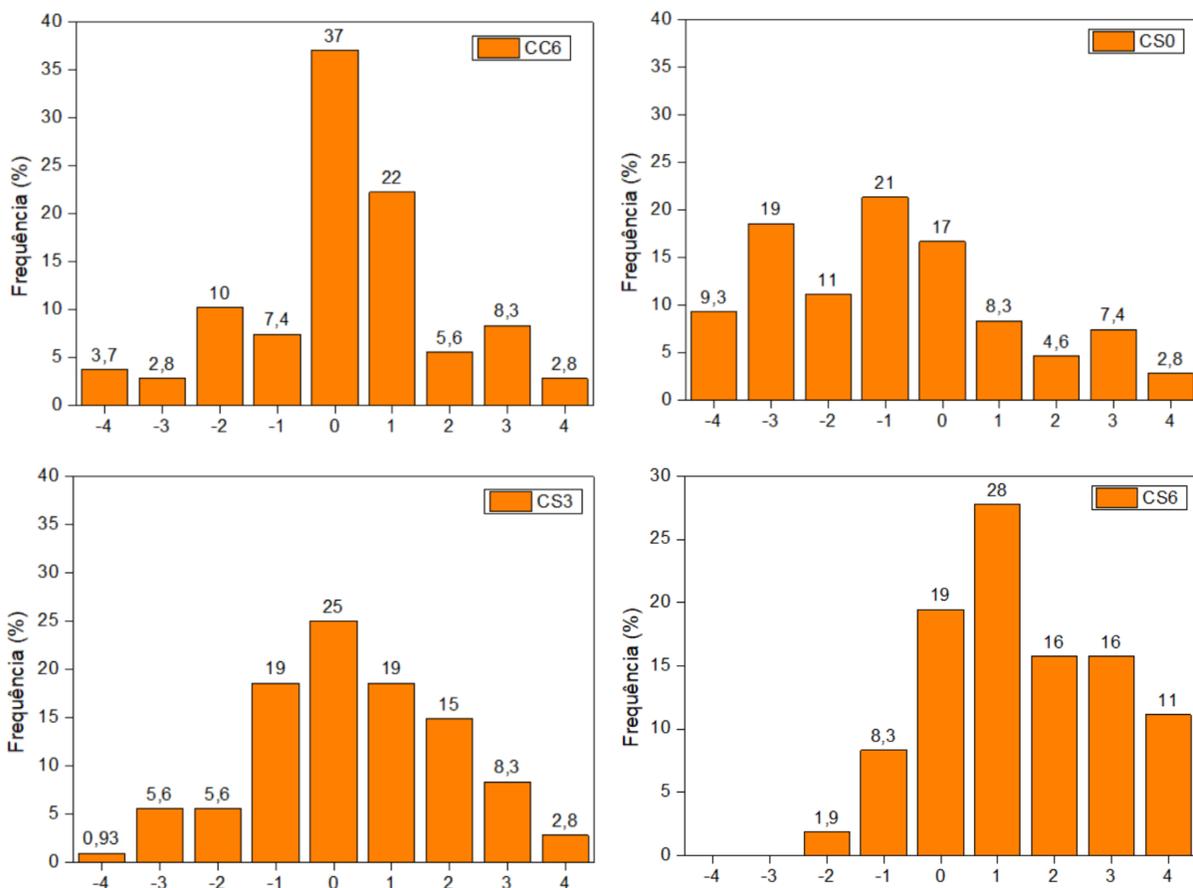
com maioria possuindo grau de instrução nível médio (57,4%). A maioria reportou que consome café diariamente (68,5%) preferencialmente adoçado com açúcar (48,1%) e preparado por percolação em filtro de papel (56,8%). Um total de 48,1% reportou consumir adoçantes e 28,7% reportou consumir estévia com frequências entre diaria e ocasionalmente.

