

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO  
ESCOLA DE QUÍMICA

**Fellipe Silva Vargas Freire**



AÇAÍ, GUARANÁ E AÇÚCAR EM BEBIDAS LÁCTEAS  
FERMENTADAS COM ADIÇÃO DE CONCENTRADO  
PROTEICO DE SORO DO LEITE: EFEITOS SOBRE A  
ACEITAÇÃO E ATRIBUTOS SENSORIAIS.

RIO DE JANEIRO

2025

Fellipe Silva Vargas Freire

AÇAÍ, GUARANÁ E AÇÚCAR EM BEBIDAS LÁCTEAS FERMENTADAS COM  
ADIÇÃO DE CONCENTRADO PROTEICO DE SORO DO LEITE: EFEITOS SOBRE A  
ACEITAÇÃO E ATRIBUTOS SENSORIAIS.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Engenheiro de Alimentos.

Orientadores: Lauro Luís Martins Medeiros de Melo e Melissa Limoeiro Estrada Gutarra.

Rio de Janeiro

2025

## CIP - Catalogação na Publicação

F866a Freire, Fellipe Silva Vargas  
AÇAÍ, GUARANÁ E AÇÚCAR EM BEBIDAS LÁCTEAS  
FERMENTADAS COM ADIÇÃO DE CONCENTRADO PROTEICO DE  
SORO DO LEITE: EFEITOS SOBRE A ACEITAÇÃO E  
ATRIBUTOS SENSORIAIS. / Fellipe Silva Vargas  
Freire. -- Rio de Janeiro, 2025.  
98 f.

Orientador: Lauro Luís Martins Medeiros de Melo.  
Coorientador: Melissa Limoeiro Estrada Gutarra.  
Trabalho de conclusão de curso (graduação) -  
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de  
Química, Bacharel em Engenharia de Alimentos, 2025.

1. Análise Sensorial. 2. Bebidas Lácteas. 3.  
Engenharia de Alimentos. 4. Universidade Federal do  
Rio de Janeiro. 5. Alimentos Funcionais. I. Melo,  
Lauro Luís Martins Medeiros de , orient. II.  
Gutarra, Melissa Limoeiro Estrada , coorient. III.  
Titulo.

Elaborado pelo Sistema de Geração Automática da UFRJ com os dados fornecidos  
pelo(a) autor(a), sob a responsabilidade de Miguel Romeu Amorim Neto - CRB-7/6283.

Fellipe Silva Vargas Freire

AÇAÍ, GUARANÁ E AÇÚCAR EM BEBIDAS LÁCTEAS FERMENTADAS COM  
ADIÇÃO DE CONCENTRADO PROTEICO DE SORO DO LEITE: EFEITOS SOBRE A  
ACEITAÇÃO E ATRIBUTOS SENSORIAIS.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Escola de Química da Universidade Federal do  
Rio de Janeiro, como parte dos requisitos  
necessários à obtenção do grau de Engenheiro de  
Alimentos.

Aprovado em 05 de junho de 2025.

---

Lauro Luís Martins Medeiros de Melo, Doutor, UFRJ

---

Melissa Limoeiro Estrada Gutarra, Doutor, UFRJ

---

Ailton Cesar Lemes, Doutor, UFRJ

---

Karen Rodrigues Romano, Mestre, UFRRJ

Rio de Janeiro  
2025

*Dedico este trabalho à minha mãe,  
meu maior exemplo de força, coragem e amor incondicional*

*A você, que sempre acreditou em mim mesmo quando eu duvidei da minha própria capacidade.  
Que me incentivou a estudar, a sonhar e a lutar, mesmo diante das maiores dificuldades. Que  
se sacrificou de todas as formas possíveis e impossíveis para que eu pudesse chegar até aqui.  
Sem o seu apoio, seu esforço e sua dedicação, eu não teria conseguido entrar na faculdade,  
muito menos concluir este trabalho. Esta conquista é sua tanto quanto minha.*

*Obrigada por nunca desistir de mim.*

## **AGRADECIMENTOS**

A realização deste Trabalho de Conclusão de Curso marca não apenas o fim de uma etapa acadêmica, mas também a concretização de um sonho que só se tornou possível graças ao apoio, incentivo e colaboração de muitas pessoas, às quais sou profundamente grato.

Em primeiro lugar, agradeço à minha mãe, por ser o alicerce da minha vida. Pelos incontáveis sacrifícios, pelos exemplos de coragem e resiliência, pelo apoio emocional e financeiro, e por nunca deixar de acreditar no meu potencial. Sem você, nada disso seria possível.

Aos meus orientadores, pela valiosa orientação, paciência e comprometimento ao longo de todo o desenvolvimento deste trabalho. Seu olhar atento e suas contribuições foram fundamentais para a construção deste estudo.

À Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), pelo ensino público, gratuito e de excelência, e por viabilizar esta pesquisa por meio do programa PIBIC. Agradeço pelo ambiente acadêmico desafiador e pela formação sólida que recebi ao longo dos anos.

À doutoranda Thais Justos, que me acompanhou durante a Iniciação Científica e foi essencial na condução dos estudos que originaram os dados utilizados neste trabalho. Sua orientação e trabalhos de pesquisa prévios foram essenciais para o amadurecimento da pesquisa.

À Ana Beatriz Neif Alves, minha colega de Iniciação Científica, que esteve presente em todas as etapas do trabalho experimental. Sua dedicação, parceria e amizade tornaram essa trajetória mais leve e enriquecedora.

À minha família, pelo suporte incondicional, tanto emocional quanto financeiro, e por sempre me motivar a seguir em frente, mesmo nos momentos mais difíceis.

A todos os professores que fizeram parte da minha formação acadêmica, transmitindo conhecimento, valores e inspiração. E aos colegas de curso, pela amizade, pelo companheirismo e pelas trocas de aprendizado ao longo desses anos.

Por fim, agradeço a Deus, por me conceder força, saúde e discernimento para vencer cada obstáculo e concluir mais esta etapa da minha vida.

*"Você nunca sabe que resultados virão da sua ação. Mas se você não fizer nada, não existirão resultados." — Mahatma Gandhi*

## RESUMO

FREIRE, Fellipe Silva Vargas.

**Açaí, guaraná e açúcar em bebidas lácteas fermentadas com adição de concentrado proteico de soro do leite: efeitos sobre a aceitação e atributos sensoriais.** Rio de Janeiro, 2025. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Engenharia de Alimentos - Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2025.

Este trabalho teve como objetivo desenvolver e analisar sensorialmente bebidas lácteas fermentadas adicionadas de ingredientes com potencial funcional, como concentrado proteico de soro de leite (WPC), polpa de açaí e extrato de guaraná. Foram elaboradas duas séries de formulações: uma sem guaraná, com variações nos teores de açúcar (9% a 12%, m/m) e polpa de açaí (7% a 21%, m/m), e outra com adição de extrato de guaraná (0,05%, v/v), mantendo as mesmas faixas de variação dos demais ingredientes. A análise sensorial foi conduzida por meio de teste de aceitação (escala hedônica de 9 pontos), teste CATA (Check-All-That-Apply) com 21 atributos sensoriais, análise de penalidades, análise de correspondência e análise de segmentação. A análise de correspondência demonstrou que a concentração de polpa de açaí foi o principal fator de diferenciação sensorial entre as formulações. A análise de penalidades demonstrou que atributos como sabor de açaí, aroma de açaí e gosto doce se destacaram por contribuírem positivamente para a aceitação, enquanto o gosto ácido apresentou efeito negativo. A adição do guaraná resultou em leve aumento na média geral de aceitação e reduziu a amplitude das notas entre os grupos, promovendo maior homogeneidade sensorial. A análise de segmentação revelou diferentes perfis de consumidores, com maior aceitação entre homens e entre consumidores habituais de produtos com açaí e whey protein. A formulação desenvolvida mostra-se promissora para o nicho de consumidores com estilo de vida ativo e interesse por alimentos que aliem sabor, saudabilidade e funcionalidade, sugerindo oportunidades estratégicas para o mercado de bebidas lácteas funcionais.

Palavras-chave: bebida láctea fermentada; polpa de açaí; concentrado proteico de soro do leite; extrato de guaraná; análise sensorial; aceitação do consumidor.



## ABSTRACT

FREIRE, Fellipe Silva Vargas.

**Açaí, guaraná e açúcar em bebidas lácteas fermentadas com adição de concentrado proteico de soro do leite: efeitos sobre a aceitação e atributos sensoriais.** Rio de Janeiro, 2025. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Engenharia de Alimentos - Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2025.

This study aimed to develop and conduct a sensory evaluation of fermented dairy beverages enriched with ingredients with functional potential, such as whey protein concentrate (WPC), açaí pulp, and guaraná extract. Two sets of formulations were prepared: one without guaraná, with varying sugar contents (9% to 12%, w/w) and açaí pulp (7% to 21%, w/w); and another with guaraná extract (0.05%, v/v), maintaining the same variation ranges for the other ingredients. Sensory analysis was performed using an acceptance test (9-point hedonic scale), a CATA (Check-All-That-Apply) test with 21 sensory attributes, penalty analysis, cluster analysis, and segmentation analysis. The cluster analysis revealed that açaí pulp concentration was the main sensory differentiator among the formulations. Penalty analysis indicated that attributes such as açaí flavor, açaí aroma, and sweet taste contributed positively to acceptance, while sour taste negatively impacted consumer preference. The addition of guaraná slightly increased the overall mean acceptance score and reduced the variation in ratings across groups, promoting greater sensory homogeneity. Segmentation analysis identified different consumer profiles, with higher acceptance observed among men and regular consumers of açaí and whey-based products. The developed formulation shows promise for targeting health-conscious consumers with active lifestyles who seek products that combine flavor, health benefits, and functionality, highlighting strategic opportunities in the functional dairy beverage market.

**Keywords:** fermented dairy beverage; açaí pulp; whey protein concentrate; guaraná extract; sensory analysis; consumer acceptance.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Etapas do processo de produção da bebida láctea fermentada.

Figura 2 - Diagrama de Pareto apresentando o efeito padronizado das variáveis Açúcar e Polpa de açaí para a variável impressão global do grupo geral (n=118) sem guaraná, incluindo apenas os termos estatisticamente significativos (valor de  $p < 0,05$ ).

Figura 3 - Superfície de resposta para impressão global em função das variáveis açúcar e polpa de açaí do grupo geral (n=118) sem guaraná.

Figura 4 - Diagrama de Pareto apresentando o efeito padronizado das variáveis Açúcar e Polpa de açaí para a variável impressão global do Grupo 1 (n=63) sem guaraná.

Figura 5 - Diagrama de Pareto apresentando o efeito padronizado das variáveis Açúcar e Polpa de açaí para a variável impressão global do Grupo 2 (n=55) sem guaraná.

Figura 6 - Diagrama de Pareto apresentando o efeito padronizado das variáveis Açúcar e Polpa de açaí para a variável impressão global do Grupo consome açaí (n=107) sem guaraná.

Figura 7 - Diagrama de Pareto apresentando o efeito padronizado das variáveis Açúcar e Polpa de açaí para a variável impressão global do Grupo não consome açaí (n=11) sem guaraná.

Figura 8 - Diagrama de Pareto apresentando o efeito padronizado das variáveis Açúcar e Polpa de açaí para a variável impressão global do Grupo consome *whey* (n=60) sem guaraná.

Figura 9 - Análise de correspondência; Sem Guaraná; Grupo Geral (n=118);  $p < 0,05$  para o teste de independência entre linhas e colunas.

Figura 10 – Análise de correspondência; Sem Guaraná; Grupo 1 (n=55);  $p < 0,05$  para o teste de independência entre linhas e colunas.

Figura 11 - Efeitos ( $p < 0,05$ ) dos atributos sensoriais sobre a IPG; Sem guaraná, Grupo geral (n=118).

Figura 12 - Efeitos ( $p < 0,05$ ) dos atributos sensoriais sobre a IPG; Sem guaraná, Grupo 1 (n=63).

Figura 13 - Efeitos ( $p < 0,05$ ) dos atributos sensoriais sobre a IPG; Sem guaraná, Grupo 2 (n=63).

Figura 14 - Efeitos ( $p < 0,05$ ) dos atributos sensoriais sobre a aceitação do Sabor; Sem guaraná, Grupo geral (n=118).

Figura 15 - Efeitos ( $p < 0,05$ ) dos atributos sensoriais sobre a aceitação da Textura; Sem guaraná, Grupo geral (n=118).

Figura 16 - Diagrama de Pareto apresentando o efeito padronizado das variáveis Açúcar, Polpa de açaí e Interação entre açúcar e açaí (1 x 2) para a variável impressão global do Grupo Geral (n=114) com guaraná.

Figura 17 - Superfície de resposta para impressão global em função das variáveis açúcar e polpa de açaí do Grupo Geral (n=114) com guaraná.

Figura 18 - Diagrama de Pareto apresentando o efeito padronizado das variáveis Açúcar e Polpa de açaí, Curvatura e Interação entre açúcar e açaí (1 x 2) para a variável impressão global do Grupo 1 (n=79) com guaraná.

Figura 19 - Diagrama de Pareto apresentando o efeito padronizado das variáveis Açúcar e Polpa de açaí para a variável impressão global do Grupo 2 (n=35) com guaraná.

Figura 20 - Superfície de resposta para impressão global em função das variáveis açúcar e polpa de açaí do Grupo 2 (n=35) com guaraná.

Figura 21 - Análise de correspondência; Com Guaraná; Grupo Geral (n=114);  $p < 0,05$  para o teste de independência entre linhas e colunas.

Figura 22 - Análise de correspondência; Com Guaraná; Grupo 1 (n=79);  $p < 0,05$  para o teste de independência entre linhas e colunas.

Figura 23 - Efeitos ( $p < 0,05$ ) dos atributos sensoriais sobre a IPG; Com guaraná, Grupo Geral (n=114).

Figura 24 - Efeitos ( $p < 0,05$ ) dos atributos sensoriais sobre a IPG; Com guaraná, Grupo 1 (n=79).

Figura 25 - Efeitos ( $p < 0,05$ ) dos atributos sensoriais sobre a IPG; Com guaraná, Grupo 2 (n=35).

Figura 26 - Efeitos ( $p < 0,05$ ) dos atributos sensoriais sobre a aceitação do sabor; Com guaraná, Grupo Geral (n=114).

Figura 27 - Efeitos ( $p < 0,05$ ) dos atributos sensoriais sobre a aceitação da Textura; Com guaraná; Grupo Geral (n=114).

Figura 28 - Efeitos ( $p < 0,05$ ) dos atributos sensoriais sobre a aceitação da Textura; Com guaraná; Grupo 2 (n=35).

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Composição nutricional de soro de leite.

Tabela 2 – Concentrações de açúcar e açaí das bebidas lácteas.

Tabela 3 – Valores experimentais de impressão global para as diferentes condições experimentais do planejamento fatorial completo  $2^2$  sem guaraná.

Tabela 4 – Efeito das variáveis Açúcar (%) e Polpa de açaí (%) sobre a impressão global no grupo geral (n=118) e grupos segmentados sem guaraná.

Tabela 5 – Comparações múltiplas pareadas, grupo geral (n=118), teste sem guaraná.

Tabela 6 - Valores experimentais de impressão global para as diferentes condições experimentais do planejamento fatorial completo  $2^2$  com guaraná.

Tabela 7 – Efeito das variáveis Açúcar (%) e Polpa de açaí (%) sobre a impressão global no grupo geral (n=114) e grupos segmentados, com guaraná.

Tabela 8 – Comparações múltiplas pareadas, grupo geral (n=114), teste com guaraná.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADQ	Análise Descritiva Quantitativa
ALA	Alfa-lactoalbumina
BCAA	<i>Branched-Chain Amino Acids</i>
BLG	Beta-lactoglobulina
BSA	Albumina do soro bovino
CATA	<i>Check-all-that-apply</i>
DBO	Demanda Biológica de Oxigênio
G1	Grupo 1
G2	Grupo 2
GG	Grupo Geral
GMP	Glico-macropéptídeos
Ig's	Imunoglobulinas
IPG	Impressão Global
JAR	<i>Just About Right</i>
LASEC	Laboratório de Análise Sensorial e Estudos do Consumidor
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
PER	Índice de Eficiência Proteica
PSP	Posicionamento Sensorial Polarizado
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
UFC	Unidades Formadoras de Colônia
UHT	<i>Ultra-High Temperature</i>
VB	Valor Biológico
WPC	<i>Whey Protein Concentrate</i>
WPH	<i>Whey Protein</i> Hidrolisado
WPI	<i>Whey Protein</i> Isolado

## Sumário

1.	INTRODUÇÃO .....	15
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	16
2.1	BEBIDA LÁCTEAS .....	16
2.2	INGREDIENTES .....	18
2.2.1	LEITE .....	18
2.2.2	SORO DO LEITE.....	19
2.2.3	CONCENTRADO PROTEICO DO SORO DO LEITE (WPC).....	22
2.2.4	BACTÉRIAS LÁTICAS.....	24
2.2.5	AÇÚCAR .....	25
2.2.6	AÇAÍ.....	25
2.2.7	GUARANÁ .....	27
2.3	PROCESSO PRODUTIVO .....	29
2.4	ANÁLISE SENSORIAL.....	31
2.4.1	MÉTODOS DESCRITIVOS .....	33
2.4.2	MÉTODOS AFETIVOS.....	36
3.	OBJETIVOS .....	39
3.1	OBJETIVO GERAL.....	39
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	39
4.	METODOLOGIA.....	40
4.1	PROCESSO PRODUTIVO .....	40
4.2	ANÁLISE SENSORIAL.....	41
4.2.1	TESTE DE ACEITAÇÃO .....	42
4.2.2	TESTE CHECK-ALL-THAT-APPLY (CATA).....	42
5.	RESULTADOS .....	43
5.1	TESTE SEM GUARANÁ (N=118).....	44
5.1.1	IMPRESSÃO GLOBAL IPG (SEM GUARANÁ).....	44
5.1.2	TESTE Q DE COCHRAN (SEM GUARANÁ) .....	53
5.1.3	ANÁLISE DE CORRESPONDÊNCIA (SEM GUARANÁ) .....	55
5.1.4	EFEITOS DOS ATRIBUTOS SOBRE A ACEITAÇÃO (SEM GUARANÁ)	
	58	
5.2	TESTE COM GUARANÁ.....	64
5.2.1	IMPRESSÃO GLOBAL IPG (COM GUARANÁ) .....	64

<b>5.2.2 TESTE Q DE COCHRAN (COM GUARANÁ).....</b>	<b>74</b>
<b>5.2.3 ANÁLISE DE CORRESPONDÊNCIA .....</b>	<b>76</b>
<b>5.2.4 EFEITOS DOS ATRIBUTOS SOBRE A ACEITAÇÃO (COM GUARANÁ).....</b>	<b>80</b>
<b>6. CONCLUSÕES .....</b>	<b>87</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>89</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A crescente busca por alimentos e bebidas que promovam saúde e bem-estar tem impulsionado o mercado de produtos funcionais, especialmente aqueles que fortalecem o sistema imunológico e melhoram a qualidade de vida. Esse movimento foi acentuado pela pandemia de Covid-19, que levou os consumidores a adotar hábitos alimentares mais saudáveis. Segundo a 14ª edição do Tetra Pak Index, 58% dos brasileiros aumentaram o consumo de produtos que reforçam a imunidade, especialmente bebidas. Esses produtos são valorizados por oferecerem nutrientes essenciais e por atenderem às necessidades emocionais e funcionais dos consumidores, que buscam alimentos saudáveis, acessíveis e sem aditivos artificiais.

O estudo da Tetra Pak de 2021 também revelou que, após a pandemia, 39% dos brasileiros desejavam aumentar o consumo de produtos funcionais no futuro, enquanto 57% pretendiam manter o volume atual de compras. Entre os produtos preferidos, destacam-se sucos, produtos lácteos fermentados e bebidas lácteas com alto teor de proteínas, vitaminas e cálcio, com um consumo predominantemente doméstico e também em locais como academias, escolas e escritórios.

Essa tendência refletia a crescente preocupação dos consumidores em incluir na dieta produtos que promovessem bem-estar, oferecendo uma combinação de benefícios nutricionais e prazer sensorial. De acordo com o estudo Estilos de Vida 2024, da NielsenIQ, 86% dos consumidores brasileiros afirmaram ter adquirido pelo menos um hábito mais saudável recentemente, sendo que 51% buscavam produtos com adição de fibras e vitaminas em suas compras frequentes. Além disso, os dados indicaram que 59% dos brasileiros passaram a gastar mais com opções que melhoram a saúde e 45% reduziram o consumo de produtos industrializados. Esses números evidenciam que o brasileiro contemporâneo valoriza não apenas os benefícios funcionais, mas também o sabor e a experiência de consumo, confirmando a combinação de nutrição e prazer sensorial (NIELSENIQ, 2024).

Neste contexto, este trabalho teve como objetivo desenvolver e avaliar sensorialmente bebidas lácteas fermentadas, explorando o uso de ingredientes funcionais como a polpa de açaí, proteína do soro do leite concentrada (WPC) e extrato de guaraná. A pesquisa foi conduzida em duas frentes: uma análise de bebidas lácteas fermentadas adicionadas de açúcar, WPC e polpa de açaí, e outra de bebidas lácteas fermentadas com açúcar, WPC, polpa de açaí e extrato de guaraná. O açaí é conhecido por suas propriedades antioxidantes e seu valor nutricional, enquanto o guaraná é apreciado por suas propriedades estimulantes e energéticas. O WPC, por



sua vez, é uma fonte de proteína de alto valor biológico, amplamente utilizado em dietas esportivas e funcionais.