A Figura 5 mostra o histograma com a distribuição da avaliação dos provadores em relação a doçura das amostras, considerando que o -4 corresponde a “extremamente menos doce que o ideal”, que 0 corresponde a “doçura ideal” e +4 corresponde a “extremamente mais doce que o ideal”. Nesse contexto, a bebida de café com adição de 6% de sacarose sem estévia foi que teve o maior número de avaliações correspondendo a “doçura ideal” (37%), com uma concentração das respostas nessa categoria da escala utilizada no teste. O café com estévia pré-tratada sem adição de sacarose foi classificada com maior número de avaliações, correspondendo a “ligeiramente menos doce que o ideal” (21,3%), com o histograma deslocado na parte negativa da escala relacionada com doçura inferior ao ideal em diferentes níveis da escala. Adicionalmente, essa bebida teve a distribuição mais simétrica em relação aos demais histogramas, o que denota uma disparidade na opinião dos provadores em relação a doçura conferida somente pela estévia.

A bebida contendo estévia pré-tratada e 3% de sacarose teve o comportamento de frequências mais próximo do observado para o café contendo somente 6% de sacarose, com a maioria das avaliações correspondendo “doçura ideal” (25,0%). Se somadas as avaliações nos níveis -1 (ligeiramente menos doce que o ideal), 0 (doçura ideal) e +1 (ligeiramente mais doce que o ideal) da escala utilizada essa amostra tem uma representação de 62,0% das frequências, comparada a 66,6% para a amostra contendo somente 6% de sacarose. A proximidade na distribuição das frequências sugere que pode ser feita a substituição de 6% de sacarose por uma combinação de 0,4% de estévia pré-tratada com 3% de sacarose, permitindo uma redução de 50% no consumo de açúcar na bebida.

A bebida de café contendo estévia e 6% de sacarose teve a maioria das avaliações correspondendo “ligeiramente mais doce que o ideal” (27,8%), com o histograma deslocado na parte positiva da escala relacionada com doçura superior ao ideal em diferentes níveis da escala. Considerando que a bebida contendo somente 6% de sacarose foi a que mais teve respostas na “doçura ideal” justifica-se o fato da bebida que tinha além da estévia pré-tratada mais 6% de sacarose ser considerada com doçura acima do ideal.

Figura 5: Histograma das frequências do atributo doçura das bebidas de café avaliadas no teste da escala do ideal.



CC6: café contendo 6% de sacarose sem estévia; CS0: café contendo 0,4% de estévia e 0% de sacarose; CS3: café contendo 0,4% de estévia e 3% de sacarose; CS6: café contendo 0,4% de estévia e 6% de sacarose. Escala do ideal: -4 = extremamente menos doce que o ideal; -3 = muito menos doce que o ideal; -2 = moderadamente menos doce que o ideal; -1 = ligeiramente menos doce que o ideal; 0 = doçura ideal; 1 = ligeiramente mais doce que o ideal; 2 = moderadamente mais doce que o ideal; 3 = muito mais doce que o ideal; 4 = extremamente mais doce que o ideal. Fonte: Autores (2025).

Os resultados obtidos no teste da escala do ideal permitiram identificar que uma redução de 50% no teor de sacarose em formulações de café com estévia são possíveis comprometendo minimamente a percepção da doçura ideal, trazendo benefícios a saúde no que se refere a redução do consumo de açúcar e de calorias. Os resultados obtidos são promissores, uma vez que Silva *et al.*, (2025) sugeriram que a estévia poderia substituir de 28,98% a 38,58% da sacarose em cafés, mantendo o impacto positivo na viscosidade e nas características físico-químicas da bebida. Pequenas reduções de açúcar, especialmente quando associadas a adoçantes naturais e ao conceito de saudabilidade, tendem a ser bem aceitas pelos consumidores, o que reforça os achados do presente trabalho (Deliza *et al.*, 2021).

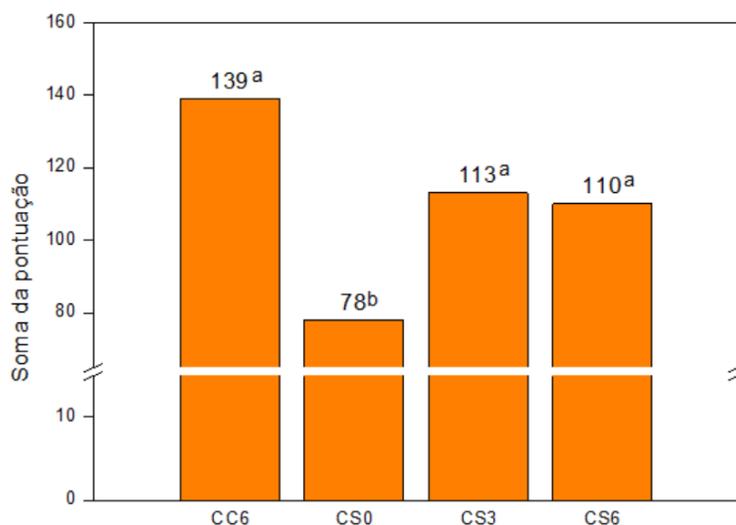
Com o objetivo de verificar se a adição de folhas de estévia pré-tratadas pode manter a preferência do consumidor em bebidas de café com teores reduzidos de sacarose, foi conduzido o teste de ordenação de preferência. O painel sensorial foi composto por julgadores jovens (52,3%

tinham 18 a 25 anos), majoritariamente do público feminino (66,8%) com ensino médio (61,4%). Declaram-se como consumidores diários de café (63,6%) preferencialmente adoçado com açúcar (61,4%) e preparado por percolação em filtro de papel (61,1%). Um total de 43,2% reportou consumir adoçantes e 31,8% reportou consumir estévia com frequências entre diária e ocasionalmente.

A Figura 6 mostra a preferência dos provadores em relação às bebidas de café com 6% de sacarose sem estévia, e com estévia pré-tratada e 0%, 3% e 6% de sacarose. Observa-se que as amostras contendo somente sacarose, e contendo estévia pré-tratada e 3% e 6% de sacarose foram as mais preferidas ( $p > 0,05$ ), não diferindo entre si, mas diferiram da bebida que continha somente a estévia pré-tratada ( $p \leq 0,05$ ). Esse resultado sugere que a redução de 50% do teor de sacarose (de 6% para 3%), quando associada à presença de folhas de estévia pré-tratadas (0,4%) não comprometeu a preferência sensorial da bebida e corroborou com os dados obtidos na escala do ideal, na qual essa amostra foi a que teve um resultado mais aproximada da bebida de café contendo somente 6% de sacarose. Assim, o uso de *S. rebaudiana* pode representar uma alternativa viável para a redução do açúcar em produtos à base de café, sem prejuízo à aceitação do consumidor.

Segundo a Organização Pan-Americana da Saúde (2019), estratégias voltadas à redução de açúcares livres são essenciais para combater o avanço das doenças crônicas não transmissíveis na América Latina, uma vez que mais de 40% da energia proveniente de alimentos ultraprocessados na região advém desses açúcares (OPS, 2019). Dessa forma, o uso de ingredientes minimamente processados como a estévia representa não apenas uma solução sensorialmente viável, mas também um importante incentivo à mudança de hábitos alimentares e à promoção da saúde pública.

Figura 6. Resultados do teste de ordenação de preferência das bebidas de café.



CC6: café contendo 6% de sacarose sem estévia; CS0: café contendo 0,4% de estévia e 0% de sacarose; CS3: café contendo 0,4% de estévia e 3% de sacarose; CS6: café contendo 0,4% de estévia e 6% de sacarose. Amostras seguidas por letras iguais não diferem entre si a um nível de significância de 5%. Limite crítico = 32. Fonte: Autores (2025).

#### 4. CONCLUSÃO

O estudo demonstrou que os consumidores percebem de forma distinta o café adoçado com açúcar e com folhas de estévia, associando este último a características como sabor amargo, natural, saudável e gosto residual. Apesar disso, a embalagem com estévia despertou interesse e intenção de compra em parte dos provadores, revelando perfis distintos de consumidores. A análise sensorial indicou que o uso de folhas de *Stevia rebaudiana* pré-tratadas com etanol melhora a doçura e reduz o amargor, permitindo a substituição de até 50% da sacarose sem prejuízo na aceitação global do produto. A combinação de 0,4% de estévia tratada com 3% de sacarose em café apresentou aceitação equivalente à formulação tradicional com 6% de açúcar, evidenciando o potencial do pré-tratamento na reformulação de bebidas mais saudáveis, com menor teor de açúcar e boa aceitação sensorial.