Ao avaliar as formulações, a pesquisa busca identificar as preferências sensoriais dos consumidores, em relação a aspectos como aparência, aroma, sabor, textura e aceitação geral. Além disso, o trabalho busca avaliar o impacto das variações de concentração de açúcar e açaí nas formulações, desenvolvidas com teores fixos de WPC e extrato de guaraná. Essa abordagem oferece informações valiosas para a indústria de alimentos sobre o desenvolvimento de novos produtos que conciliem saúde, bem-estar e prazer sensorial, atendendo às expectativas e demandas dos consumidores.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 BEBIDA LÁCTEAS**

O conceito de bebida láctea está amplamente regulamentado pela legislação brasileira, buscando garantir a qualidade e a segurança dos produtos destinados ao consumo humano. De acordo com a Instrução Normativa nº 16, de 23 de agosto de 2005, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), bebida láctea é definida como o produto resultante da mistura de leite (*in natura*, pasteurizado, esterilizado, UHT, reconstituído, concentrado, em pó, integral, semidesnatado ou desnatado) e soro de leite, que pode ser na forma líquida, concentrada ou em pó. A composição pode ainda incluir outros ingredientes, como frutas, produtos ou substâncias alimentícias, gordura vegetal, leite fermentado, fermentos lácteos e outros derivados do leite (MAPA, 2005).

A categorização das bebidas lácteas pode ser feita de acordo com a adição de outros ingredientes e o método de processamento utilizado. Por exemplo, bebidas lácteas com adição de produtos alimentícios ou gorduras vegetais mantêm a exigência de que a base láctea corresponda a pelo menos 51% da composição total. Já as bebidas lácteas sem adição, por definição, contêm 100% de base láctea. Além disso, existe a classificação de acordo com tratamento térmico utilizado podendo ser classificadas entre pasteurizados, esterilizados ou submetidos a processos UHT (Ultra Alta Temperatura). O último tipo de Classificação é quanto a realização ou não de fermentação (MAPA, 2005).

Conforme a normativa, diferentes tipos de bebidas lácteas requerem diferentes procedimentos de pasteurização, variando entre a pasteurização lenta (62 a 65°C por 30

minutos) e a pasteurização rápida (72 a 75°C por 15 a 20 segundos), seguidos por processos de resfriamento e envase. No caso das bebidas lácteas esterilizadas, o produto embalado é submetido, durante 2 a 4 segundos, a uma temperatura entre 130°C a 150°C, mediante um processo térmico de fluxo contínuo, imediatamente resfriado a uma temperatura inferior a 32°C envasado sob condições assépticas em embalagens estéreis e hermeticamente fechadas, assegurando a eliminação de microrganismos patogênicos e a preservação da qualidade do produto durante o seu prazo de validade (MAPA, 2005).

As bebidas lácteas fermentadas são produtos derivados do leite que passaram por um processo de fermentação por culturas de microrganismos específicos, como *Lactobacillus bulgaricus* e *Streptococcus thermophilus*. Esses microrganismos atuam fermentando a lactose presente no leite, produzindo ácido láctico. Segundo a legislação brasileira, regulada pelo MAPA para este tipo de produto, as bebidas lácteas fermentadas devem atender a requisitos específicos de qualidade microbiológica para garantir a segurança e a saúde dos consumidores. De acordo com as normativas vigentes, o produto final deve conter um mínimo de  $10^6$  unidades formadoras de colônia (UFC) de microrganismos viáveis específicos podendo ser *Lactobacillus bulgaricus* e/ou *Streptococcus thermophilus*, por grama, no momento da produção.

A utilização de culturas probióticas, como *Lactobacillus bulgaricus* e/ou *Streptococcus thermophilus*, é comum na formulação de bebidas lácteas fermentadas, devido aos benefícios que proporcionam à saúde e à nutrição, incluindo a melhora da microbiota intestinal e o fortalecimento do sistema imunológico. Além desses benefícios, as culturas probióticas são conhecidas por melhorar o perfil sensorial dos produtos finais, proporcionando um sabor agradável e uma textura cremosa (GOMES; MALCATA, 1999; SAAD, 2006).

O processo de fermentação varia significativamente entre as fábricas, que empregam diferentes métodos, tempos de fermentação, ingredientes e quantidades de estabilizantes, o que resulta em uma vasta diversidade de produtos no mercado, tanto em termos de composição quanto de sabor e textura. Esses fatores dependem, entre outros aspectos, da natureza dos microrganismos fermentadores e do tipo de leite utilizado. Durante a fermentação, a lactose presente no leite é convertida em ácido láctico, causando uma queda no pH da mistura, que confere um gosto característico levemente ácido. Essa redução de pH também aproxima o sistema do ponto isoelétrico das caseínas presentes no leite, como resultado, as caseínas precipitam-se, formando o gel característico da bebida láctea fermentada que confere ao produto final uma textura cremosa (PAULA et al., 2017).

A adição de frutas em bebidas lácteas é uma prática comum, pois além de melhorar o valor nutritivo, também pode contribuir para a aceitação sensorial do produto pelos

consumidores. O açaí, em particular, é amplamente reconhecido por suas propriedades energéticas e benefícios à saúde, destacando-se como uma fonte rica em fibras, proteínas, vitamina E, ácidos graxos essenciais, como o ômega-6 e o ômega-9, além de conter minerais importantes como manganês, boro, cromo e cobre (PORTINHO, ZIMMERMANN E BRUCK, 2012).

Devido à redução do teor de sólidos totais provocada pela adição de soro, a incorporação de aditivos, como espessantes e estabilizantes, pode ser necessária para manter a viscosidade e a estabilidade do gel formado. Entre os aditivos mais amplamente utilizados pela indústria de bebidas lácteas destacam-se a gelatina, gomas e amidos modificados, que desempenham papel fundamental na manutenção da consistência e textura desejadas do produto final (PAULA et al., 2017).

Por fim, a adição de soro de leite pode variar em níveis dentro da formulação da bebida láctea fermentada. Contudo, para garantir um produto com características adequadas, recomenda-se que o soro de leite não ultrapasse 50% do volume total da bebida, assegurando um equilíbrio entre a textura, estabilidade e aceitação sensorial da bebida final (PAULA et al., 2017).

## **2.2 INGREDIENTES**

### **2.2.1 LEITE**

O leite é considerado um alimento essencial para a saúde humana, fornecendo proteínas e minerais fundamentais para o crescimento e manutenção do organismo. Durante a infância, ele é uma importante fonte de proteínas, minerais e gorduras que contribuem para o desenvolvimento corporal. Na adolescência, o leite proporciona os nutrientes necessários para o crescimento e a formação adequada dos músculos, ossos e sistema endócrino. Para idosos, o leite se torna uma fonte crucial de cálcio, ajudando a preservar a saúde e a integridade dos ossos (TORREZAN, 2021).

A Instrução Normativa nº 76, publicada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) em 26 de novembro de 2018, estabelece o Regulamento Técnico de Produção, Identidade e Qualidade do Leite Tipo A, Leite Cru Refrigerado e Leite Pasteurizado, além do Regulamento Técnico de Coleta e Transporte de Leite Cru a Granel. Essa normativa define o leite como o produto resultante da ordenha completa, realizada de forma contínua e

sob condições de higiene, de vacas saudáveis, bem alimentadas e descansadas. Caso o leite seja proveniente de outra espécie animal, a espécie deve ser devidamente identificada (BRASIL, 2018).

O leite é amplamente utilizado como matéria-prima na produção de diversos produtos lácteos, como manteiga, creme de leite, queijos, requeijão, iogurtes, doces e bebidas lácteas. Para que o leite seja utilizado como matéria-prima na fabricação de produtos lácteos, ele deve possuir alta qualidade, pois isso afeta diretamente tanto a conservação quanto a qualidade final do produto. Um leite de boa qualidade deve ter baixa contagem de células somáticas e bactérias, assegurando a segurança alimentar do consumidor e proporcionando características sensoriais agradáveis (FIGUEIREDO e PORTO, 2002).

Segundo Ordóñez (2005), o leite é uma mistura homogênea composta por diversas substâncias, como lactose, proteínas, gorduras, sais minerais, vitaminas e enzimas. Algumas dessas substâncias estão em emulsão, como as gorduras e vitaminas lipossolúveis, outras em suspensão, como as caseínas associadas a sais minerais, e algumas em dissolução verdadeira, como lactose, vitaminas hidrossolúveis, proteínas do soro e sais. Sua constituição média é formada por aproximadamente 87% de água, enquanto os 13% restantes correspondem aos sólidos totais, compostos por lactose (cerca de 4,7%), proteínas (entre 3,0% e 3,5%), lipídios (variando de 3,2% a 4,0%) e sais minerais (cerca de 0,7%) (BRITO et al., 2021). No leite bovino, as proteínas são compostas aproximadamente por 80% de caseína e 20% de proteínas do soro, com esses percentuais podendo variar de acordo com a raça do gado, a alimentação e o país de origem (HARAGUCHI.; ABREU; PAULA, 2006).

As proteínas do leite são classificadas em dois grupos principais: caseínas (~80 %) e proteínas do soro (~20 %), sendo essas últimas solúveis em água (como  $\beta$ -lactoglobulina e  $\alpha$ -lactoalbumina), enquanto as caseínas formam micelas coloidais associadas ao cálcio, fósforo e outros sais, e constituem cerca de 3 % do leite (WALSTRA; JENNESS, 2006; FOX; McSWEENEY, 2003).

### **2.2.2 SORO DO LEITE**

O soro de leite é a fração líquida remanescente do processo de coagulação do leite, apresentando uma coloração amarelada e translúcida. Ele retém aproximadamente 55% dos nutrientes do leite original, sendo constituído majoritariamente por lactose, proteínas solúveis, minerais e pequenas quantidades de gordura (PINHEIRO et al., 2014). A obtenção do soro de leite ocorre de duas formas principais: através da coagulação enzimática, resultando no soro

doce, e pela coagulação ácida, que gera o soro ácido. O soro doce é produzido quando as enzimas proteolíticas, como a quimosina, hidrolisam a caseína presente no leite, processo comumente utilizado na fabricação das maiorias dos queijos. Já o soro ácido resulta da fermentação láctica, onde as bactérias lácticas transformam a lactose em ácido láctico, sendo típico na produção de queijos como Boursin e Pelardon (PANESAR et al., 2007).

A composição nutricional do soro de leite varia conforme os métodos tecnológicos aplicados durante o processamento e o tipo de leite utilizado como base. A Tabela 1 mostra a composição nutricional do soro de leite ácido e doce, tanto em pó quanto líquido.

Tabela 1: Composição nutricional de soro de leite.

Componente	Soro do leite, ácido, fluido	Soro do leite, doce, fluido	Soro do leite, ácido, pó	Soro do leite, doce, pó
Água (g/100g)	93,42	93,12	3,51	3,19
Valor energético (kcal/100g)	24	27	339	353
Proteína (g/100g)	0,76	0,85	11,73	12,93
Gorduras totais (g/100g)	0,09	0,36	0,54	1,07
Carboidratos (g/100g)	5,12	5,14	73,45	74,46
Fibra alimentar (g/100g)	0	0	0	0
Cálcio (mg/100g)	103	47	2054	796
Ferro (mg/100g)	0,08	0,06	1,24	0,88
Magnésio (mg/100g)	10	8	199	176
Fósforo (mg/100g)	78	46	1349	932
Potássio (mg/100g)	143	161	2289	2080
Sódio (mg/100g)	48	54	968	1079
Zinco (mg/100g)	0,43	0,13	6,31	1,97
Vitamina C (mg/100g)	0,1	0,1	0,9	1,5
Tiamina (mg/100g)	42	36	622	519
Riboflavina (mg/100g)	0,14	158	2,06	2
Niacina (mg/100g)	79	74	1,16	1
Vitamina B6 (mg/100g)	42	31	0,62	584
Ácido fólico, total (µg/100g)	2	1	33	12

Vitamina B12 ( $\mu\text{g}/100\text{g}$ )	0,18	0,28	2,5	2,37
Vitamina A ( $\mu\text{g}/100\text{g}$ )	2	3	17	8
Vitamina E ( $\text{mg}/100\text{g}$ )	0	0	0	0,02
Vitamina K ( $\mu\text{g}/100\text{g}$ )	0	0	0	0,1

Fonte: Adaptado do Departamento de Informática em Saúde Escola Paulista de Medicina Universidade Federal de São Paulo. Acessado em 28/08/2024.

A quantidade de soro gerada na produção de queijos é substancial, com a estimativa de que para cada 10 litros de leite utilizado na fabricação de queijos, sejam produzidos entre 7 e 9 litros de soro (CESAR, et al, 2020). A composição do soro doce destaca-se pelo maior teor de aminoácidos e peptídeos livres, decorrentes da ação enzimática sobre a caseína. Por outro lado, o soro ácido contém concentrações elevadas de minerais e menos lactose, devido ao processo fermentativo que converte parte da lactose em ácido láctico, resultando em um sabor mais acentuadamente ácido, o que tende a reduzir sua aceitação pelos consumidores (TULLIO, 2007).

Historicamente, o soro de leite era considerado um subproduto de difícil manejo, muitas vezes descartado diretamente no ambiente, o que causava sérios impactos ambientais. Devido à sua alta demanda bioquímica de oxigênio (DBO), variando de 27 a 60  $\text{kg}/\text{m}^3$ , o soro representa um alto potencial poluente, especialmente pelo conteúdo de lactose e proteínas que, ao serem decompostas por microrganismos, consomem grandes quantidades de oxigênio dos corpos d'água (PRAZERES et al., 2012).

Com o aumento da conscientização ambiental e a imposição de regulamentações mais rigorosas, aliadas ao reconhecimento do valor nutricional do soro, a indústria de laticínios passou a tratá-lo como um coproduto valioso, em vez de um resíduo problemático. Isso levou ao desenvolvimento de tecnologias que permitem a incorporação do soro em diversos produtos alimentícios, como bebidas lácteas, iogurtes e produtos de panificação, frequentemente na forma desidratada, o que facilita o armazenamento e reduz os custos de transporte (THAMER e PENNA, 2006).

A qualidade das proteínas do soro de leite é um aspecto notável, mesmo em baixas concentrações. As proteínas do soro apresentam um Índice de Eficiência Proteica (PER) e um Valor Biológico (VB) elevados em comparação às caseínas, devido à presença significativa de

aminoácidos sulfurados. Além disso, estudos indicam que essas proteínas podem ter atividades biológicas benéficas, incluindo efeitos anticancerígenos, hipocolesterolêmicos, anti-inflamatórios, além de proteção e reparo das células intestinais (ANTUNES, 2003; SWAISGOOD, 1996).

### **2.2.3 CONCENTRADO PROTEICO DO SORO DO LEITE (WPC)**

Conforme indicado por Salzano Jr (2002), 100 gramas de concentrado proteico do soro do leite contêm, em média, 414 calorias, 80 gramas de proteína, 7 gramas de gordura e 8 gramas de carboidratos. Etzel (2004) relata que a composição média de aminoácidos inclui 4,9 mg de alanina, 2,4 mg de arginina, 3,8 mg de asparagina, 10,7 mg de ácido aspártico, 1,7 mg de cisteína, 3,4 mg de glutamina, 15,4 mg de ácido glutâmico, 1,7 mg de glicina, 1,7 mg de histidina, 4,7 mg de isoleucina, 11,8 mg de leucina, 9,5 mg de lisina, 3,1 mg de metionina, 3,0 mg de fenilalanina, 4,2 mg de prolina, 3,9 mg de serina, 4,6 mg de treonina, 1,3 mg de triptofano, 3,4 mg de tirosina e 4,7 mg de valina por grama de proteína. Os aminoácidos de cadeia ramificada (BCAA) representam 21,2% do total, enquanto os aminoácidos essenciais compõem 42,7%. Esses valores são superiores à média quando comparados a outras fontes proteicas, destacando as importantes propriedades nutricionais das proteínas do soro. No que diz respeito aos micronutrientes, 100 gramas de concentrado proteico contêm, em média, 1,2 mg de ferro, 170 mg de sódio e 600 mg de cálcio.

As proteínas presentes no soro do leite possuem uma estrutura globular e incluem algumas pontes de dissulfeto, que contribuem para a sua estabilidade estrutural. As frações ou peptídeos do soro são compostas por beta-lactoglobulina (BLG), alfa-lactoalbumina (ALA), albumina do soro bovino (BSA), imunoglobulinas (Ig's) e glico-macropéptídeos (GMP). Essas frações diferem em tamanho, peso molecular e função, conferindo características únicas às proteínas do soro (HARAGUCHI.; ABREU; PAULA, 2006).

Para otimizar o aproveitamento das proteínas presentes no soro de leite, foram desenvolvidos concentrados proteicos, que apresentam uma maior concentração de proteínas em comparação ao soro tradicional. Esses concentrados, conhecidos como WPC (*Whey Protein Concentrate*), podem ser obtidos por meio de um processo de ultrafiltração. Durante esse processo, as proteínas retidas na membrana passam por uma etapa de secagem por pulverização (*spray-dry*), resultando no WPC em pó. Esse ingrediente tem ganhado destaque na indústria alimentícia, tanto pela sua alta qualidade nutricional quanto pela demanda crescente de

consumidores, especialmente aqueles que praticam esportes ou buscam uma alimentação mais saudável (KELLY, 2019).

A ultrafiltração é capaz de concentrar as proteínas do soro em diferentes níveis, enquanto permeia componentes como lactose, vitaminas e minerais. Dependendo do fator de concentração de volume, é possível produzir WPCs com concentrações de proteína que variam de 35% a 80%, embora existam indústrias que oferecem produtos com concentrações inferiores a 35%. A variação nas concentrações de proteínas nos produtos reflete a diversidade de aplicações industriais e oportunidades de mercado. Esses concentrados podem ser utilizados para enriquecer alimentos e agregar funcionalidades a produtos. Para concentrações superiores a 80%, o produto passa a ser classificado como *whey protein* isolado (WPI), que pode alcançar até 90% de proteína (BACENETTI et al., 2018; KELLY, 2019).

O processo de secagem por pulverização pode ser descrito em três etapas principais. Inicialmente, o fluido é atomizado em pequenas gotículas, aumentando sua área superficial. Em seguida, ocorre o contato dessas gotículas com uma corrente de ar aquecido, promovendo a transferência de calor e a evaporação do líquido da superfície. Por fim, o solvente é completamente evaporado, formando partículas sólidas cujo tamanho e forma são, em geral, semelhantes às das gotículas originais. O produto seco é então transportado por uma corrente de ar e coletado ao final do processo. A dinâmica de formação da partícula inclui a formação de uma crosta seca na superfície da gotícula, pela qual o líquido interno se difunde para o exterior (Nonhebel & Moss, 1971; Masters, 1985; Broadhead et al., 1992; Shaw, 1997; Rankell et al., 2001).

Outros derivados proteicos do soro do leite são os hidrolisados proteico de soro do leite (WPH), que são obtidos pela hidrólise das proteínas, resultando em uma mistura complexa de peptídeos de diferentes comprimentos e massas moleculares e aminoácidos livres. A hidrólise enzimática é o método preferido na indústria alimentícia e farmacêutica, devido ao seu curto tempo de reação e à capacidade das enzimas de quebrar ligações peptídicas sem deixar resíduos tóxicos. As enzimas, que atuam como catalisadores, hidrolisam as ligações peptídicas, aumentando a extensão da hidrólise até um determinado grau, que é avaliado pelo grau de hidrólise (LORENZETTI, 2018; NAJAFIAN; BABJI, 2014; ELZOGHBY et al., 2020).

Entre as enzimas utilizadas para a obtenção de hidrolisados proteicos, destacam-se as endopeptidases, que clivam ligações peptídicas internas, e as exopeptidases, que atuam nas porções amino ou carboxiterminais. A escolha da enzima adequada depende do tipo de produto desejado, e várias opções como Alcalase, pepsina, papaína, e *Flavourzyme* podem ser empregadas. A Alcalase, uma endopeptidase produzida pela fermentação submersa do *Bacillus*



*licheniformis*, é amplamente utilizada em pH alcalino e a temperaturas de 50 a 70 °C. A pepsina, por sua vez, atua em pH ácido, simulando o fluido gástrico, enquanto a *Flavourzyme* é composta por diversas enzimas que atuam sobre as ligações peptídicas. A hidrólise do soro de leite tem sido aplicada para obter hidrolisados com bioatividades como antioxidante, antimicrobiana e anti-inflamatória (SOUZA et al., 2019; KAMAL et al., 2018; GUZMAN, 2016; VERDI, 2017).

#### 2.2.4 BACTÉRIAS LÁTICAS

As bactérias lácticas são microrganismos Gram-positivos, de formato esférico (cocos) ou alongado (bacilos), não formam esporos e podem se desenvolver tanto na presença quanto na ausência de oxigênio. Elas não possuem a enzima catalase e produzem ácido láctico como principal produto durante a fermentação de carboidratos (HAYEK E IBRAHIM, 2013).