Agradecimentos: Os autores agradecem, à CEANMED – Central Analítica Multiusuário da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Medianeira, pelos ensaios realizados.

Financiamento: Este trabalho foi apoiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brazil (CAPES), e pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

#### 5. REFERENCIAS

- Ahmad, J., Khan, I., Blundell, R., Azzopardi, J., & Mahomoodally, M. F. (2020). Stevia rebaudiana Bertoni.: an updated review of its health benefits, industrial applications and safety. *Trends in Food Science & Technology*, *100*, 177–189. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.04.030>
- Ares, G., & Deliza, R. (2010a). Identifying important package features of milk desserts using free listing and word association. *Food Quality and Preference*, *21*(6), 621–628. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2010.03.010>
- Ares, G., & Deliza, R. (2010b). Studying the influence of package shape and colour on consumer expectations of milk desserts using word association and conjoint analysis. *Food Quality and Preference*, *21*(8), 930–937. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2010.03.006>
- Ciotta, S. R., Zorzenon, M. R. T., Dacome, A. S., Hodas, F., do Couto, J. M. F. de A., Fernandes, P. G. M., da Costa, C. E. M., & da Costa, S. C. (2022). Extraction of sweeteners from Stevia rebaudiana by semicontinuous percolation of untreated leaves and leaves pretreated with ethanol. *Journal of Food Processing and Preservation*, *46*(3). <https://doi.org/10.1111/jfpp.16303>
- Corso, M. P., & Benassi, M. de T. (2015). Packaging attributes of antioxidant-rich instant coffee and their influence on the purchase intent. *Beverages*, *1*(4), 273–291. <https://doi.org/10.3390/beverages1040273>
- Dai, J., Soto, M. J., Dunn, C. G., & Bleich, S. N. (2021). Trends and patterns in sugar-sweetened