A espécie *Streptococcus. thermophilus*, uma bactéria Gram-positiva e anaeróbia facultativa, apresenta formato de cocos e tem a capacidade de se desenvolver na presença de oxigênio. Sendo homofermentativa, gera principalmente ácido láctico, com pequenas quantidades de compostos como diacetil, acetaldeído, ácido pirúvico e ácido fórmico, todos derivados da lactose. Essa espécie é a única do gênero utilizada como cultura inicial para a produção de iogurte, com uma temperatura de crescimento ideal entre 35 e 42 °C (ZHANG et al., 2019).

O *Lactobacillus bulgaricus* é uma bactéria gram-positiva, homofermentativa e produtora de ácido láctico, amplamente utilizada na produção de bebidas lácteas e iogurtes devido aos seus benefícios para o sistema digestivo. Embora não colonize permanentemente o intestino, contribui para o crescimento e viabilidade de outros microrganismos benéficos, como *Lactobacillus acidophilus* e *Bifidobacterium bifidum*. Essa bactéria auxilia na digestão de carboidratos complexos e proteínas, aumenta a biodisponibilidade de minerais como o cálcio e pode ser benéfica para indivíduos intolerantes à lactose devido à produção de lactase. Adicionalmente, apresenta efeitos como a redução do colesterol, o controle de infecções intestinais e a melhora do sistema imunológico, além de inibir o crescimento descontrolado de leveduras como *Candida sp.* (GUIAS PRÁTICAS – PROBIÓTICOS E PREBIÓTICOS, 2017; MONTEIRO, 2012; SAAD, 2006).

Quando utilizadas simultaneamente, ocorre uma interação simbiótica entre *L. bulgaricus* e *S. thermophilus*. No início da fermentação, o ambiente ácido do leite favorece o crescimento de *S. thermophilus*, estimulado pela presença de peptídeos e aminoácidos essenciais produzidos pelo *L. bulgaricus*. Em resposta, *S. thermophilus* gera ácido fórmico,

ácido láctico e dióxido de carbono, reduzindo o pH do meio e criando condições microaeróbias que favorecem o crescimento de *L. bulgaricus* (HORIUCHI E SASAKI, 2012; TAMIME, 2006). Quando o pH atinge valores entre 4,2 e 4,4, o crescimento de *S. thermophilus* é inibido, enquanto *L. bulgaricus* ainda consegue prosperar em pH até 3,5. Após a fermentação, *L. bulgaricus* continua a acidificar o meio, produzindo ácido láctico em excesso e reduzindo o pH do iogurte, que geralmente fica entre 3,7 e 4,6 em produtos comerciais (TAMIME et al., 2006; SILVA et al., 2022)

### 2.2.5 AÇÚCAR

O açúcar, amplamente conhecido como sacarose, é obtido tanto da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) quanto da beterraba (*Beta vulgaris*), sendo classificado em diferentes tipos e graus de pureza de acordo com o processo tecnológico utilizado em sua produção. A sacarose tem uma longa história, sendo conhecida desde 200 a.C., e é o carboidrato de baixa massa molecular mais abundante na natureza. Sua fórmula química é  $C_{12}H_{22}O_{11}$  e é composta por dois monossacarídeos, glicose e frutose, que se ligam por meio de seus carbonos anoméricos, formando um dissacarídeo não redutor (STRONG, 1954).

A produção de sacarose em larga escala é um processo essencial para diversos países, uma vez que o produto tem ampla aplicação na indústria de alimentos, sendo um dos ingredientes mais utilizados na formulação de produtos alimentares. Como componente essencial da dieta humana, o açúcar desempenha um papel fundamental como carboidrato de reserva de energia, presente em todo o reino vegetal. Esse uso extensivo se deve ao fato de ser uma substância natural e de fácil acesso, o que a torna um ingrediente básico em diversas formulações alimentares (FERREIRA, ROCHA e SILVA, 2009).

Segundo Kawaguti e Sato (2008), a sacarose é o adoçante mais amplamente utilizado na produção de alimentos, principalmente por suas características físico-químicas e sensoriais que a tornam adequada para diversas formulações alimentares.

### 2.2.6 AÇAÍ

A palmeira de açaí (*Euterpe oleracea*) é uma palmeira nativa da região amazônica, pertencente à família *Arecaceae*. Sua distribuição é predominantemente em regiões tropicais e subtropicais, sendo que as maiores reservas naturais dessa palmeira se encontram no estado do

Pará, Brasil. O fruto, também denominado açaí, é uma baga globosa e fibrosa, com 0,5 cm de diâmetro, de cor violeta escura, contendo uma polpa oleaginosa comestível (COSTA et al., 2015).

A polpa de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) apresenta uma composição nutricional característica que justifica seu crescente consumo, tanto por suas propriedades energéticas quanto por seus potenciais benefícios à saúde. Em estudo realizado por Nakata da Silva et al. (2017), a polpa mostrou umidade média de 85,36 %, com 14,64 % de sólidos totais, dos quais os principais constituintes são lipídios (4,98 %), seguidos por carboidratos (6,24 %), fibras alimentares (2,07 %) e proteínas (1,62 %). Além disso, a polpa se destaca pelo elevado conteúdo de compostos bioativos, apresentando 346 mg de fenólicos totais (em equivalentes de ácido gálico) e 73 mg de antocianinas por 100 g de polpa, o que lhe confere uma significativa capacidade antioxidante. Esses atributos tornam o açaí não apenas uma importante fonte de energia e nutrientes, mas também um ingrediente funcional promissor na formulação de alimentos saudáveis e com apelo nutracêutico.

O açaí é um alimento profundamente enraizado na cultura alimentar do Pará, desempenhando um papel importante não apenas na alimentação, mas também como uma fonte significativa de renda, devido à sua comercialização e geração de empregos (RIBEIRO, 2014). Nas áreas produtoras, o açaí é principalmente vendido na forma de polpa, sendo comum o consumo local em temperatura ambiente. No entanto, quando destinado à comercialização fora do estado, a polpa é geralmente congelada (MINDELO et al., 2018).

Os açaizeiros, que são nativos de áreas de várzea próximas a rios, enfrentam dificuldades de colheita devido às frequentes inundações. Com o aumento da demanda pelo fruto, tornou-se necessário o cultivo dessas palmeiras em terra firme, substituindo antigas plantações de cacau, cupuaçu e outras culturas. O cultivo em terra firme surge como uma solução para recuperar áreas desmatadas e aliviar a pressão sobre o ecossistema de várzea. Além disso, para as empresas, esse método traz a vantagem de facilitar o transporte, por estar mais próximo das rodovias e dispensar o uso de transporte fluvial (HOMMA et al., 2006).

A colheita do açaí ocorre ao longo de todo o ano, mas é entre os meses de agosto e dezembro que o fruto atinge suas melhores qualidades sensoriais, nutricionais e antioxidantes, período correspondente à safra no estado do Pará (ROGEZ, 2000). O Pará se destaca como o maior produtor e consumidor de açaí no Brasil. Durante a entressafra, o estado é abastecido por outras regiões do país, embora a qualidade do fruto seja inferior. As épocas de safra variam por estado: no Amapá, a safra vai de dezembro a abril; no Pará, de junho a dezembro; no Maranhão, de janeiro a maio; e no Amazonas, de março a julho, embora este último não exporte para o

Pará (HOMMA et al., 2006). O Brasil é o maior produtor, consumidor e exportador de açaí, comercializando o fruto para países como China, Estados Unidos, Japão e algumas nações europeias (TAVARES et al., 2020).

O crescimento do consumo de açaí na última década pode ser atribuído ao maior conhecimento das propriedades nutricionais desse fruto, uma vez que é rico em proteína, fibras e lipídios (MENEZES et al., 2008; YAMAGUCHI et al., 2015). Além das propriedades nutricionais, o fruto possui quantidades expressivas de uma classe distinta de flavonoides, as antocianinas, que conferem propriedades antioxidantes ao fruto (SANTOS et al., 2014; YAMAGUCHI et al., 2015). Esses pigmentos são altamente instáveis durante o armazenamento e processamento (OLIVEIRA et al., 2020).

Os mercados, nacionais e internacionais, apresentam uma grande variedade de produtos à base de açaí, incluindo, bebidas, geleias, sorvetes, vodkas, cremes para pele e hidratantes labiais. Além da indústria alimentícia, o setor de cosméticos e bem-estar também tem investido no desenvolvimento de novas linhas utilizando a fruta como base (INSTITUTO TERROÁ, 2022).

### 2.2.7 GUARANÁ

O guaraná, *Paullinia cupana* H.B.K. var. *sorbilis* (Mart.) Ducke, pertence à família *Spindaceae* e é amplamente reconhecido por suas propriedades energéticas e medicinais, sendo utilizado por comunidades indígenas da Amazônia há muitos séculos. Este fruto, que cresce em cachos, apresenta uma semelhança curiosa com o olho humano. Quando atinge a maturidade, adquire uma cor alaranjada avermelhada e mede entre 2 e 2,5 cm de diâmetro, abrindo-se parcialmente para expor de uma a três sementes de coloração castanho-escuro, com a parte inferior envolvida por um arilo branco e espesso (mesocarpo). A colheita é feita neste estágio para evitar que as cápsulas se abram completamente e as sementes caiam (HENMAN, 1982; LLERAS, 1983; SMITH e ATROCH, 2010; SCHIMPL et al., 2013; SEBRAE, 2018; SILVA et al., 2018a).

O cultivo do guaraná remonta ao período pré-colombiano, sendo realizado por diversas tribos indígenas e pequenos agricultores da região amazônica, utilizando métodos tradicionais e processamento manual (HENMAN, 1982; LLERAS, 1983). No século XIX, o guaraná já era amplamente cultivado em municípios do Amazonas, com destaque para Maués, no leste do estado, onde as sementes da planta são consumidas há séculos, especialmente pela tribo Sateré Mawé, que as utiliza na preparação de uma bebida energética. Hoje em dia, a produção de

guaraná é realizada tanto em pequenas quanto em grandes propriedades, em regime de monocultura ou consorciada com outras culturas. Esse cultivo é conduzido por agricultores familiares localizados em áreas rurais, ribeirinhas e indígenas de Maués, o principal produtor de guaraná da agricultura familiar no Amazonas (LLERAS, 1983; SUFRAMA, 2003; SMITH e ATROCH, 2010; SILVA et al., 2018a).

Quando atinge a maturidade, o fruto é colhido manualmente durante a estação seca e deixado em cestos por um período de 2 a 5 dias para que ocorra a fermentação de maneira natural. Após esse processo, a remoção da casca vermelha e da polpa é feita de forma mecânica ou manual. As sementes separadas são lavadas e secas antes de serem torradas (SMITH e ATROCH, 2010; DALONSO e PETKOWICZ, 2012; SILVA et al., 2018a).

As sementes secas passam por um processo de torrefação que dura entre cinco e oito horas, realizado em grelhas com cerca de dois metros de diâmetro. Essas grelhas, geralmente feitas de argila, ajudam a manter uma temperatura mais estável, evitando que as sementes queimem. As sementes são torradas até atingirem um nível de umidade próximo a 5%, resultando em um produto seco e uniforme. As sementes torradas são moídas para produzir o pó de guaraná, que pode ser utilizado em diversas formas, como diluído em água, cápsula, bastão, além de dar origem ao xarope. O xarope vem sendo usado há décadas na produção de refrigerantes, com aproximadamente 70% da produção total destinada a essa indústria (SMITH e ATROCH, 2010; DALONSO e PETKOWICZ, 2012; SILVA et al., 2018a).

Nos últimos anos, o consumo desse fruto tem crescido globalmente, sendo comumente encontrado em suplementos alimentares, principalmente aqueles destinados a auxiliar na perda de peso (BOOZER et al., 2001).

Yonekura et al. (2016) caracterizaram a composição nutricional e fitoquímica do guaraná, identificando um total de 151,8 mg/g ( $\pm 9,9$ ) de compostos fenólicos, dos quais 30,0 ( $\pm 0,1$ ) mg/g são catequina e 20,2 ( $\pm 0,3$ ) mg/g correspondem à epicatequina. Esses autores também verificaram que o guaraná contém 39,8 ( $\pm 0,2$ ) mg/g de cafeína. Em outro estudo, Da Silva et al. (2017) analisaram a composição química dos extratos de sementes de guaraná e identificaram 14 compostos fenólicos, incluindo os monômeros catequina e epicatequina, além de oligômeros de procianidinas (proantocianidinas), como dímeros do tipo A e B (especialmente os tipos B1 e B2) e trímeros do tipo A.

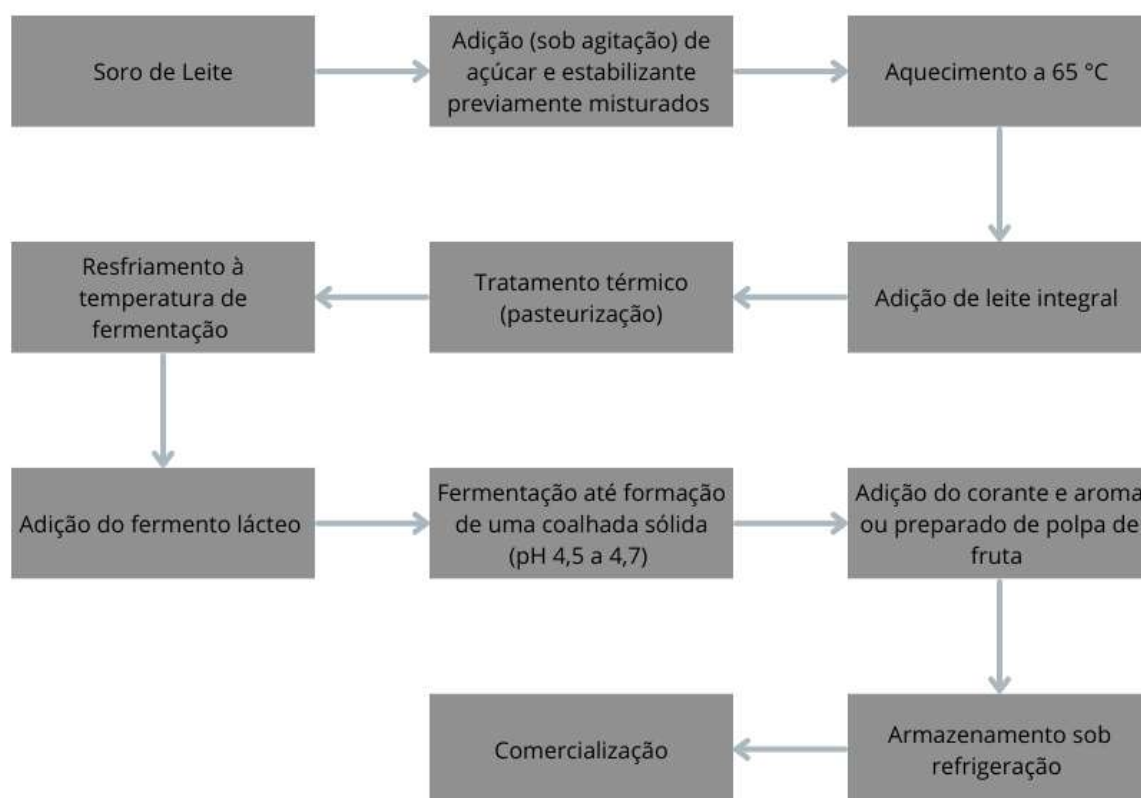
A partir da primeira década do século XXI, diversos estudos em diferentes modelos experimentais têm mostrado vários efeitos positivos do guaraná e de seus compostos na saúde humana e no controle de doenças ou de efeitos colaterais relacionados ao tratamento dessas condições. Graças às suas várias propriedades, como estimulante, afrodisíaco, diurético,

febrífugo e tônico cardiovascular, que foram pesquisadas e comprovadas, o guaraná tem despertado crescente interesse da indústria (SILVA et al., 2018a).

### 2.3 PROCESSO PRODUTIVO

Bebidas lácteas apresentam uma tecnologia de produção simples, constituem um produto atraente tanto do ponto de vista sensorial quanto nutricional e são economicamente viáveis para a incorporação de diferentes tipos de soro de leite na indústria de laticínios (DE PAULA et al., 2021). As etapas do processo produtivo podem ser observadas no fluxograma da Figura 1.

Figura 1: Etapas do processo de produção da bebida láctea fermentada.



Fonte: Adaptada de DE PAULA et al, 2010.

O soro de leite deve ser de alta qualidade e obtido em condições rigorosamente higiênicas, garantindo tanto a higiene pessoal quanto a limpeza e desinfecção de todos os equipamentos e utensílios utilizados. O armazenamento também requer cuidados específicos e controlados (SENAR 2015).

Em seguida, açúcar e estabilizante, devidamente pesados, são misturados para formar um pó homogêneo, que é então dissolvido no soro e aquecido a 65 °C com agitação contínua. Essa etapa é fundamental para eliminar resíduos de coagulante e evitar a formação de grumos na bebida, o que seria um defeito indesejável. Essa adição deve ser feita ao soro antes do aquecimento para garantir a destruição de microrganismos que eventualmente possam estar presentes nele (DE PAULA et al, 2010; SENAR 2015).

Para preparar a bebida, é necessário adicionar uma quantidade de leite à mistura de soro. Essa mistura deve ser aquecida a 85 °C por 15 a 20 minutos, ou a 90 °C por 5 minutos, sempre sob agitação. Esse aquecimento é fundamental para eliminar bactérias nocivas, promover alterações físico-químicas e melhorar as características da coalhada que se formará durante a produção da bebida láctea (DE PAULA et al, 2010).

Após o aquecimento, a mistura passa por uma etapa de resfriamento até atingir 43 °C para fermentação rápida ou 38 °C para fermentação lenta. Em seguida, adiciona-se o fermento na quantidade indicada pelo fabricante. As culturas utilizadas na produção de bebida láctea fermentada contêm *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* e *Streptococcus thermophilus*. A atividade fermentativa dessas bactérias gera acidez, o que ajuda a conservar o produto (DE PAULA et al, 2010).

Quando a fermentação é conduzida entre 42 e 45°C, o tempo necessário para alcançar a fermentação desejada é de 3 a 4 horas. O término da fermentação deve ocorrer quando se observa a formação de uma coalhada consistente ou até que o pH alcance 4,6. Para interromper o processo fermentativo, o produto precisa ser resfriado com água à temperatura ambiente ou água fria (cerca de 5 °C) até atingir uma temperatura entre 25 e 30 °C. A bebida, então, pode ser acondicionada em garrafas apropriadas e devidamente preparadas para o envase (SENAR 2015; DE PAULA et al, 2010).

Na adição de ingredientes como polpas de frutas, aromas, corantes, edulcorantes, entre outros, estes devem ser incorporados na quantidade recomendada pelo fornecedor ou até alcançar um padrão adequado, sempre respeitando os limites estabelecidos pela legislação. As adições desses ingredientes devem ser realizadas imediatamente após a quebra da coalhada (DE PAULA et al, 2010).

O envase de bebidas lácteas exige recipientes impermeáveis a agentes externos como odores, sabores e contaminações. Além disso, esses recipientes devem resistir a condições como acidez, umidade e manuseio, sendo armazenados em locais protegidos da luz. A rotulagem do produto deve conter informações essenciais, como data de fabricação, composição, prazo de validade e instruções de conservação. A bebida deve permanecer sob refrigeração no mínimo por 12 a 14 horas para proporcionar o aparecimento característico do sabor, consistência e textura, além de uma maior duração do produto (SENAR 2015).

As garrafas de bebida láctea fermentadas devem ser mantidas em condições de refrigeração, com temperaturas entre 5 e 10 °C, para serem encaminhadas para a comercialização (SENAR 2015; DE PAULA et al, 2010).

## **2.4 ANÁLISE SENSORIAL**

A qualidade dos alimentos está intimamente ligada a diversos fatores, incluindo aspectos nutricionais, microbiológicos e sensoriais. No entanto, em muitos casos, é a qualidade sensorial que exerce maior influência na decisão de compra dos consumidores. Assim, os testes sensoriais desempenham um papel essencial na avaliação de como alterações na formulação, no processamento, na embalagem ou nas condições de armazenamento impactam as características sensoriais dos produtos. Essas características, como aparência, aroma, sabor, textura, são fundamentais para a aceitação pelos consumidores e fornecem informações valiosas que orientam o desenvolvimento de novos produtos alimentícios (DUTCOSKY, 2011; KIM et al., 2021).

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1993), a análise sensorial é definida como uma disciplina científica voltada para evocar, medir, analisar e interpretar as reações às características dos alimentos e materiais, conforme percebidas pelos sentidos da visão, olfato, paladar, tato e audição. Isso significa que a qualidade sensorial de um alimento não se refere apenas às suas propriedades intrínsecas, mas resulta da interação entre o alimento e o ser humano (MINIM, 2006). Essa interação gera uma resposta única, que varia entre os indivíduos, influenciada por fatores como experiências prévias, expectativas, grupo étnico, preferências pessoais, além de aspectos como idade, gênero, hábitos alimentares, uso de medicamentos e condições de saúde (HENRIQUES, 2012).

A percepção sensorial envolve o reconhecimento e a interpretação das propriedades dos alimentos, o que influencia diretamente as atitudes, memórias e comportamentos dos consumidores. Isso, por sua vez, determina o sucesso ou fracasso de um produto em um



mercado competitivo. As propriedades sensoriais são detectadas por meio da interação dos estímulos com os cinco sentidos: visão, paladar, olfato, tato e audição. Embora cada órgão sensorial seja responsável por captar estímulos específicos, o processamento dessas informações pelo cérebro resulta em respostas integradas, possibilitando que uma propriedade sensorial influencie outra. Esse processo demonstra a complexidade das percepções sensoriais e sua interpretação. Apesar dos avanços tecnológicos, como as mãos, línguas e narizes eletrônicos, apenas os dados provenientes de avaliações sensoriais humanas conseguem refletir com precisão a percepção dos consumidores em relação aos alimentos (DIAS et al., 2020; LAWLESS, HEYMANN, 2010).

Os resultados de uma análise sensorial dependem da sensibilidade e da capacidade dos avaliadores em reproduzir consistentemente suas percepções. Esses avaliadores podem ser classificados em três categorias: consumidores, que participam de testes sensoriais sem a necessidade de atender a critérios rigorosos de seleção e treinamento; avaliadores selecionados, que são escolhidos e treinados especificamente para um determinado teste sensorial; e avaliadores especialistas, que possuem formação para utilizar uma variedade de métodos de análise sensorial e demonstram um nível mais elevado de acuidade sensorial (ABNT, 2014).

Avaliadores treinados geralmente participam de testes descritivos, cujo objetivo é avaliar de forma qualitativa e quantitativa os atributos de um produto, quantificando a intensidade das características percebidas. Em contrapartida, os consumidores são empregados principalmente em testes afetivos, nos quais o foco é a aceitabilidade e preferência pessoal em relação aos produtos (STONE; SIDEL, 2004).

A análise sensorial abrange uma ampla gama de métodos, que podem ser classificados em diferentes categorias de acordo com os objetivos da avaliação. Entre esses métodos, destacam-se os testes discriminativos, como os testes triangular, duo-trio, ordenação, comparação pareada e comparação múltipla, cujo propósito é detectar diferenças sensoriais entre amostras. Além disso, os testes descritivos, como o perfil de sabor, perfil de textura e a análise descritiva quantitativa, são empregados para descrever e quantificar as características sensoriais de produtos. Por outro lado, os testes afetivos, que incluem preferências, aceitação por escala hedônica, aceitação por escala ideal e a intenção de compra, têm como finalidade principal avaliar a aceitação do produto pelo consumidor (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

### 2.4.1 MÉTODOS DESCRITIVOS

As técnicas descritivas sensoriais são métodos que permitem caracterizar qualitativa e quantitativamente as amostras de alimentos, oferecendo informações detalhadas sobre suas propriedades sensoriais, sendo consideradas ferramentas cruciais na análise sensorial (ALCANTARA; FREITAS-SÁ, 2018). Esses métodos exigem o uso de avaliadores treinados ou, pelo menos, com experiência nas características específicas que estão sendo analisadas (ESTEVES, 2009).

A qualidade sensorial de um produto pode ser mensurada por meio de métodos descritivos, cuja função é descrever as propriedades sensoriais dos alimentos, como aparência, aroma, sabor e textura. O conhecimento desses atributos sensoriais é um diferencial importante no desenvolvimento e aperfeiçoamento de produtos, permitindo que se ajustem processos, proporções e tipos de ingredientes, com o objetivo de otimizar o perfil sensorial e aumentar a aceitação dos consumidores (LOURES et al., 2010).

Os testes descritivos quantitativos incluem diferentes abordagens, como avaliação de atributos por meio de escalas, perfis de textura e sabor, análise descritiva quantitativa (ADQ), perfil livre, perfil sensorial descritivo quantitativo, tempo-intensidade e o teste de amostra única. No entanto, as técnicas descritivas tradicionais apresentam algumas limitações, como o elevado custo e o longo período necessário para o treinamento e a manutenção de uma equipe de avaliadores bem qualificada (DUTCOSKY, 2013).

Diante dessas dificuldades, novas metodologias descritivas mais ágeis e versáteis, como o perfil flash, *sorting*, mapeamento projetivo, CATA (*Check-All-That-Apply*) e o posicionamento sensorial polarizado (PSP), têm sido exploradas. Essas metodologias não exigem treinamento intensivo e podem ser aplicadas tanto por avaliadores treinados quanto por consumidores (ALCANTARA; FREITAS-SÁ, 2018).

Essas técnicas emergentes baseiam-se em descrições verbais, permitindo que os avaliadores utilizem sua própria linguagem para descrever as características dos produtos, identificar semelhanças e diferenças, ou comparar os produtos com um conjunto de referências. Esse enfoque proporciona flexibilidade e velocidade na avaliação sensorial, tornando esses métodos promissores alternativas às análises descritivas tradicionais. (VALENTIN et al., 2012).

O método CATA é atualmente uma das técnicas mais empregadas para coletar informações sobre a percepção dos consumidores em relação às características sensoriais dos produtos. Esse método oferece aos consumidores a oportunidade de selecionar, a partir de uma

lista fornecida, todos os atributos que consideram adequados para descrever o produto. As respostas obtidas por meio do CATA podem ser utilizadas como dados complementares, auxiliando na maximização da aceitação dos produtos (ALCANTARA; FREITAS-SÁ, 2018).

#### **2.4.1.1 CATA (*Check-All-That-Apply*)**

O método CATA tem origem nas pesquisas de marketing e foi incorporado às pesquisas sensoriais a partir de 2007. Atualmente, é amplamente utilizado para capturar informações sobre como os consumidores percebem as características sensoriais dos produtos. Ele permite que os consumidores identifiquem os atributos que consideram apropriados para descrever determinado produto, selecionando a partir de uma lista pré-definida de palavras ou frases relacionadas ao produto. Diferentemente de outros métodos, o CATA não obriga os participantes a avaliar os atributos em uma escala, mas apenas a escolher as características que acham adequadas (ALCANTARA; FREITAS-SÁ, 2018; MINIM; SILVA, 2016).

Pesquisas mostram que os resultados obtidos com o método CATA, quando aplicado a consumidores, podem ser similares aos resultados de painéis sensoriais compostos por especialistas (MELLO; ALMEIDA; MELO, 2019). Uma das maiores vantagens do CATA é sua simplicidade e rapidez na aplicação. No entanto, sua principal limitação, conforme apontado por Dolley, Lee e Meullenet (2010), é a incapacidade de medir a intensidade dos atributos selecionados (ARES et al., 2010; BRUZZONE; ARES; GIMÉNEZ, 2012; DOOLEY; LEE; MEULLENET, 2010).

Um desafio do CATA é a determinação do número ideal de consumidores. Não há consenso na literatura sobre o tamanho adequado da amostra, mas estudos com relevância estatística sugerem que 100 ou mais consumidores sejam utilizados para garantir a robustez dos resultados. Além disso, outro aspecto crítico é a escolha e o número de termos que comporão a lista de atributos, pois os resultados dependem diretamente da adequação desses termos (ALCANTARA, 2017).

Lista de atributos mais longas podem diluir a frequência de escolha dos atributos, devido ao uso de palavras sinônimas ou antônimas, comprometendo a capacidade discriminativa do teste. É recomendado que a lista de termos não exceda 20 itens, para evitar cansaço e desmotivação dos consumidores, o que pode afetar a qualidade das respostas (ARES et al., 2010). A ordem de apresentação dos termos também influencia as respostas dos consumidores. Termos listados no início da lista tendem a ser selecionados com maior frequência do que

aqueles no final. Para minimizar esse viés, recomenda-se que a ordem dos termos seja balanceada entre os participantes (ARES et al., 2015; MEYNER; CASTURA, 2016).

Os termos utilizados no CATA podem ser sensoriais (como doce, amargo, crocante), emocionais (como fresco, revigorante), funcionais (como apropriado para o café da manhã) ou uma combinação desses tipos (DOOLEY; LEE; MEULLENET, 2010). Além disso, o CATA tem sido aplicado com sucesso na identificação de produtos ideais, oferecendo uma abordagem simples para capturar as percepções sensoriais dos consumidores, inclusive com o uso de termos que indicam intensidade, como "muito doce" ou "não crocante o suficiente" (BRUZZONE et al., 2015).

A técnica CATA tem se mostrado altamente reprodutível, permitindo a identificação de diferenças e a caracterização de produtos distintos. Em um estudo sobre a reprodutibilidade do método, os mesmos participantes avaliaram as mesmas amostras em condições idênticas em duas sessões de avaliação, confirmando a consistência dos resultados (ARES et al., 2014).

O Teste Q de Cochran também é muito utilizado na análise de resultados de análises sensoriais. O teste Q de Cochran é uma extensão do teste de McNemar que oferece um método para testar diferenças entre três ou mais conjuntos pareados de frequências ou proporções. O teste Q de Cochran é o teste tradicional para heterogeneidade em meta-análises. Com base na distribuição qui-quadrado, ele gera uma probabilidade que, quando elevada, indica maior variação entre os estudos, em vez de variação dentro dos sujeitos de um mesmo estudo. A hipótese nula subjacente assume que o verdadeiro efeito do tratamento é o mesmo em todos os estudos, e que as variações são causadas apenas pelo acaso. Uma limitação do teste Q de Cochran é que ele pode ter baixa potência quando poucos estudos são incluídos ou quando as taxas de eventos são baixas. Portanto, muitas vezes é recomendado adotar um valor de P mais alto (em vez de 0,05) como limite para significância estatística ao utilizar o teste Q de Cochran para determinar a heterogeneidade estatística (HIGGINS; THOMAS, 2019). A análise de correspondência é uma técnica que tem sido utilizada por cientistas sensoriais para dados de avaliação sensorial. Trata-se de uma técnica com objetivos semelhantes à análise de componentes principais e à análise de Procrustes generalizada, uma vez que reduz a dimensionalidade dos dados para um número de dimensões mais facilmente interpretáveis. Além disso, defensores dessa abordagem argumentam que é mais apropriado usar a análise de correspondência com dados sensoriais devido à sua natureza frequentemente categórica (MCEWAN; SCHLICH, 1991).

## **2.4.2 MÉTODOS AFETIVOS**

Os métodos afetivos têm como principal objetivo captar respostas individuais e reações espontâneas dos consumidores, que não necessitam de treinamento prévio e são utilizados para avaliar a aceitabilidade ou preferência de um produto (MENESE; MESSIAS; BARROS, 2011). O foco desses métodos é medir a aceitação e preferência dos consumidores em relação a um ou mais produtos tornando-se em uma ferramenta valiosa na coleta de opiniões diretas sobre as ideias, características específicas ou globais de um determinado produto. A simplicidade do método o torna acessível, já que não requer avaliadores treinados (LANCHOTE, 2007),

Esses métodos podem ser divididos em qualitativos e quantitativos. Os testes qualitativos visam a compreensão profunda de aspectos específicos, utilizando descrições, comparações e interpretações. Eles são aplicados principalmente em fases iniciais, quando o objetivo é explorar o posicionamento do consumidor sobre o conceito ou protótipo de um produto. Por outro lado, os testes quantitativos são direcionados para a mensuração da resposta de um grupo maior de consumidores, com o intuito de determinar o grau de aceitabilidade global de um produto. Além disso, esses testes identificam os fatores sensoriais que influenciam as preferências dos indivíduos, através de respostas específicas a atributos sensoriais particulares (DUTCOSKY, 2013).

### **2.4.2.1 TESTE DE ACEITAÇÃO**

A aceitação de um produto depende de uma série de fatores, como o estilo de vida, condições socioeconômicas e influências culturais, podendo também refletir a reação do consumidor a questões como preço e acessibilidade, que vão além das preferências pessoais. No entanto, a opinião do consumidor continua sendo o elemento mais decisivo. Os testes de aceitação são amplamente empregados para medir o grau de satisfação ou insatisfação dos consumidores em relação a um produto, sendo úteis nos processos de desenvolvimento e otimização. Esses testes são ferramentas essenciais para as equipes de pesquisa e desenvolvimento, auxiliando na tomada de decisões, especialmente quando combinados com estudos de mercado para o lançamento de novos produtos. Nesses testes, os consumidores são convidados a expressar sua opinião afetiva, ou seja, a indicar o nível de satisfação em relação aos produtos avaliados, utilizando fichas com escalas apropriadas. As escalas mais comuns incluem a escala hedônica, a escala de atitude e a escala do ideal (O'SULLIVAN, 2017; TEIXEIRA, 2009).

Entre essas, as escalas hedônicas são as mais amplamente utilizadas desde a década de 1940 (NORA, 2021). As escalas mais eficazes são aquelas com um número equilibrado de categorias, com a mesma quantidade de avaliações positivas e negativas, pois isso reduz o risco de resultados distorcidos, o que pode ocorrer em escalas não balanceadas (BENTO; ANDRADE; SILVA, 2013). A escala hedônica estruturada, desenvolvida em 1957, é particularmente útil para testes sensoriais afetivos quantitativos, utilizando palavras ou frases que definem os intervalos de julgamento. Essa abordagem facilita a decisão dos avaliadores, além de proporcionar uma melhor compreensão dos intervalos sucessivos (STONE; SIDEL, 2004; MINIM, 2013). No entanto, a construção dessas escalas deve ser cuidadosa, pois categorias ambíguas podem gerar confusão e comprometer a avaliação (DUTCOSKY, 2011).

Durante a execução dos testes, as opiniões dos consumidores são convertidas em pontuações que podem variar, por exemplo, de zero um a nove, em uma escala de nove pontos. Esses resultados são então analisados estatisticamente por meio de médias e Análise de Variância (ANOVA). Para medir a aceitabilidade do produto, pode-se calcular o índice de aceitação, dividindo-se a média das notas pela nota máxima atribuída, e o valor é convertido em porcentagem. Produtos com índice superior a 70% são considerados bem aceitos pelos consumidores (DUTCOSKY, 2011).

Para testes de aceitação com adultos, a escala hedônica de nove pontos é a mais comum. Já em análises sensoriais com crianças, costuma-se utilizar a escala hedônica facial, que apresenta ilustrações de expressões faciais correlacionadas às sensações percebidas ao provar o produto (DUTCOSKY, 2013).

Além disso, é comum o uso simultâneo do questionário CATA com a avaliação hedônica, o que permite compreender melhor as preferências dos consumidores, identificar padrões de segmentação e determinar os atributos sensoriais que impulsionam ou otimizam a formulação dos produtos (ARES et al., 2010; DOOLEY; LEE; MEULLENET, 2010).

A análise de segmentação também conhecida como análise de *cluster* compreende um conjunto de técnicas estatísticas que visam agrupar “objetos” em subconjuntos mais homogêneos. Os objetos podem ser pessoas ou produtos. Por exemplo, a análise de *cluster* pode ser utilizada para segmentar pessoas (consumidores) em subconjuntos com base em suas classificações de preferência por um conjunto de produtos. Tal segmentação de consumidores é um passo essencial no mapeamento de preferências, onde o objetivo é entender os fatores que influenciam a preferência dos consumidores, e a análise de *cluster* é usada para resumir as diferenças entre os consumidores em seus gostos e desgostos. A análise de *cluster* também pode ser utilizada para agrupar produtos, em vez de pessoas, com o intuito de identificar grupos de

produtos similares, por exemplo, com base em avaliações sensoriais feitas por equipes treinadas (MACFIE, 2007).

Existem dois tipos comuns de métodos de *clustering*: métodos hierárquicos e métodos de partição. Na forma mais comum de *clustering* hierárquico, o cálculo começa atribuindo cada objeto ao seu próprio *cluster*. Em seguida, em um processo de aglomeração, os objetos mais "similares" (em termos estatísticos) são combinados para formar um novo *cluster*, seguido, em etapas subsequentes, por objetos cada vez menos semelhantes. A cada passo na hierarquia, o número de *clusters* diminui, até que, no final, todos os objetos sejam combinados em um único grande *cluster*. Os programas de *clustering* hierárquico geralmente produzem um dendrograma, uma representação gráfica em forma de árvore que mostra em quais etapas de aglomeração os objetos foram combinados. Os principais ramos do dendrograma identificam os principais agrupamentos de objetos (JACOBSEN; GUNDERSON, 1986; MYERS; MULLET, 2003).

No método de partição, o pesquisador deve primeiro especificar o número de *clusters* de interesse. Os objetos são inicialmente atribuídos a *clusters* de forma aleatória ou com base em algum conhecimento prévio ou análise. Usando um algoritmo iterativo, o programa realoca cada objeto aos *clusters* até que não haja mais melhorias na homogeneidade dentro dos *clusters*. A análise é repetida para diferentes números de *clusters* de interesse do pesquisador (WAJROCK et al., 2008).

Entre as diversas variantes de *clustering* aglomerativo, o método de Ward é um dos mais populares e pode ser encontrado em muitos pacotes de *software* estatístico. Ele é frequentemente utilizado para a segmentação de consumidores em pesquisas sensoriais. O algoritmo *K-means* é amplamente utilizado para partição e também está disponível em muitos pacotes de *software* estatístico (MACFIE, 2007).

A análise de penalidade tem sido amplamente utilizada por profissionais da indústria para auxiliar na identificação de quedas na aceitabilidade associadas a atributos sensoriais que não estão em níveis ideais em um produto. As escalas que podem ser usadas para obter esses dados são as escalas do ideal ("*Just About Right*" - JAR) e dados de CATA. Além disso, é necessário coletar dados de aceitação, sendo que a Escala Hedônica de 9 pontos é frequentemente utilizada para esse fim. A análise de penalidade oferece uma lista priorizada das características críticas do produto que mais penalizam o seu desempenho. Pode ser uma técnica gráfica para revelar a possível penalidade sofrida pelo produto em termos de redução na aceitação geral por não estar "exatamente certo" em um determinado atributo, sendo que essa penalidade é frequentemente chamada de queda média na aceitação geral (JOHNSON, 2021). Os resultados são frequentemente representados graficamente, plotando-se as

penalidades ou quedas médias contra a porcentagem de consumidores para todos os atributos do produto. Normalmente, uma penalidade não é calculada se a porcentagem de consumidores nas categorias que provocam efeitos negativos for inferior a 20%. Alguns usuários também calculam o que é conhecido como penalidade líquida, que é obtida multiplicando-se a queda média dos efeitos negativos pela proporção (não a porcentagem) de consumidores que classificaram o atributo como negativo. Além disso, a significância das penalidades pode ser testada realizando-se um teste t simples, comparando-se as pontuações de aceitação dos consumidores nas categorias com efeitos negativos com as dos consumidores na categoria neutra (JOHNSON, 2021).

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GERAL**

Desenvolver, produzir e avaliar sensorialmente bebidas lácteas fermentadas formuladas com a adição de concentrado proteico de soro do leite (WPC), polpa de açaí, extrato de guaraná e açúcar.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Investigar os efeitos das variações na concentração de açúcar (de 9% a 12% m/m) sobre a aceitação e percepção sensorial das bebidas formuladas;
- Avaliar o impacto das diferentes concentrações de polpa de açaí (de 7% a 21% m/m) na aceitação e percepção sensorial do produto;
- Analisar a influência da presença e ausência de 0,05 % (v/v) de extrato de guaraná na percepção sensorial das formulações;
- Identificar possíveis padrões de aceitação entre diferentes grupos de consumidores, com base nos resultados da análise sensorial.



## 4. METODOLOGIA

O estudo foi conduzido em duas etapas distintas realizadas em semanas diferentes, envolvendo a produção de bebidas lácteas fermentadas adicionadas de *whey protein* concentrado (WPC), polpa de açaí congelada, açúcar e extrato de guaraná. Sendo a primeira etapa as análises das bebidas lácteas fermentadas adicionadas de açúcar, *whey protein*, polpa de açaí, mas sem guaraná, e a segunda etapa as análises das bebidas lácteas fermentadas adicionadas de açúcar, *whey protein*, polpa de açaí e extrato de guaraná.

### 4.1 PROCESSO PRODUTIVO

O processo produtivo da bebida foi feito em duas etapas, com cada etapa acontecendo em dias diferentes. A primeira etapa consistiu na preparação da base láctea fermentada, realizada na sexta-feira anterior à semana programada para a análise sensorial das bebidas.

A formulação foi composta por 50% de leite UHT e 50% de soro de leite reconstituído, preparado conforme as recomendações do fabricante. A esta mistura foi adicionada 6% (m/v) de *Whey Protein Concentrate* (WPC) sem sabor e sem adição de açúcar. Após a adição dos ingredientes, a bebida foi misturada utilizando uma espátula de silicone e um *mixer* elétrico. Em seguida, a bebida foi submetida a um tratamento térmico em panela aberta, aquecida a 70°C por 30 minutos, sendo posteriormente resfriada até atingir 43°C. Nesta temperatura, foi adicionado o fermento lácteo contendo *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus* e *Streptococcus thermophilus* (YF-903 – CHR Hansen), seguindo as instruções fornecidas pelo fabricante.

O processo de fermentação foi realizado em uma estufa mantida a 43°C e monitorado periodicamente com um pHmetro, até que o pH da bebida atingisse o valor de 4,7. Ao alcançar esse valor, a bebida foi resfriada em geladeira, onde permaneceu refrigerada por três dias (até a segunda-feira da semana de realização do teste sensorial).

Na segunda etapa, foi realizada a preparação final da bebida, com a adição e padronização dos demais ingredientes. Inicialmente, a coalhada fermentada foi quebrada utilizando um *mixer* elétrico para assegurar a textura adequada para uma bebida láctea. Posteriormente, foram adicionados à formulação: polpa de açaí congelada, açúcar refinado e, em apenas um dos testes, extrato de guaraná. Destaca-se que, visando o controle preciso das concentrações de açúcar nas amostras, todos os ingredientes selecionados não continham adição

de açúcares. Dessa forma, o açúcar refinado foi a única fonte de açúcar intencionalmente incorporada à formulação, permitindo um ajuste controlado das concentrações entre as diferentes amostras.