- beverage consumption among children and adults by race and/or ethnicity, 2003–2018. *Public Health Nutrition*, 24(9), 2405–2410. <https://doi.org/10.1017/S1368980021001580>
- de Andrade, J. C., de Aguiar Sobral, L., Ares, G., & Deliza, R. (2016). Understanding consumers' perception of lamb meat using free word association. *Meat Science*, 117, 68–74. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.02.039>
- de Carvalho, A. C. G., de Oliveira, R. C. G., Navacchi, M. F. P., da Costa, C. E. M., Mantovani, D., Dacôme, A. S., Seixas, F. A. V., & da Costa, S. C. (2013). Evaluation of the potential use of rebaudioside-A as sweetener for diet jam. *Food Science and Technology*, 33(3), 555–560. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612013005000080>
- Deliza, R., Lima, M. F., & Ares, G. (2021). Rethinking sugar reduction in processed foods. *Current Opinion in Food Science*, 40, 58–66. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2021.01.010>
- DUTCOSKY, S. D. (2013). *Análise sensorial de alimentos*. Champagnat.
- Esmerino, E. A., Ferraz, J. P., Filho, E. R. T., Pinto, L. P. F., Freitas, M. Q., Cruz, A. G., & Bolini, H. M. A. (2017). Consumers' perceptions toward 3 different fermented dairy products: Insights from focus groups, word association, and projective mapping. *Journal of Dairy Science*, 100(11), 8849–8860. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12533>
- Formigoni, M., Milani, P. G., da Silva Avíncola, A., dos Santos, V. J., Benossi, L., Dacome, A. S., Pilau, E. J., & da Costa, S. C. (2018). Pretreatment with ethanol as an alternative to improve steviol glycosides extraction and purification from a new variety of stevia. *Food Chemistry*, 241, 452–459. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.09.022>
- Goyal, S. K., Samsher, & Goyal, R. K. (2010). Stevia ( *Stevia rebaudiana* ) a bio-sweetener: a review. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 61(1), 1–10. <https://doi.org/10.3109/09637480903193049>
- Guerrero, L., Claret, A., Verbeke, W., Enderli, G., Zakowska-Biemans, S., Vanhonacker, F., Issanchou, S., Sajdakowska, M., Granli, B. S., Scalvedi, L., Contel, M., & Hersleth, M. (2010). Perception of traditional food products in six European regions using free word association. *Food Quality and Preference*, 21(2), 225–233. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2009.06.003>
- IAL, I. A. L. (2008). 1ª Edição Digital. *Métodos físicos-químicos para análise de Alimentos*, 9, 453–460. [http://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016\\_3\\_19/analisedealimentosial\\_2008.pdf](http://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016_3_19/analisedealimentosial_2008.pdf)
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2020). *Pesquisa de Orçamentos Familiares 2017-2018*. <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/24786-pesquisa-de-orcamentos-familiares-2.html>.
- Kalschne, D. L., Biasuz, T., De Conti, A. J., Viegas, M. C., Corso, M. P., & Benassi, M. de T. (2019). Sensory characterization and acceptance of coffee brews of *C. arabica* and *C. canephora* blended with steamed defective coffee. *Food Research International*, 124(January 2018), 234–238. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.03.038>
- Kalschne, D. L., Viegas, M. C., De Conti, A. J., Corso, M. P., & Benassi, M. de T. (2018). Steam pressure treatment of defective *Coffea canephora* beans improves the volatile profile and sensory acceptance of roasted coffee blends. *Food Research International*, 105, 393–402. <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2017.11.017>
- Milani, paula g., Formigoni, M., Dacome, antonio s., Benossi, L., Costa, cecília e. m. Da, & Costa, silvio c. Da. (2017). New seminal variety of *Stevia rebaudiana*: Obtaining fractions with high antioxidant potential of leaves. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 89(3), 1841–1850. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201720170174>
- Milani, P. G., Dacome, A. S., Nalesso, C. C. F., Fiorenti, C. A., Da Costa, C. E. M., & Da Costa, S. C. (2016). Functional properties and sensory testing of whey protein concentrate sweetened with rebaudioside A. *Revista de Nutricao*, 29(1), 125–137. <https://doi.org/10.1590/1678-98652016000100012>
- Modell, S. (2005). Triangulation between case study and survey methods in management accounting research: An assessment of validity implications. *Management Accounting Research*, 16(2), 231–254. <https://doi.org/10.1016/j.mar.2005.03.001>
- Monteiro, A. R. G. (2005). *Introdução à análise sensorial de alimentos*. Eduem.