As concentrações de açúcar e polpa de açaí variaram de acordo com um planejamento fatorial 2<sup>2</sup> com três pontos centrais. As proporções codificadas e reais das variáveis estudadas estão apresentadas na Tabela 2

Tabela 2: Concentrações de açúcar e açaí das bebidas lácteas.

Ensaio	Açúcar codificado	Polpa de Açaí codificado	Açúcar real (%)	Polpa de Açaí real (%)
1	-1	-1	9	7
2	1	-1	12	7
3	-1	1	9	21
4	1	1	12	21
5	0	0	10,5	14
6	0	0	10,5	14
7	0	0	10,5	14

Fonte: Autor

## 4.2 ANÁLISE SENSORIAL

A análise sensorial das bebidas lácteas fermentadas foi conduzida em dois testes distintos, um teste para as bebidas que continham guaraná e um teste para as bebidas que não continham guaraná. Cada teste teve 7 amostras por avaliador e 120 avaliadores não treinados em cada teste. Ambos os testes foram realizados no Laboratório de Análise Sensorial e Estudos do Consumidor (LASEC) da Escola de Química da UFRJ com voluntários transeuntes da Escola de Química. As amostras foram codificadas com números de 3 algarismos aleatórios e servidas em copos plásticos de 50 ml. A codificação das amostras é fundamental em uma análise sensorial, pois garante a imparcialidade dos resultados e elimina possíveis vieses dos avaliadores. Ao utilizar códigos numéricos ou alfanuméricos aleatórios para identificar as amostras, evita-se que os participantes do teste sejam influenciados. A ordem de apresentação das amostras foi balanceada de acordo com MACFIE et al. (1989) e disponibilizada aos avaliadores não treinados de forma monádica sequencial, de maneira que todas as amostras foram avaliadas por todos. Juntamente com as amostras foram oferecidos aos consumidores água e biscoitos de sal a fim de se evitar a fadiga sensorial.

Os dados sensoriais foram coletados por meio de questionários impressos, preenchidos individualmente pelos avaliadores. Os avaliadores receberam uma ficha por amostra, além disso todos os avaliadores também recebiam outra ficha a ser preenchida de acordo com as suas informações. Essas informações também foram usadas para segmentar os grupos na análise dos resultados.

#### **4.2.1 TESTE DE ACEITAÇÃO**

Para o teste de aceitação, foram avaliados impressão global, sabor e textura, nesta ordem. Foi utilizada escala hedônica estruturada verbal de nove pontos, em que os extremos eram “desgostei extremamente” e “gostei extremamente” (STONE et al., 2012), sendo solicitado ao consumidor que provasse o produto e indicasse o quanto gostou ou desgostou. Os resultados foram avaliados por Análise de Variância (ANOVA) a 5% de significância e análise de segmentação, usando análise de cluster hierárquica aglomerativa, com distância Euclidiana e método de Ward, a fim de buscar grupos com padrões de respostas específicos e distintos.

#### **4.2.2 TESTE CHECK-ALL-THAT-APPLY (CATA)**

Na mesma ficha do teste de aceitação, os consumidores receberam o questionário do CATA, no qual estavam listados 21 atributos sensoriais. Esses atributos foram selecionados com base em uma adaptação da lista utilizada por Moura (2024), em estudo com iogurtes enriquecidos com diferentes tipos de proteínas do soro de leite. Para criação das fichas, levou-se em conta que a repetitiva ordem dos atributos listados nas fichas de todos os participantes poderia influenciar nas respostas dos consumidores; por isso, foram montadas 6 modelos de fichas com ordens aleatoriamente diferentes de apresentação dos atributos, que eram variadas entre avaliadores, mas não entre as avaliações de um avaliador (MEYNER; CASTURA, 2016). Nas fichas era solicitado aos consumidores que assinalassem todos os atributos que considerassem que caracterizavam cada amostra.

O CATA foi avaliado pela frequência em que cada atributo foi selecionado para cada amostra e as diferenças ( $p < 0,05$ ) nas frequências foram avaliadas pelo teste Q de Cochran, que é um teste não paramétrico usado para dados não quantitativos. A análise de correspondência foi aplicada para melhor visualização das associações (dependência) entre as amostras e os atributos (MCEWAN e SCHLICH, 1992). A análise de penalidades foi aplicada com o objetivo

de relacionar os dois grupos de dados, a fim de verificar possíveis efeitos ( $p < 0,05$ ) dos atributos sensoriais sobre a aceitação (MEYNER; CASTURA; CARR, 2013).

## 5. RESULTADOS

Foram realizados dois testes distintos: um com amostras sem adição de extrato de guaraná e outro com adição do extrato. Com base nos dados obtidos dos testes realizados, todos os resultados foram segmentados em subgrupos a partir do grupo geral. A segmentação foi realizada por meio da análise de *cluster*, uma técnica estatística que tem como objetivo agrupar "objetos" que, neste caso, são os avaliadores, em subconjuntos homogêneos com base em características comuns.

A análise de *cluster* permite identificar grupos de avaliadores que compartilham preferências e percepções similares, oferecendo uma visão mais detalhada de como diferentes perfis de consumidores podem reagir às amostras testadas. No contexto deste estudo, foi possível dividir os avaliadores em grupos com base em suas respostas sensoriais, o que enriquece a interpretação dos dados. O grupo geral representa o comportamento médio dos avaliadores, enquanto os grupos 1 e 2 podem refletir segmentos específicos com percepções diferenciadas, seja em relação à doçura, cremosidade ou outros atributos sensoriais.

Essa segmentação é crucial para identificar tendências e preferências específicas dentro da amostra de avaliadores, auxiliando no desenvolvimento de produtos que atendam melhor aos diferentes perfis de consumidores. Além disso, a combinação dos resultados do Teste Q de Cochran com as Comparações Múltiplas permitiu uma avaliação mais robusta da significância dos atributos sensoriais, fornecendo informações sobre quais características das amostras foram mais impactantes para os diferentes grupos de avaliadores.

Também foram feitas segmentações de acordo com as informações coletadas a respeito dos avaliadores sendo elas: gênero, se consomem açaí ou não, se consomem produtos com açaí ou não, se consomem bebidas lácteas ou não, se consomem *whey*/produtos com *whey* ou não.

## 5.1 TESTE SEM GUARANÁ (n=118)

### 5.1.1 IMPRESSÃO GLOBAL IPG (SEM GUARANÁ)

Foi empregado um planejamento fatorial  $2^2$  com três pontos centrais, variando a concentração de açúcar (%) e de polpa de açaí (%). Os valores reais e codificados das variáveis testadas, assim como a Impressão Global (IPG) do grupo geral estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3: Valores experimentais de impressão global para as diferentes condições experimentais do planejamento fatorial completo  $2^2$  sem guaraná.

Ensaio	Açúcar codificado	Polpa de Açaí codificado	Açúcar real (% m/m)*	Polpa de Açaí (% m/m)	Grupo Geral
1	-1	-1	9	7	5,72
2	1	-1	12	7	6,324
3	-1	1	9	21	6,229
4	1	1	12	21	6,915
5	0	0	10,5	14	6,255
6	0	0	10,5	14	6,356
7	0	0	10,5	14	6,718

Fonte: Autor.

\*Concentração em porcentagem massa/massa.

A análise dos dados foi realizada utilizando os softwares Statistica 7.0 e XLSTAT. A análise estatística permitiu estimar os efeitos das variáveis testadas, assim como da interação entre elas, e os valores de  $t$  e de  $p$ , que representam os efeitos padronizados das variáveis e a probabilidade de significância do teste, respectivamente.

Os resultados da Tabela 3, expressos pela Impressão Global (IPG), que varia de 1 (menor aceitação) a 9 (maior aceitação), evidenciam a influência das concentrações de açúcar e polpa de açaí na aceitação das amostras.

A Tabela 4 apresenta a análise estatística dos resultados do planejamento experimental para a resposta impressão global contendo os efeitos principais e de interação das variáveis, assim como o efeito da curvatura sobre a resposta para o grupo geral e os grupos após segmentação. A Tabela 4 apresenta os efeitos positivos representados pelo sinal de “+”, os negativos pelo sinal de “-”, os efeitos marginalmente significativos pela letra “M” ao lado do sinal e quando o efeito não é significativo pela sigla “S/E”.

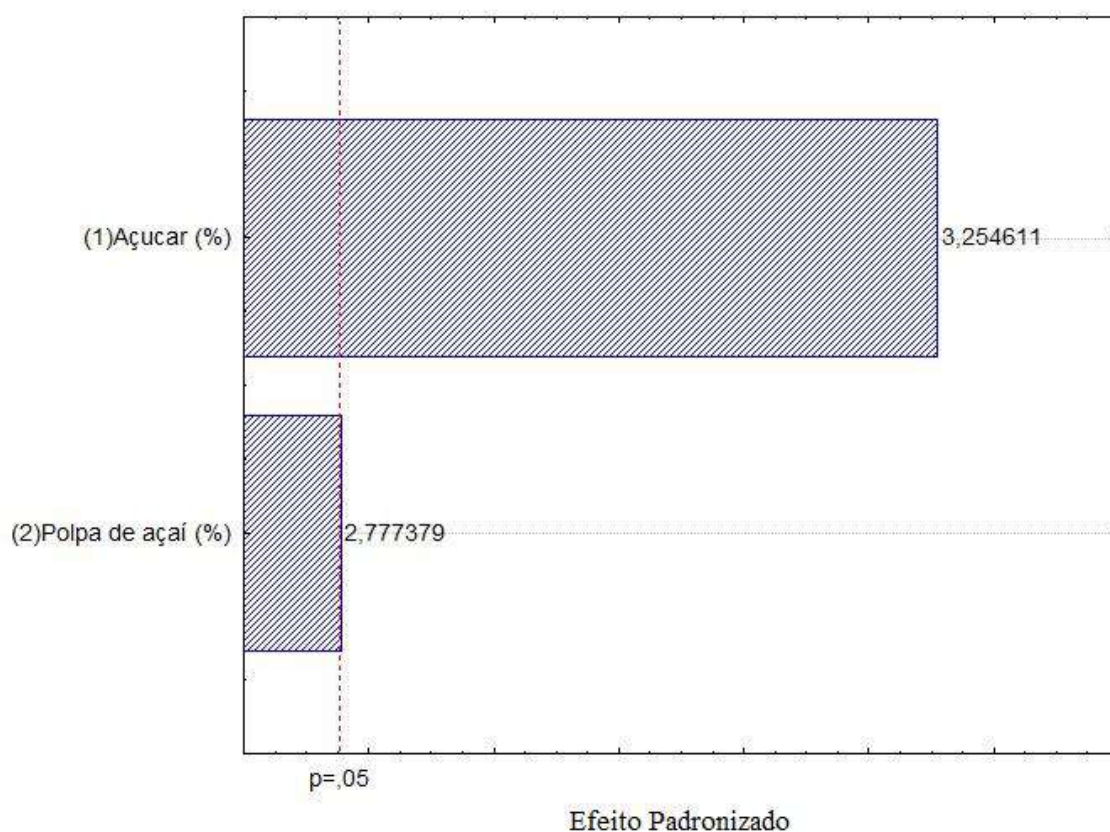
Tabela 4: Efeito das variáveis Açúcar (%) e Polpa de açaí (%) sobre a impressão global no grupo geral (n=118) e grupos segmentados sem guaraná.

Grupos	Media (IPG)	Curvatura	(1) Açúcar (%)	(2) Polpa de Açaí (%)	1 x 2
Geral	6,36	S/E	+	+	S/E
G1	6,381	S/E	S/E	S/E	S/E
G2	6,191	S/E	+	+	S/E
Masculino	6,317	S/E	S/E	S/E	S/E
Feminino	6,342	S/E	+	+	S/E
Consome Açaí	6,432	S/E	+	+	S/E
Não consome açaí	5,447	+	S/E	M(-)	M(-)
Consome produto com açaí	6,502	S/E	+	M(+)	S/E
Não consome produto com açaí	6,126	S/E	+	+	S/E
Consome bebida láctea	6,438	S/E	+	M(+)	S/E
Não consome bebida láctea	4,6	S/E	S/E	S/E	S/E
Consome <i>whey</i>	6,543	S/E	+	+	S/E
Não consome <i>whey</i>	6,134	S/E	+	M(+)	S/E

Fonte: Autor.

O grupo geral apresentou efeito positivo do açúcar e do açaí, sendo que o açúcar foi a variável que apresentou maior efeito como pode ser observado no diagrama de Pareto (Figura 2). A análise individual dos fatores indica que o aumento da concentração de açúcar contribuiu positivamente para a aceitação das amostras, refletindo a preferência dos avaliadores por níveis mais elevados de doçura. De forma semelhante, as amostras com maior teor de polpa de açaí (21%) apresentaram melhores resultados de IPG, destacando a valorização do sabor de açaí mais intenso. A interação entre as duas variáveis não foi significativa, não demonstrando um efeito sinérgico, apesar das amostras com níveis mais altos de ambas (12% de açúcar e 21% de polpa de açaí), obterem a maior aceitação entre todas as condições testadas. A curvatura também não foi significativa indicando que um modelo linear poderia prever a resposta. As amostras referentes aos pontos centrais (10,5% de açúcar e 14% de polpa de açaí) apresentaram valores intermediários de IPG (6,255 a 6,718), com variações dentro de um intervalo aceitável. Esse resultado sugere que as formulações centrais são consistentes e produzem uma aceitação moderada, sem alcançar o desempenho observado nos extremos superiores ou inferiores das variáveis.

Figura 2: Diagrama de Pareto apresentando o efeito padronizado das variáveis Açúcar e Polpa de açaí para a variável impressão global do grupo geral (n=118) sem guaraná, incluindo apenas os termos estatisticamente significativos (valor de  $p < 0,05$ ).



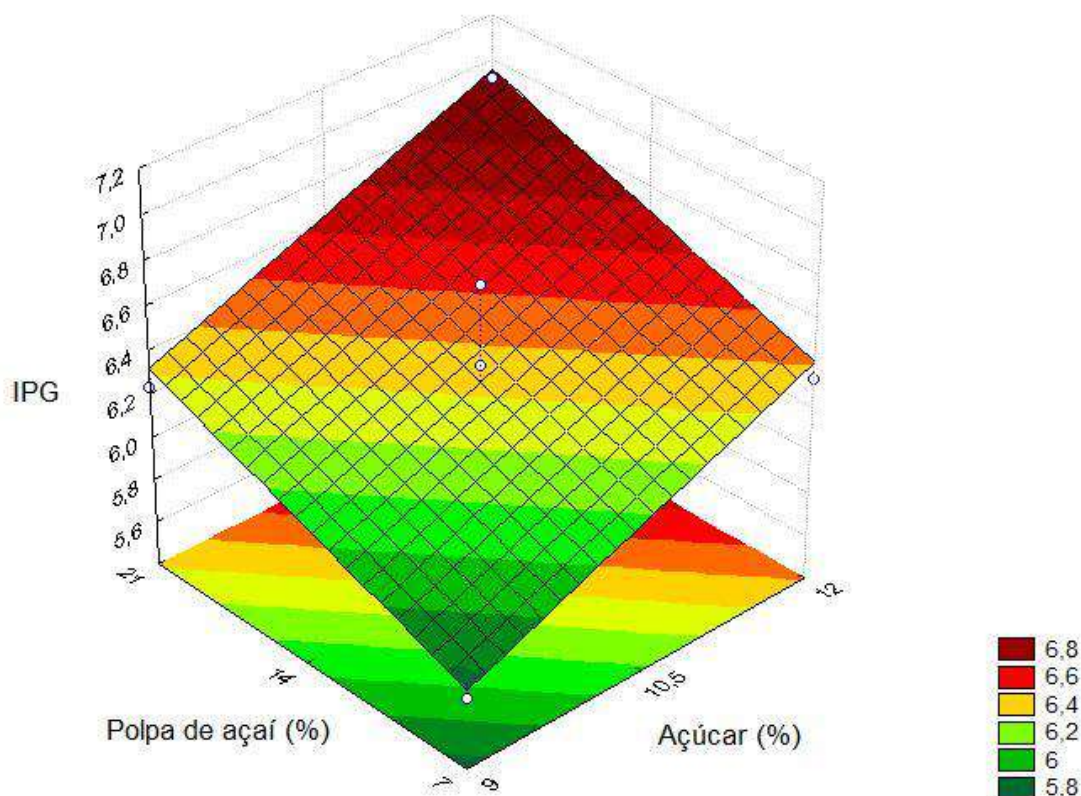
Fonte: Autor.

A análise de variância (ANOVA) foi realizada para avaliar a adequação do modelo. O modelo foi considerado preditivo pois apresentou  $R^2$  igual 0,82 e o valor de  $p$  da regressão foi igual a 0,032 ( $< 0,05$ ). Desta forma foi possível construir um modelo empírico para Impressão global do grupo geral em função das variáveis Açúcar e Polpa de açaí codificadas (Equação 1), incluindo apenas os termos estatisticamente significativos (valor de  $p < 0,05$ ).

$$IPG = 6,40 + 0,32 * Açúcar + 0,28 * Polpa de açaí \quad (1)$$

Este modelo foi utilizado para a construção da superfície de resposta (Figura 3), mostrando os valores de IPG preditos para cada condição de Açúcar e Polpa de açaí do grupo geral dentro da faixa estudada.

Figura 3: Superfície de resposta para impressão global em função das variáveis açúcar e polpa de açaí do grupo geral (n=118) sem guaraná.



Fonte: Autor.

A superfície destaca que as combinações com níveis mais elevados de açúcar e polpa de açaí resultam em maiores valores de IPG, corroborando os efeitos observados. O maior IPG (6,915) foi registrado na amostra com as maiores concentrações de açúcar (12%) e polpa de açaí (21%), por outro lado, o menor IPG (5,720) foi observado na amostra com menor concentração de açúcar (9%) e polpa de açaí (7%), indicando que essa combinação de baixa doçura e menor teor de açaí não foi bem aceita pelos avaliadores. , De modo geral, os valores de IPG indicam que nenhuma amostra atingiu aceitação próxima ao máximo da escala, o que aponta a possibilidade de otimizações adicionais na formulação, como o aumento da quantidade de polpa e/ou de açúcar.

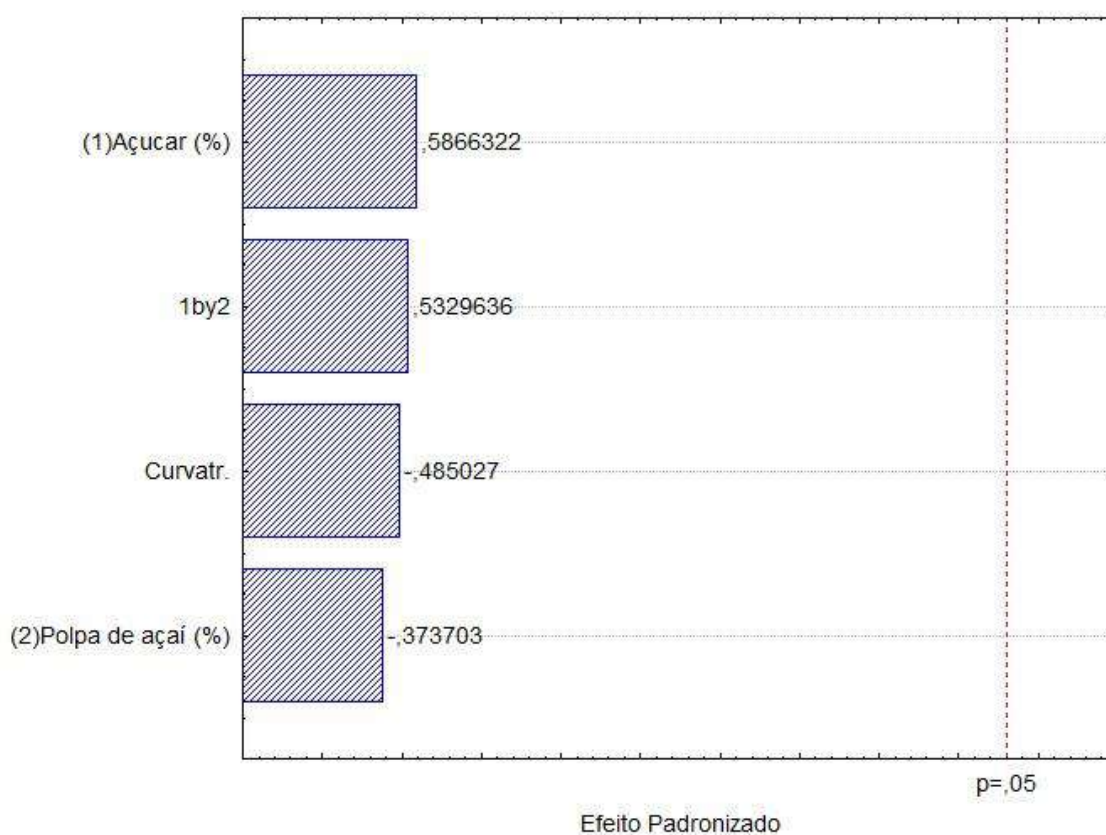
Para os grupos segmentados foi possível observar algumas diferenças e podemos destacar os grupos 1 e 2, os grupos que consomem e não consomem açaí, os grupos que



consomem e não consomem *whey* e os grupos que consomem e não consomem produtos com *whey*.

A Figura 4 apresenta o diagrama de Pareto do Grupo 1 mostrando que nenhuma das variáveis independentes analisadas; concentração de açúcar; concentração de polpa de açaí; efeito de interação entre açúcar e açaí; e curvatura apresentaram efeito estatisticamente significativo ( $p > 0,05$ ) sobre a variável-resposta impressão global (IPG). Isso indica que, para os participantes deste grupo, as alterações nas concentrações dessas variáveis dentro da faixa estudada não foram determinantes para influenciar a aceitação do produto. Esse resultado pode refletir uma menor sensibilidade desse grupo às características sensoriais avaliadas com os avaliadores do Grupo 1 não percebendo claramente as variações nas formulações ou uma menor influência dessas variações sobre a aceitação (IPG), ou seja, os participantes perceberam as mudanças, mas isso não afetou o nível de aceitação pela da bebida.

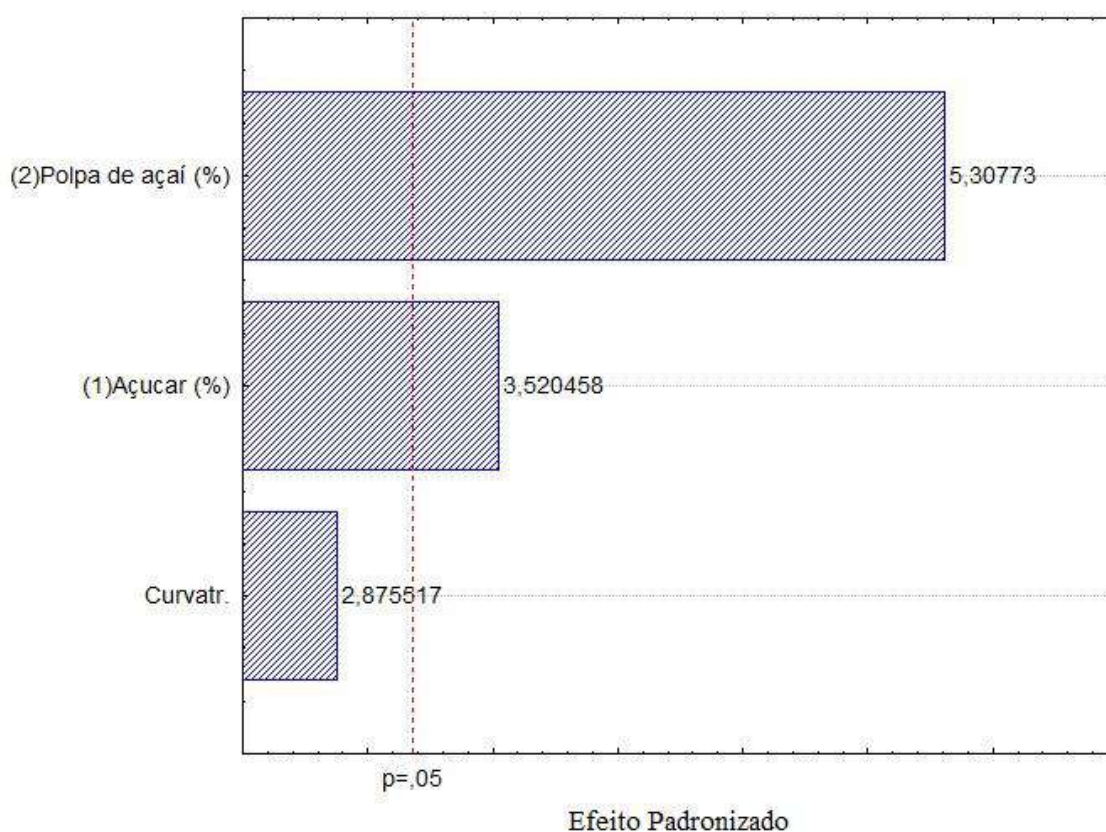
Figura 4: Diagrama de Pareto apresentando o efeito padronizado das variáveis Açúcar e Polpa de açaí para a variável impressão global do Grupo 1 (n=63) sem guaraná.



Fonte: Autor.

No Pareto do Grupo 2 (Figura 5), embora a curvatura tenha apresentado um valor de  $p$  próximo ao nível de significância adotado ( $\alpha = 0,05$ ), ela não foi significativa, indicando que não há evidências estatísticas suficientes para justificar a inclusão de termos quadráticos no modelo. Dessa forma, apesar de ser possível utilizar um modelo linear para descrever a resposta, os parâmetros ajustados não apresentaram qualidade suficiente para justificar sua aplicação. Entre as variáveis analisadas, a polpa de açaí destacou-se como a de maior efeito sobre a impressão global (IPG), superando o açúcar em influência, embora ambos tenham apresentado efeitos positivos. Esse resultado indica que os consumidores deste grupo, diferentemente do grupo geral, tendem a valorizar mais o aumento da concentração de açaí na formulação, o que pode ser explorado no desenvolvimento de produtos voltados para este segmento.

Figura 5: Diagrama de Pareto apresentando o efeito padronizado das variáveis Açúcar e Polpa de açaí para a variável impressão global do Grupo 2 (n=55) sem guaraná.

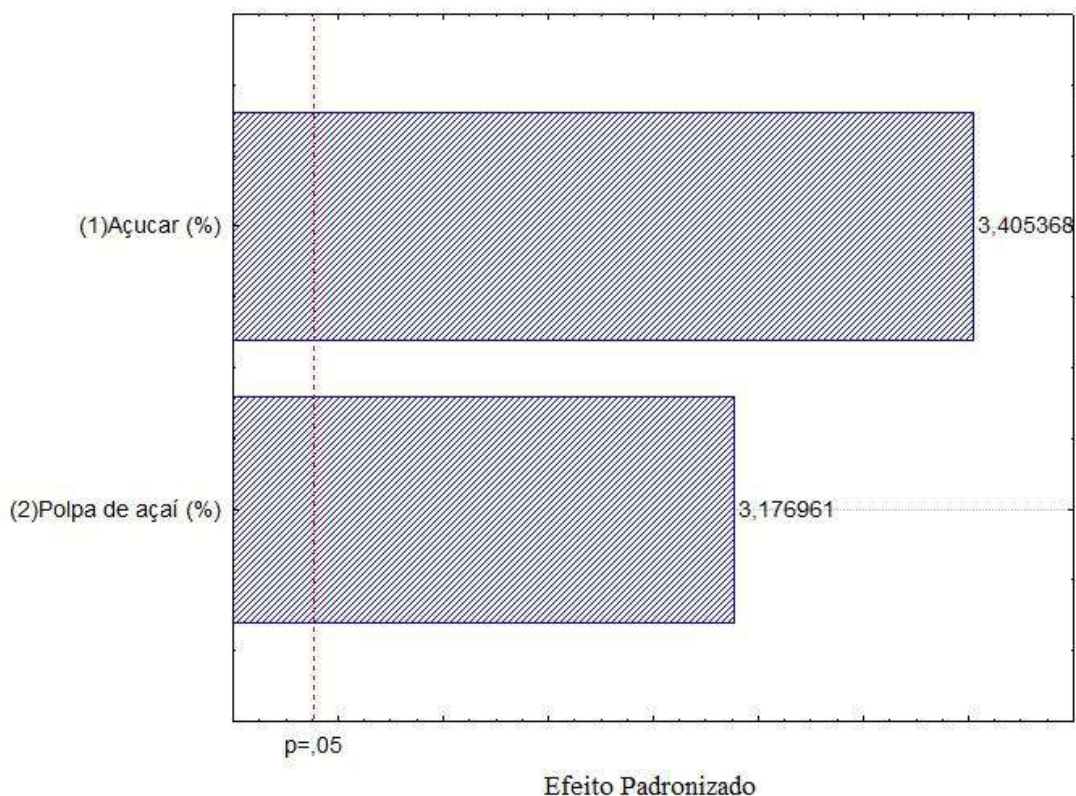


Fonte: Autor.

A análise dos grupos masculino e feminino apresentou tendências semelhantes às observadas nos Grupos 1 e 2. No grupo masculino, as variáveis açúcar e polpa de açaí não tiveram efeitos estatisticamente significativos sobre a impressão global; no grupo feminino, o açúcar e a polpa de açaí apresentaram efeitos positivos e estatisticamente significativos, com a polpa de açaí demonstrando um impacto ligeiramente superior ao açúcar.

No grupo dos consumidores de açaí (Figura 6), tanto o açúcar quanto a polpa de açaí apresentaram efeitos positivos e estatisticamente significativos sobre a impressão global (IPG), com valores de  $p$  iguais a 0,027 e 0,034, respectivamente. O efeito do açúcar foi ligeiramente superior (0,70) ao da polpa de açaí (0,65), indicando que ambos os fatores contribuíram de forma relevante para a aceitação sensorial das amostras. Esses resultados sugerem que os consumidores habituados ao consumo de açaí valorizam tanto a doçura quanto a intensidade do sabor característico do açaí nas bebidas lácteas fermentadas, evidenciando a necessidade de equilibrar essas variáveis para atender às preferências desse público específico. A média de IPG elevada (6,43) reforça o potencial de aceitação desse grupo para o produto, especialmente com ajustes nas concentrações de açúcar e polpa de açaí.

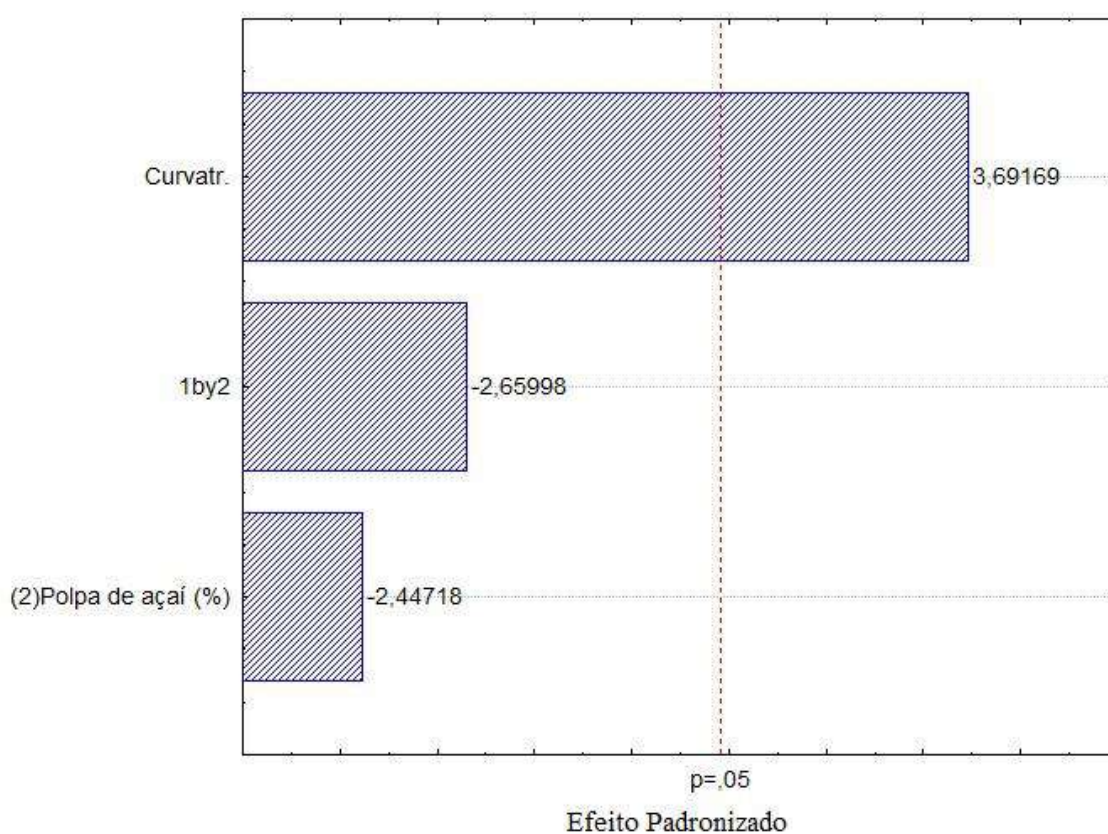
Figura 6: Diagrama de Pareto apresentando o efeito padronizado das variáveis Açúcar e Polpa de açaí para a variável impressão global do Grupo consome açaí ( $n=107$ ) sem guaraná.



Fonte: Autor.

No grupo dos participantes que não consomem açaí (Figura 7), a análise revelou que a curvatura foi estatisticamente significativa ( $p = 0,038$ ), indicando que a resposta de impressão global (IPG) possui um comportamento não linear em relação às variáveis testadas. No entanto, os efeitos individuais do açúcar ( $p = 0,201$ ) e da polpa de açaí ( $p = 0,080$ ), bem como o efeito da interação entre eles ( $p = 0,069$ ), não foram estatisticamente significativos. É interessante notar que a polpa de açaí apresentou um efeito negativo (-0,35), o que sugere uma tendência de rejeição do aumento de sua concentração por esse grupo, embora o efeito não tenha atingido significância estatística, como ele está próximo podemos considerá-lo marginalmente significativo. Esses resultados indicam que, para consumidores que não têm o hábito de consumir açaí, o aumento da concentração desse ingrediente pode não ser bem recebido, reforçando a necessidade de ajustes na formulação para alcançar maior aceitação nesse segmento.

Figura 7: Diagrama de Pareto apresentando o efeito padronizado das variáveis Açúcar e Polpa de açaí para a variável impressão global do Grupo não consome açaí ( $n=11$ ) sem guaraná.

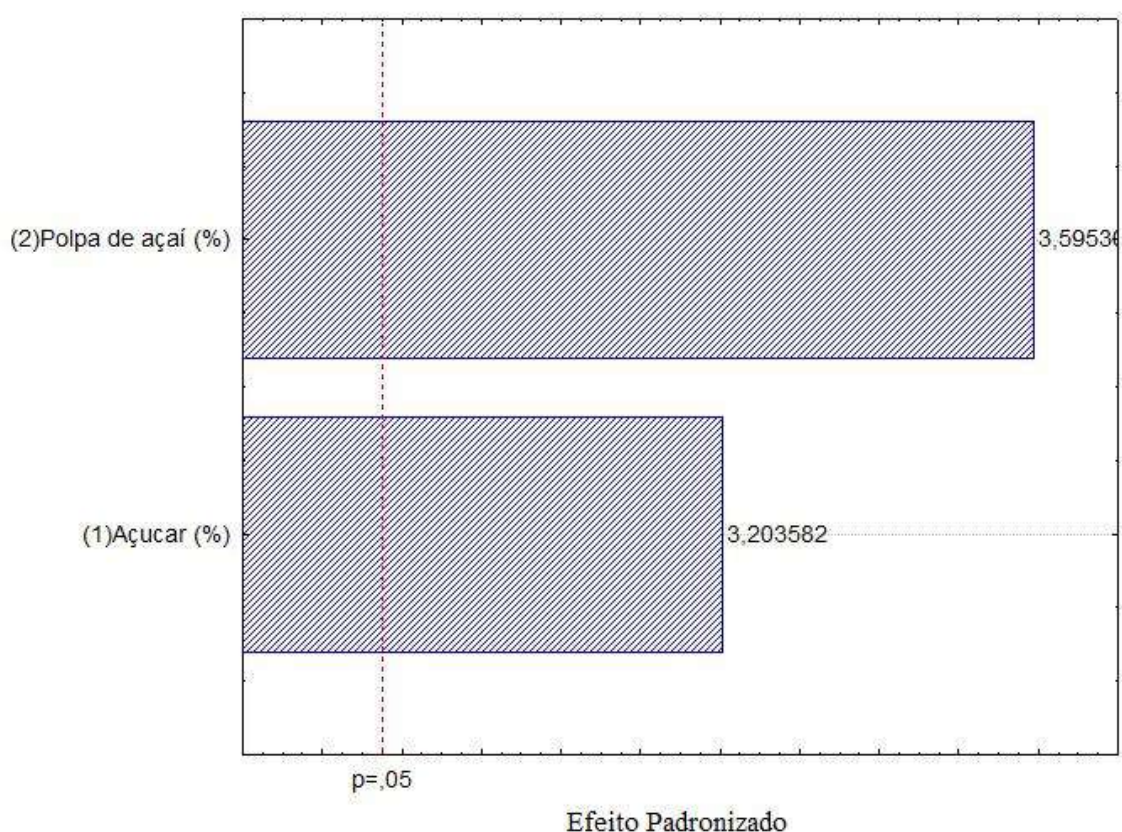


Fonte: Autor.



No grupo dos consumidores de *whey protein* (Figura 8), tanto o açúcar quanto a polpa de açaí apresentaram efeitos positivos e estatisticamente significativos sobre a impressão global (IPG), com valores de  $p$  de 0,033 e 0,023, respectivamente. O efeito da polpa de açaí (0,73) foi ligeiramente maior do que o efeito do açúcar (0,65), indicando que este grupo tende a valorizar mais a presença do açaí na formulação. A média elevada de IPG (6,54) reflete uma boa aceitação do produto por esses consumidores. Esses resultados sugerem que as bebidas lácteas fermentadas enriquecidas com *whey protein* e açaí possuem forte potencial para agradar a este público-alvo, especialmente quando o equilíbrio entre açúcar e polpa de açaí é cuidadosamente ajustado para maximizar a aceitação.

Figura 8: Diagrama de Pareto apresentando o efeito padronizado das variáveis Açúcar e Polpa de açaí para a variável impressão global do Grupo consome *whey* (n=60) sem guaraná.



Fonte: Autor.

Os outros grupos segmentados não apresentaram resultados suficientemente diferentes para serem comentados.

### 5.1.2 TESTE Q DE COCHRAN (SEM GUARANÁ)

Os resultados obtidos na análise sensorial utilizando a metodologia CATA foram analisados através do Teste Q de Cochran e compilados na Tabela 5. A Tabela 5 também apresenta os resultados das comparações múltiplas pareadas utilizando o procedimento de McNemar (Bonferroni) para as amostras sem guaraná do grupo geral (n=118).

Tabela 5: Comparações múltiplas pareadas\*, grupo geral (n=118), teste sem guaraná.

Atributos	Ensaio 1 **	Ensaio 2	Ensaio 3	Ensaio 4	Ensaio 5	Ensaio 6	Ensaio 7	p-valores
Presença de bolhas (aparência)	0,063 (a)	0,108 (a)	0,135 (a)	0,117 (a)	0,126 (a)	0,189 (a)	0,162 (a)	0,034
Cor creme (aparência)	0,505 (c)	0,387 (bc)	0,180 (a)	0,216 (ab)	0,360 (bc)	0,216 (a)	0,261 (ab)	<0,0001
Cor branca (aparência)	0,144 (b)	0,153 (b)	0 (a)	0 (a)	0,009 (a)	0,027 (a)	0,018 (a)	<0,0001
Creoso/viscoso (aparência)	0,180 (a)	0,207 (ab)	0,306 (ab)	0,315 (ab)	0,279 (ab)	0,306 (ab)	0,351 (b)	0,002
Brilho (aparência)	0,306 (a)	0,459 (ab)	0,559 (b)	0,532 (b)	0,486 (b)	0,477 (b)	0,523 (b)	<0,0001
Leite (aroma)	0,252 (a)	0,216 (a)	0,153 (a)	0,144 (a)	0,153 (a)	0,189 (a)	0,180 (a)	0,208
Doce	0,234 (a)	0,234 (a)	0,153 (a)	0,252 (a)	0,171 (a)	0,216 (a)	0,252 (a)	0,279
Açaí (aroma)	0,216 (l)	0,270 (l)	0,685 (l)	0,730 (l)	0,550 (l)	0,586 (l)	0,559 (l)	<0,0001
logurte (aroma)	0,486 (bc)	0,523 (c)	0,279 (a)	0,261 (a)	0,369 (abc)	0,315 (ab)	0,405 (abc)	<0,0001
Ácido (aroma)	0,198 (a)	0,171 (a)	0,162 (a)	0,117 (a)	0,189 (a)	0,171 (a)	0,126 (a)	0,482
logurte (sabor)	0,595 (c)	0,523 (bc)	0,315 (a)	0,324 (a)	0,423 (abc)	0,378 (ab)	0,414 (abc)	<0,0001
Gosto doce	0,288 (a)	0,459 (a)	0,369 (a)	0,441 (a)	0,351 (a)	0,396 (a)	0,450 (a)	0,035
Gosto ácido	0,252 (a)	0,234 (a)	0,243 (a)	0,171 (a)	0,288 (a)	0,234 (a)	0,207 (a)	0,289
Leite (sabor)	0,351 (a)	0,288 (a)	0,171 (a)	0,171 (a)	0,216 (a)	0,234 (a)	0,180 (a)	0,002
Adstringência (sabor)	0,189 (a)	0,171 (a)	0,234 (a)	0,162 (a)	0,117 (a)	0,207 (a)	0,180 (a)	0,16
Açaí (sabor)	0,243 (a)	0,387 (a)	0,775 (c)	0,820 (c)	0,577 (b)	0,658 (bc)	0,703 (bc)	<0,0001
Caramelo (sabor)	0,036 (a)	0,099 (a)	0,009 (a)	0,045 (a)	0,045 (a)	0,054 (a)	0,045 (a)	0,016
Gosto amargo	0,063 (a)	0,027 (a)	0,045 (a)	0,018 (a)	0,063 (a)	0,063 (a)	0,027 (a)	0,324
Viscoso/cremoso (textura)	0,162 (a)	0,216 (a)	0,207 (a)	0,180 (a)	0,225 (a)	0,225 (a)	0,234 (a)	0,708
Adere na boca (textura)	0,207 (a)	0,207 (a)	0,360 (a)	0,270 (a)	0,261 (a)	0,315 (a)	0,270 (a)	0,023
Homogêneo (textura)	0,631 (a)	0,649 (a)	0,505 (a)	0,604 (a)	0,568 (a)	0,523 (a)	0,559 (a)	0,09

Fonte: Autor.