- Monteiro, M. L. G., Deliza, R., Mársico, E. T., de Alcantara, M., de Castro, I. P. L., & Conte-junior, C. A. (2022). What Do Consumers Think about Foods Processed by Ultraviolet Radiation and Ultrasound? *Foods*, *11*(3). <https://doi.org/10.3390/foods11030434>
- OPS. (2019). *Alimentos y bebidas ultraprocesados en América Latina: ventas, fuentes, perfiles de nutrientes e implicaciones*. Organización Panamericana de la Salud.
- Pereira, R. A., Duffey, K. J., Sichieri, R., & Popkin, B. M. (2014). Sources of excessive saturated fat, trans fat and sugar consumption in Brazil: an analysis of the first Brazilian nationwide individual dietary survey. *Public health nutrition*, *17*(1), 113–121. <https://doi.org/10.1017/S1368980012004892>
- Pinto, L. de P. F., Silva, H. L. A., Kuriya, S. P., Maçaira, P. M., Cyrino Oliveira, F. L., Cruz, A. G., Esmerino, E. A., & Freitas, M. Q. (2018). Understanding perceptions and beliefs about different types of fermented milks through the application of projective techniques: A case study using Haire's shopping list and free word association. *Journal of Sensory Studies*, *33*(3), 1–8. <https://doi.org/10.1111/joss.12326>
- Pontual, I., Amaral, G. V., Esmerino, E. A., Pimentel, T. C., Freitas, M. Q., Fukuda, R. K., Sant'Ana, I. L., Silva, L. G., & Cruz, A. G. (2017). Assessing consumer expectations about pizza: A study on celiac and non-celiac individuals using the word association technique. *Food Research International*, *94*, 1–5. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.01.018>
- Regina Gouvêa Rezende, S., & Coelho, C. (2021). Influence of utility and informational reinforcements on consumer assessment in blind and revealed brand tests. *Consumer Behavior Review*, *5*(1), 60–76.
- REIS, R. C., & MINIM, V. P. R. (2010). Testes de aceitação. Em V. P. R. MINIM (Org.), *Análise sensorial: estudos com consumidores* (p. 308). Editora UFV.
- Rocha, C., Moura, A. P., & Cunha, L. M. (2020). Consumers' associations with herbal infusions and home preparation practices. *Food Quality and Preference*, 104006. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2020.104006>
- Rtveladze, K., Marsh, T., Webber, L., Kilpi, F., Levy, D., Conde, W., McPherson, K., & Brown, M. (2013). Health and Economic Burden of Obesity in Brazil. *PLoS ONE*, *8*(7). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0068785>
- Samoggia, A., & Riedel, B. (2018). Coffee consumption and purchasing behavior review: Insights for further research. *Appetite*, *129*, 70–81. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2018.07.002>
- Sant'Anna, A. C., dos Santos Alves, M. J., Moraes Monteiro, C. R., Ribeiro Gagliardi, T., & Ayala Valencia, G. (2022). The influence of packaging colour on consumer expectations of coffee using free word association. *Packaging Technology and Science*, *35*(8), 629–639. <https://doi.org/10.1002/pts.2675>
- SILVA, S. B. da, FORMIGONI, M. A., ZORZENON, M. R., MILANI, P. G., DACOME, A. S., SEIXAS, F. A. V., & COSTA, S. C. da. (2020). Development of diet cereal bar sweetened with stevia leaves pre-treated with ethanol. *Food Science and Technology*, *40*(4), 894–901. <https://doi.org/10.1590/fst.19319>
- Silva, P. G., Cabeça, C. L. S., Aristides, L. G. B., Pereira, B. C., Nogueira, N. C., Siciliano, P. L. M., Dacome, A. S., Fernandes, P. G. M., Kalschne, D. L., & Costa, S. C. da. (2025). Coffee brew sweetened with stevia leaves: physicochemical and functional characterization. *OBSERVATÓRIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA*, *23*(2), e9002. <https://doi.org/10.55905/oelv23n2-074>
- Symoneaux, R., Galmarini, M. V., & Mehinagic, E. (2012). Comment analysis of consumer's likes and dislikes as an alternative tool to preference mapping. A case study on apples. *Food Quality and Preference*, *24*(1), 59–66. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2011.08.013>
- Teixeira E, Meinert EM, & Barbeta PA. (1987). *Análise sensorial de alimentos*. UFSC.
- Vera Lúcia Pupo Ferreira, Associação Brasileira dos Profissionais da Qualidade de Alimentos, Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, & Tereza Cristina A.de Almeida. (2000). *Análise sensorial: testes discriminativos e afetivos* (1º ed). SBCTA.
- Viana, F. M., Deliza, R., Monteiro, M. L. G., Martins, I. B. A., de Oliveira, D. C. R., & Conte-Junior, C. A. (2021). Applying free word association to understand the perception of fish as a meal by

Brazilians with different consumption frequencies. *Journal of Sensory Studies*, 36(2).

<https://doi.org/10.1111/joss.12628>

Wadsworth, G. (2000). Hearing midlife voices: Assessing different methods for researching women's experiences of menopause and midlife. *Women's Studies International Forum*, 23(5), 645–654.

[https://doi.org/10.1016/S0277-5395\(00\)00123-0](https://doi.org/10.1016/S0277-5395(00)00123-0)

WHO. (2015). *Guideline: Sugars intake for adults and children*.

[http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/149782/9789241549028\\_eng.pdf](http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/149782/9789241549028_eng.pdf)