\* Frequências em uma mesma linha seguidas por letras diferentes diferem estatisticamente a 5% de significância, de acordo com o teste de McNemar.

\*\* Ensaio 1: açúcar -1 (9%) e açaí -1 (7%); Ensaio 2: açúcar +1 (12%) e açaí -1 (7%); Ensaio 3: açúcar -1 (9%) e açaí +1 (21%); Ensaio 4: açúcar +1 (12%) e açaí +1 (21%); Ensaio 5: açúcar

0 (10,5%) e açaí 0 (14%); Ensaio 6: açúcar 0 (10,5%) e açaí 0 (14%); Ensaio 7: açúcar 0 (10,5%) e açaí 0 (14%).

Os resultados apresentados na Tabela 5 fornecem uma análise detalhada da frequência relativa dos 21 atributos sensoriais, avaliados por 118 participantes, e indicam diferenças significativas para 13 deles ( $p < 0,05$ ). Esses dados permitem identificar padrões de percepção sensorial entre as amostras pelos consumidores, mas não possibilitam inferências sobre a influência desses atributos na aceitação do produto, o que exigirá análises adicionais que serão apresentadas nos próximos tópicos.

Entre os atributos visuais, a cor creme foi significativamente mais frequente para o Ensaio 1, diferenciando-se de outras amostras com frequências menores (Ensaio 3, 4, 6 e 7). Por outro lado, a cor branca dos Ensaios 1 e 2 diferiu dos demais ensaios tendo valores próximos de zero. A frequência de brilho, um atributo que também impacta a aparência, foi maior nos Ensaios 3, 4 e 5, mas não diferiu significativamente entre esses.

Nos atributos de aroma, os valores de aroma de açaí não contêm letras pois o teste “a posteriori” não conseguiu identificar diferença significativa entre os ensaios apesar de o p-valor do atributo ( $p < 0,0001$ ) ter sido significativo. O aroma de iogurte apresentou frequências significativamente menores nos Ensaios 3 e 4, não tendo diferido dos Ensaios 5, 6 e 7.

Nos atributos de sabor, apenas sabor açaí e sabor de iogurte apresentaram diferenciação entre os ensaios. Não foram encontradas diferenças significativas entre os Ensaios para os outros atributos de sabor, mesmo quando seus p-valores eram significativos.

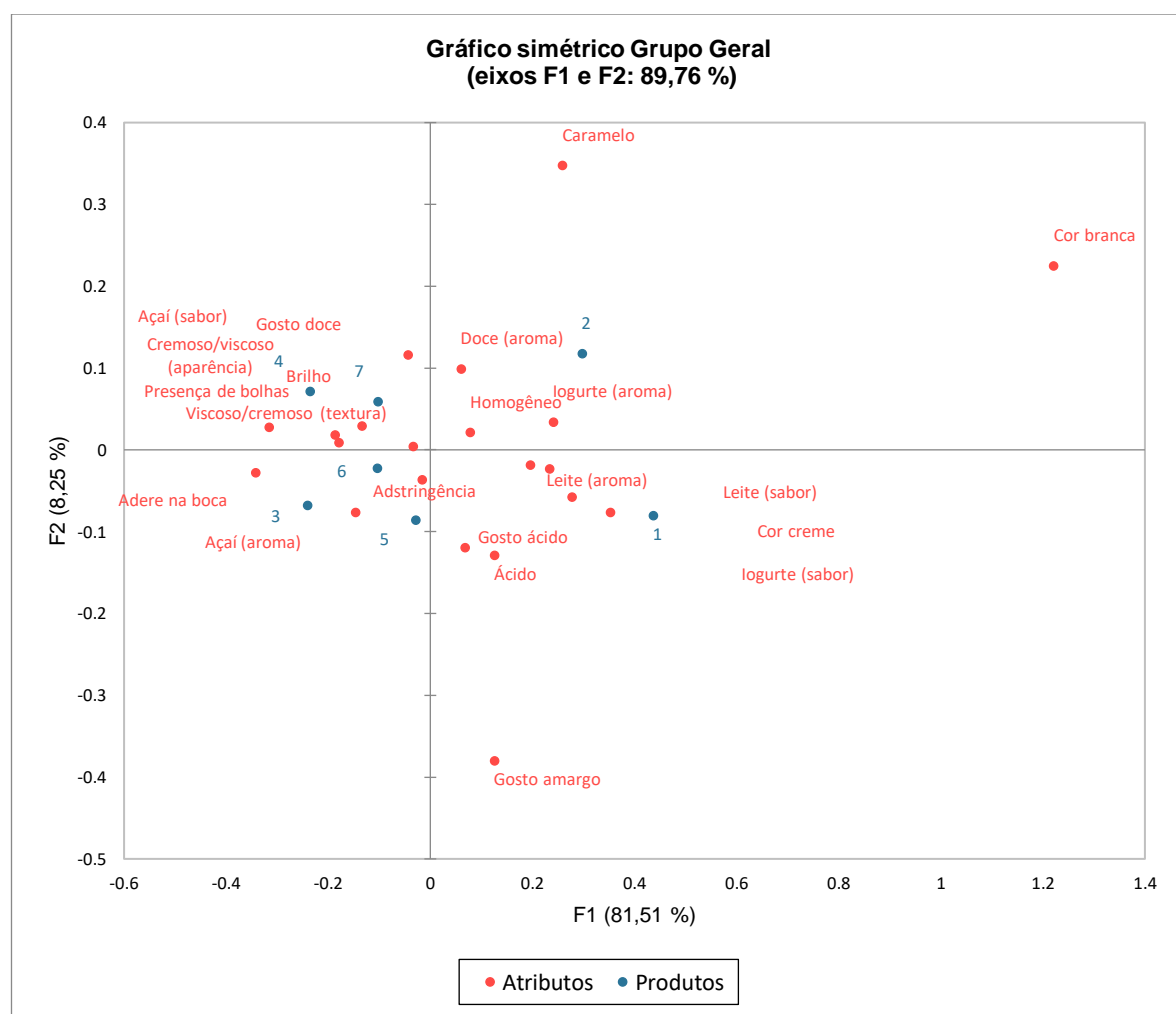
Por fim, na textura, o único atributo em que houve diferença significativa entre as amostras foi “adere na boca” ( $p\text{-valor} = 0,023$ ), no entanto o teste “a posteriori” não foi capaz de identificar diferença significativa entre os Ensaios.

Esses resultados servem como base para entender a percepção sensorial das amostras, mas devem ser complementados por análises adicionais que explorem a relação entre esses atributos e a aceitação do consumidor. A seguir veremos os efeitos sobre os dados de aceitação usando análises de penalidades, o que tem potencial de fornecer conclusões robustas sobre a influência dos atributos sensoriais no desempenho global do produto.

### 5.1.3 ANÁLISE DE CORRESPONDÊNCIA (SEM GUARANÁ)

A análise de correspondência (Figura 9) mostra a distribuição das amostras de bebida láctea fermentada sem adição de guaraná para o grupo geral em relação aos atributos sensoriais avaliados, permitindo a interpretação da proximidade de cada amostra em relação a características específicas. Com base na análise dos eixos F1 e F2, que explicam juntos 89,76% da variância dos dados, é possível observar a relação entre os atributos e as amostras, indicando as principais percepções sensoriais.

Figura 9: Análise de correspondência; Sem Guaraná; Grupo Geral (n=118);  $p < 0,05$  para o teste de independência entre linhas e colunas



Fonte: Autor

\*Ensaio 1: açúcar -1 (9%) e açaí -1 (7%); Ensaio 2: açúcar +1 (12%) e açaí -1 (7%); Ensaio 3: açúcar -1 (9%) e açaí +1 (21%); Ensaio 4: açúcar +1 (12%) e açaí +1 (21%); Ensaio 5: açúcar 0 (10,5%) e açaí 0 (14%); Ensaio 6: açúcar 0 (10,5%) e açaí 0 (14%); Ensaio 7: açúcar 0 (10,5%) e açaí 0 (14%).



Os Ensaios 5, 6 e 7 que estão no ponto central para açúcar (10,5%) e açaí (14%), encontram-se próximas umas das outras. Esse resultado indica que a metodologia descritiva empregada (CATA) foi adequada para o presente estudo.

Em contraste, o Ensaio 1, que contém teores reduzidos de açúcar (9%) e açaí (7%), está posicionada mais afastada das amostras dos ensaios do ponto central e próxima dos atributos “Leite (aroma)”, “Leite (sabor)”, “Cor creme” e “Iogurte (sabor)”. Essa posição sugere que a Ensaio 1 apresenta um perfil sensorial mais voltado para características lácteas, possivelmente devido à sua menor doçura e teor de açaí, o que faz com que sabores e aromas associados ao leite e ao iogurte sejam mais perceptíveis e característicos nessa amostra.

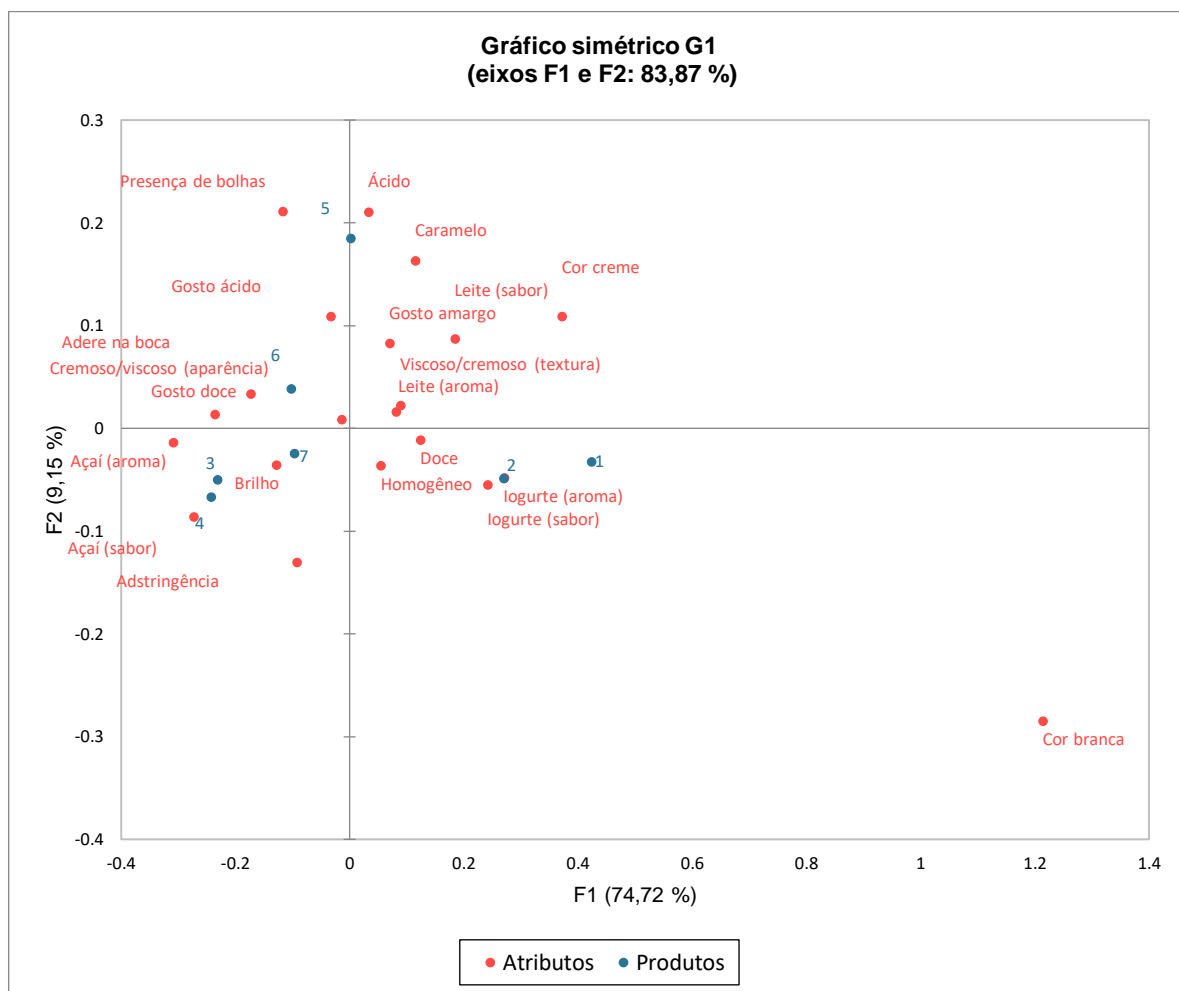
A amostra do Ensaio 2, com um teor mais elevado de açúcar (12%) e reduzido de açaí (7%), também se encontra afastada dos pontos centrais e próxima aos atributos “Doce” e “Iogurte (aroma)”. Esse posicionamento indica que a doçura e o aroma de iogurte tendem a se destacar nessa amostra, reforçando um perfil sensorial mais doce, mas ainda com características de fermentação láctea que remetem ao iogurte. A distância entre o Ensaio 2 e os pontos centrais reflete uma possível influência do açúcar mais elevado em seu perfil sensorial.

Por fim, o Ensaio 3 (9% de açúcar e 21% de açaí) e 4 (12% de açúcar e 21% de açaí) estão mais próximas dos pontos centrais (Ensaios 5, 6 e 7). Elas também estão mais próximas entre si do que os Ensaios 1 e 2, indicando perfis mais associados entre si, e também associados a características sensoriais distintas das amostras com baixos teores de açaí.

Em resumo, o fator aparentemente mais decisivo para a diferenciação das amostras foi a concentração de açaí, com as amostras com concentrações mais baixas, de 7 %, se distanciando mais das outras amostras. O teor de açúcar também distancia as amostras, apesar de ser menos pronunciado, como é possível observar na Figura 9, as amostras com teores reduzidos de açúcar e as amostras com teores maiores se distanciam ao longo da dimensão 2. As amostras dos pontos centrais ficaram próximas aos dois eixos.

A análise de correspondência do Grupo 1 (Figura 10) foi similar à do Grupo geral, entretanto as amostras apresentam uma distribuição mais centralizada, sugerindo menor distinção entre elas em termos de atributos sensoriais.

Figura 10: Análise de correspondência; Sem Guaraná; Grupo 1 (n=55);  $p < 0,05$  para o teste de independência entre linhas e colunas.



Fonte: Autor

\*Ensaio 1: açúcar -1 (9%) e açaí -1 (7%); Ensaio 2: açúcar +1 (12%) e açaí -1 (7%); Ensaio 3: açúcar -1 (9%) e açaí +1 (21%); Ensaio 4: açúcar +1 (12%) e açaí +1 (21%); Ensaio 5: açúcar 0 (10,5%) e açaí 0 (14%); Ensaio 6: açúcar 0 (10,5%) e açaí 0 (14%); Ensaio 7: açúcar 0 (10,5%) e açaí 0 (14%).

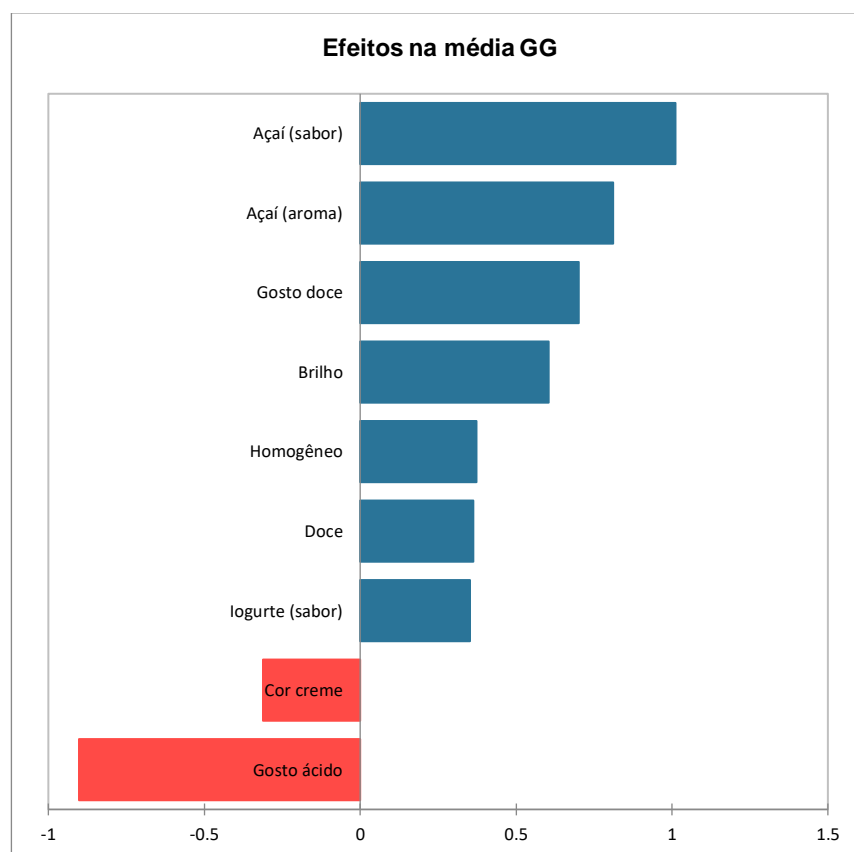
A análise de correspondência para o Grupo 2 foi muito similar ao grupo geral, não sendo perceptível diferenças suficientes entre os resultados.

#### 5.1.4 EFEITOS DOS ATRIBUTOS SOBRE A ACEITAÇÃO (SEM GUARANÁ)

##### 5.1.4.1 EFEITOS DOS ATRIBUTOS SENSORIAIS SOBRE A ACEITAÇÃO GLOBAL (IPG) (SEM GUARANÁ)

A análise dos efeitos dos atributos sobre a aceitação global das amostras de bebidas lácteas fermentadas adicionadas de *whey protein* e açaí, sem guaraná, é ilustrada na Figura 11, que representa os efeitos significativos ( $p < 0,05$ ) dos atributos sobre a Impressão Global (IPG) dos consumidores.

Figura 11: Efeitos ( $p < 0,05$ ) dos atributos sensoriais sobre a IPG; Sem guaraná, Grupo geral (n=118).



Fonte: Autor.

Observa-se que o atributo açaí (sabor) é o que possui maior efeito positivo na aceitação global, seguido de açaí (aroma), gosto doce, brilho, homogeneidade, aroma doce e sabor iogurte. Estes atributos foram percebidos pelos consumidores de forma mais atrativa e tiveram influência positiva na aceitação das amostras.

A presença do sabor e aroma característico do açaí parece ser um dos fatores mais cruciais para a impressão positiva do produto, sugerindo que a presença de açaí é uma característica que agrega valor sensorial aos produtos.

Em contraste, o atributo cor creme apresentou efeito negativo sobre a aceitação. Esse efeito pode estar relacionado à expectativa do consumidor em relação à aparência da bebida, com os consumidores tendo aversão, ou ao menos estranhando, a uma cor diferente da cor roxa característica do açaí.

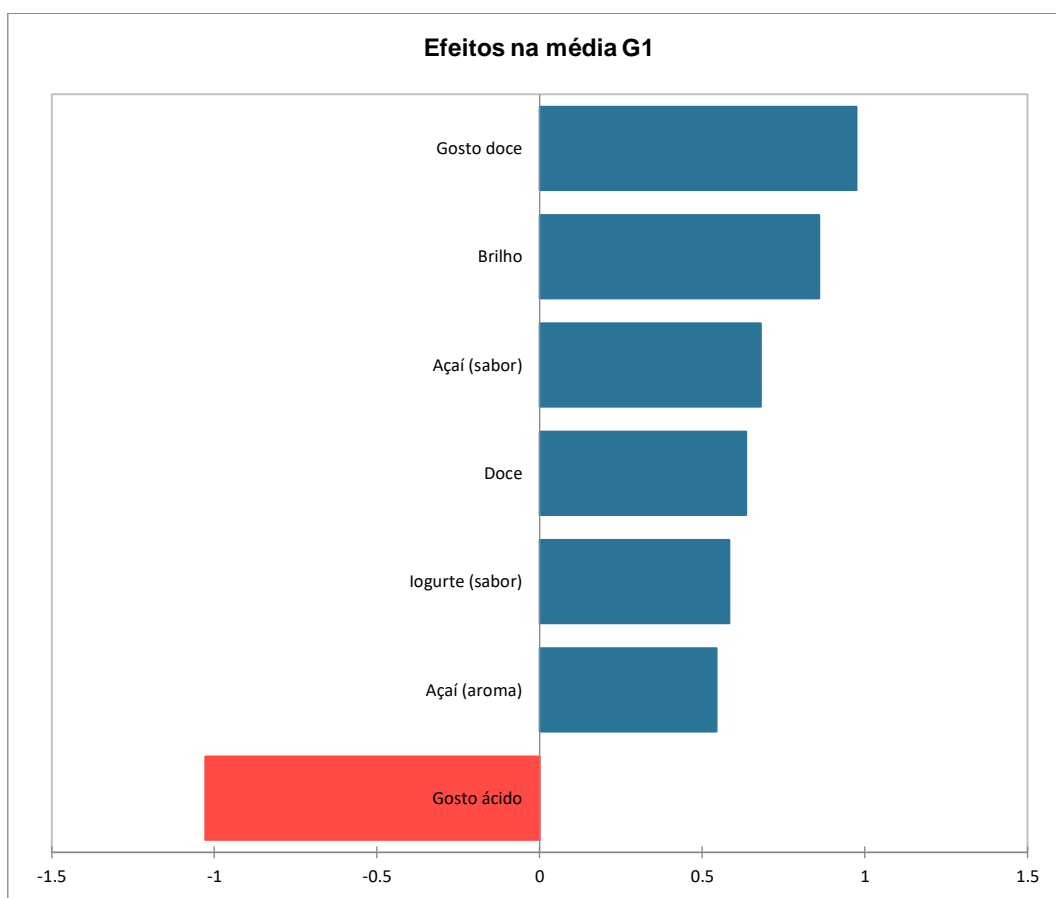
O gosto ácido, por sua vez, também impactou negativamente a aceitação, indicando que os consumidores preferem um perfil de sabor menos ácido nas bebidas.

Os atributos que não aparecem na Figura 11 não influenciam significativamente a aceitação global do produto ( $p > 0,05$ ).

Em suma, os resultados evidenciam que para aumentar a aceitação das amostras é importante intensificar, ou pelo menos manter, os atributos positivos e reduzir os atributos negativos.

A Figura 12 mostra os efeitos dos atributos no IPG do Grupo 1 (G1), e os resultados foram similares aos do Grupo Geral (GG), mas apresentaram algumas diferenças importantes. O G1 destacou "Gosto doce" e "Brilho" como os principais atributos com impactos positivos, enquanto o GG priorizou sabor e aroma de açaí. Além disso, o G1 apresentou um número menor de atributos significativos, sendo "Cor creme" (negativo) e "Brilho" (positivo) irrelevantes para esse grupo, diferentemente do GG. Essas diferenças refletem variações nas preferências sensoriais entre os grupos, com o G1 valorizando mais doçura e aparência e o GG dando maior peso às características do açaí.

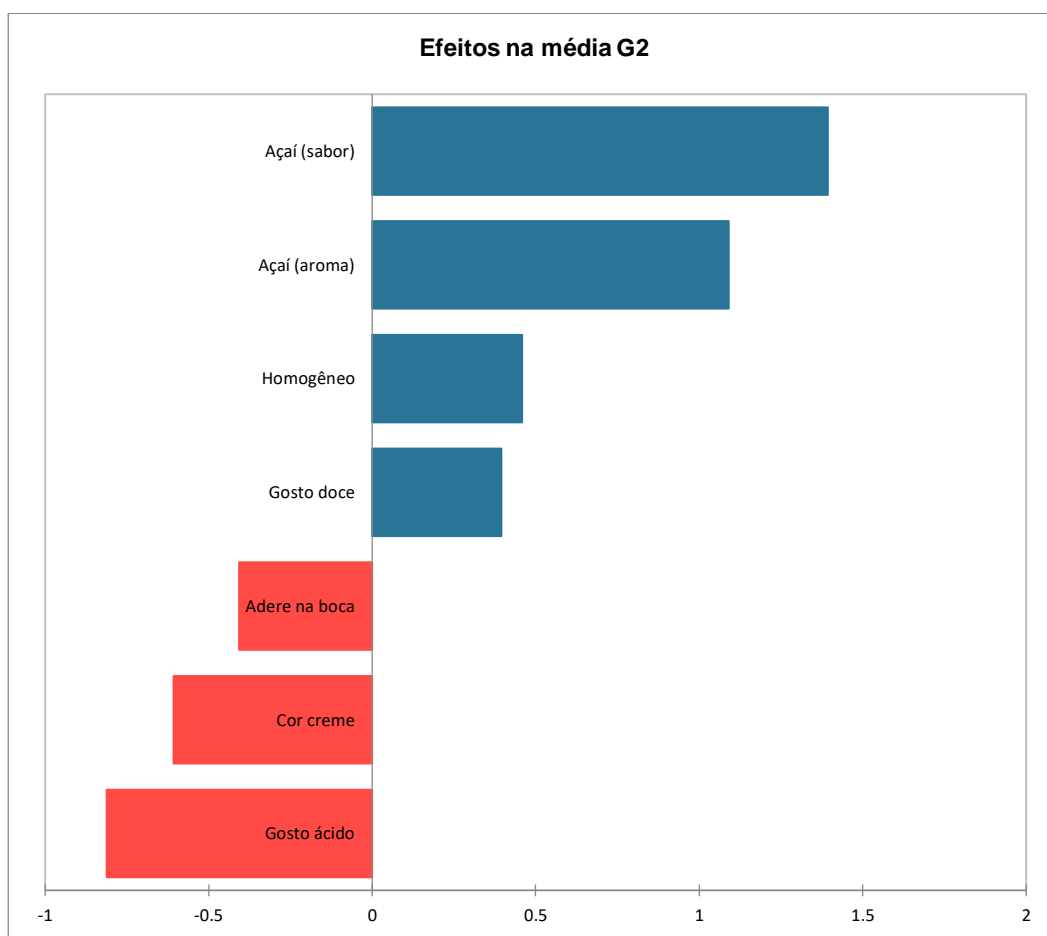
Figura 12: Efeitos ( $p < 0,05$ ) dos atributos sensoriais sobre a IPG; Sem guaraná, Grupo 1 (n=63).



Fonte: Autor.

A Figura 13 apresenta os efeitos dos atributos no IPG do Grupo 2, evidenciando diferenças pontuais em relação ao Grupo Geral (GG). O Grupo 2 apresentou um atributo negativo adicional, "Adere na boca", não observado no GG, além de registrar apenas 7 atributos estatisticamente significativos, dois a menos que no GG. Atributos como "Brilho", "Doce (aroma)" e "Sabor iogurte", que tiveram relevância no GG, não se destacaram no Grupo 2. Apesar dessas diferenças, os principais atributos que influenciaram o IPG, tanto positivamente quanto negativamente, permaneceram consistentes entre os grupos, indicando similaridades globais, mas com particularidades específicas nas percepções sensoriais do Grupo 2.

Figura 13: Efeitos ( $p < 0,05$ ) dos atributos sensoriais sobre a IPG; Sem guaraná, Grupo 2 (n=55).

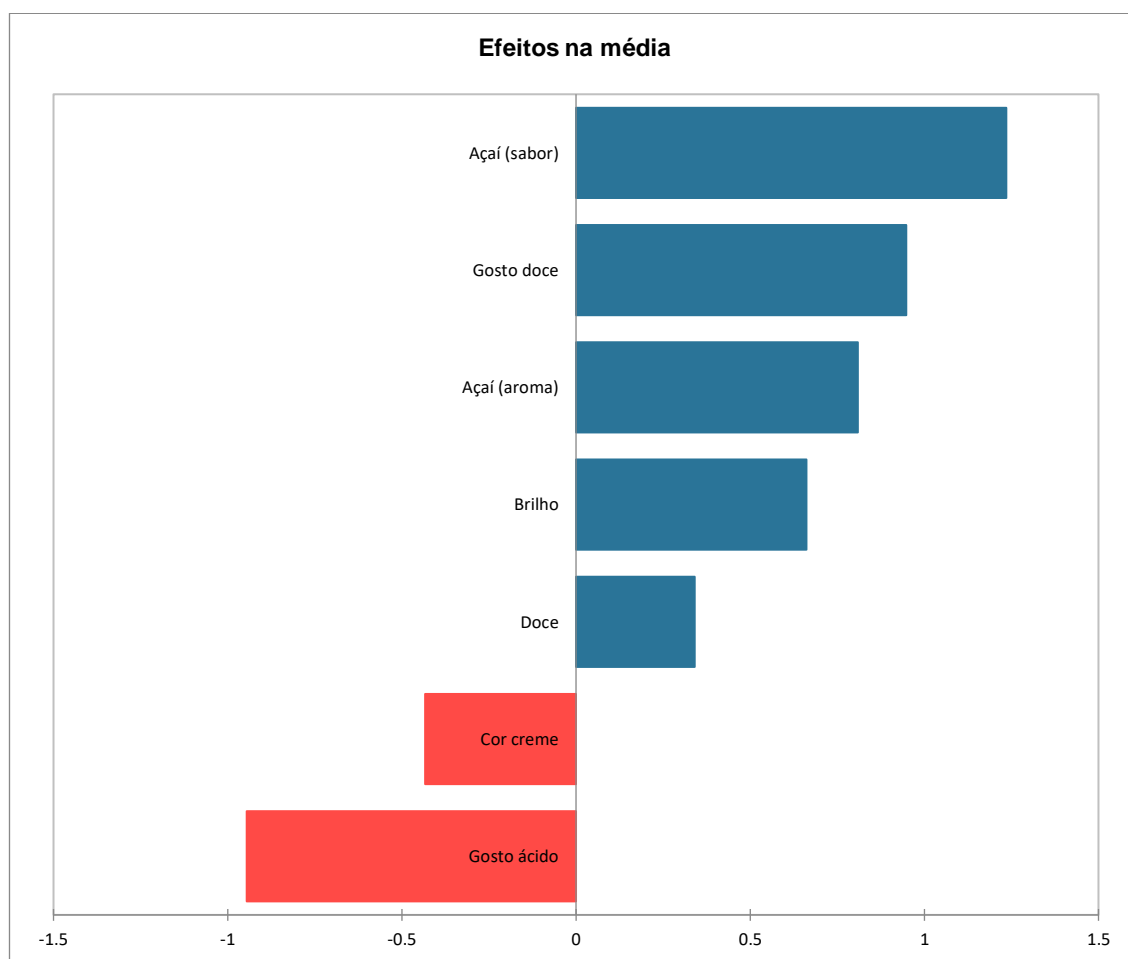


Fonte: Autor.

#### 5.1.4.2 EFEITOS DOS ATRIBUTOS SENSORIAIS SOBRE A ACEITAÇÃO DO SABOR (SEM GUARANÁ)

A Figura 14 ilustra os efeitos dos atributos analisados sobre os valores de aceitação do sabor das amostras de bebidas lácteas fermentadas adicionadas de *whey protein* e açaí, sem guaraná pertencente ao grupo geral (n=118).

Figura 14: Efeitos ( $p < 0,05$ ) dos atributos sensoriais sobre a aceitação do Sabor; Sem guaraná, Grupo geral ( $n=118$ ).



Fonte: Autor.

Observa-se que o atributo açaí (sabor) é o que possui maior efeito positivo na aceitação do sabor, seguido de gosto doce, açaí (aroma), brilho e aroma doce. Estes atributos foram percebidos de forma mais atrativa.

Em contraste, os atributos cor creme e gosto ácido apresentaram efeitos negativos sobre a aceitação do sabor.

Os atributos que não aparecem na Figura 14 não influenciam significativamente o sabor do produto ( $p > 0,05$ ).

Em suma, os resultados evidenciam que para aumentar a aceitação das amostras é importante intensificar, ou pelo menos manter, os atributos positivos e minimizar os atributos negativos.

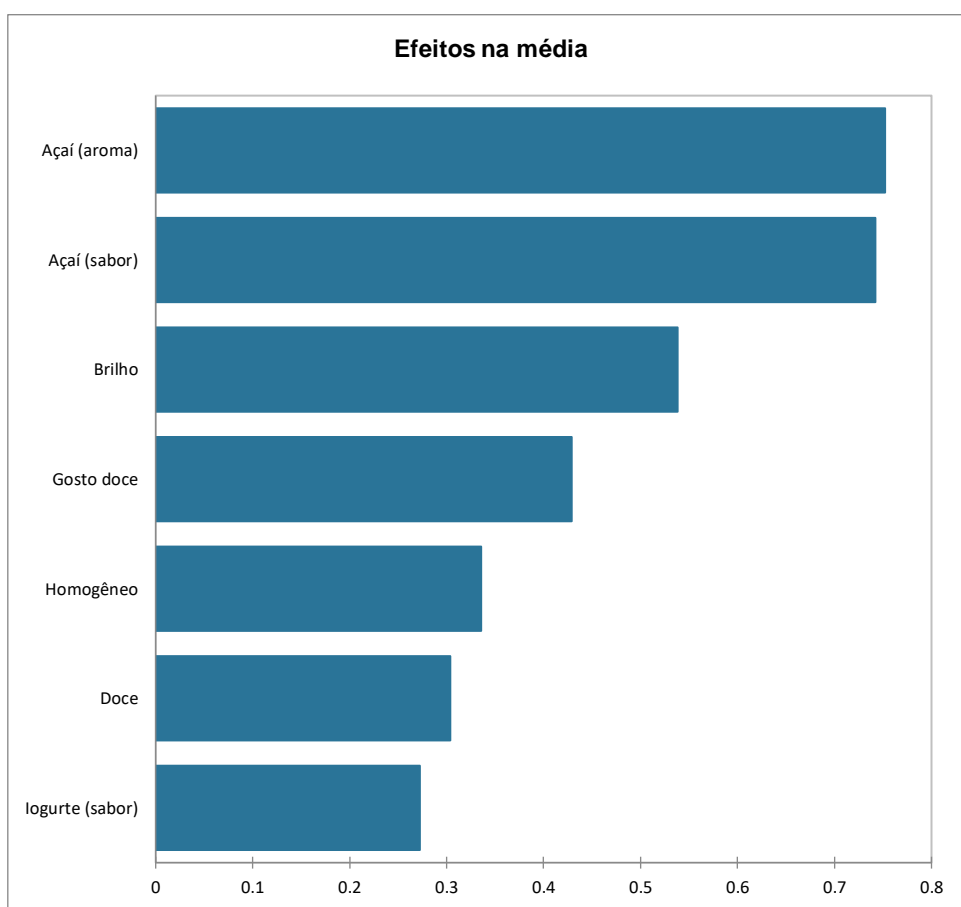
O grupo 1 apresentou resultados muito similares ao grupo geral, entretanto o grupo 1 apresentou maior efeito positivo do gosto doce do que do sabor açaí, e diferentemente do grupo geral a cor creme não influenciou negativamente a aceitação do sabor do grupo 1.

O grupo 2 apresentou resultados muito similares ao grupo geral, entretanto os atributos doce e brilho não afetaram a aceitação do sabor do grupo 2.

#### 5.1.4.3 EFEITOS DOS ATRIBUTOS SENSORIAIS SOBRE A ACEITAÇÃO DA TEXTURA (SEM GUARANÁ)

A Figura 15 ilustra os efeitos dos atributos analisados sobre os valores de aceitação da textura das amostras de bebidas lácteas fermentadas adicionadas de *whey protein* e açaí, sem guaraná pertencente ao grupo geral (n=118).

Figura 15: Efeitos ( $p<0,05$ ) dos atributos sensoriais sobre a aceitação da Textura; Sem guaraná, Grupo geral (n=118).



Fonte: Autor.



Observa-se que o atributo açaí (aroma) é o que possui maior efeito positivo na aceitação da textura, seguido de brilho, gosto doce, homogêneo, aroma doce e sabor iogurte. Todos estes atributos também foram os que contribuíam para aumentar a aceitação para IPG. Entretanto, os dados de textura apresentaram uma diferença interessante, pois nenhum dos atributos influenciou negativamente a aceitação da textura.

Os atributos que não aparecem na Figura 15 não influenciam significativamente a textura do produto ( $p>0,05$ ). Em suma, os resultados evidenciam que para aumentar os valores de aceitação da textura das amostras é preciso aumentar, ou pelo menos manter, os atributos presentes na Figura 15.

O grupo 1 apresentou resultados muito similares ao do grupo geral, com a única diferença sendo a ordem dos 3 últimos atributos com efeitos significativos menos acentuados.

O grupo 2 apresentou resultados muito similares ao grupo geral, a única diferença foi que os atributos com efeitos significativos foram apenas aroma de açaí, sabor de açaí e brilho.

## **5.2 TESTE COM GUARANÁ**

Para os testes com guaraná foi feito o mesmo planejamento e as mesma concentrações, com a diferença sendo a adição de extrato de guaraná na concentração de 0,05% (v/v).

### **5.2.1 IMPRESSÃO GLOBAL IPG (COM GUARANÁ)**

Para a bebida láctea com adição de extrato de guaraná, também foi empregado um planejamento fatorial  $2^2$  com três pontos centrais, variando a concentração de açúcar (%) e de polpa de açaí (%). Os valores reais e codificados das variáveis testadas, assim como a Impressão Global (IPG) do grupo geral estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 6: Valores experimentais de impressão global para as diferentes condições experimentais do planejamento fatorial completo 2<sup>2</sup> com guaraná.

Ensaio	Açúcar codificado	Polpa de Açaí codificado	Açúcar real (% m/m)*	Polpa de Açaí (% m/m)	Grupo Geral
1	-1	-1	9	7	6,310
2	1	-1	12	7	6,487
3	-1	1	9	21	6,321
4	1	1	12	21	6,867
5	0	0	10,5	14	6,381
6	0	0	10,5	14	6,509
7	0	0	10,5	14	6,310

Fonte: Autor.

\*Concentração em porcentagem massa/massa.

Os resultados das médias de IPG entre os grupos segmentados, assim como os das variáveis açúcar (%) e polpa de açaí (%) sobre a impressão global no grupo geral e grupos segmentados podem ser observados na Tabela 7.

Tabela 7: Efeito das variáveis Açúcar (%) e Polpa de açaí (%) sobre a impressão global no grupo geral (n=114) e grupos segmentados, com guaraná.

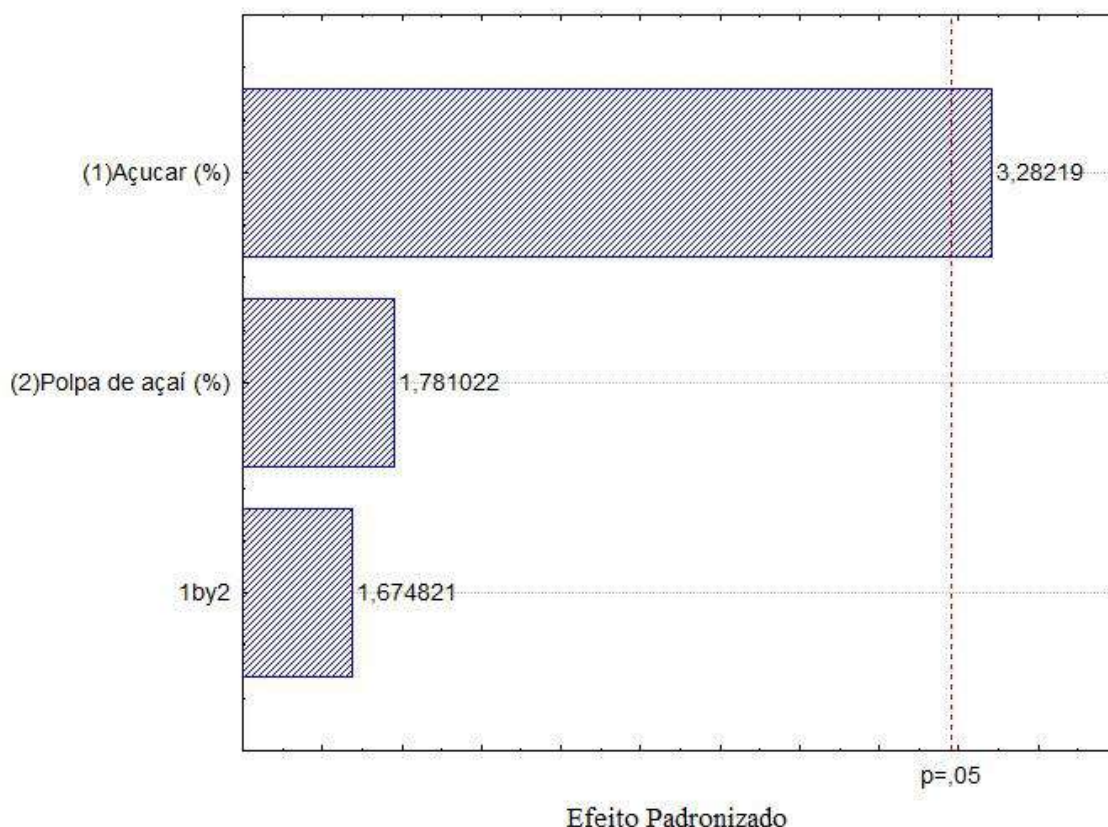
Grupo	Média (IPG)	Curvatura	% Açúcar	% Açaí	1 x 2
Geral	6,455	S/E	+	M (+)	M (+)
G1	6,512	-	+	-	+
G2	6,479	S/E	M (+)	+	M(-)
Masculino	6,647	S/E	+	S/E	M (+)
Feminino	6,210	S/E	M (+)	M (+)	S/E
Consome Açaí	6,487	S/E	+	M (+)	M (+)
Não consome açaí	6,154	S/E	+	S/E	S/E
Consome produto com açaí	6,700	S/E	+	+	M (+)
Não consome produto com açaí	5,757	-	M(+)	S/E	S/E
Consome bebida láctea	6,471	S/E	+	M(+)	M(+)
Não consome bebida láctea	5,971	S/E	S/E	S/E	S/E
Consome <i>whey</i>	6,545	-	+	+	+
Não consome <i>whey</i>	6,379	S/E	M(+)	M(+)	S/E

Fonte: Autor.

No Grupo Geral, a análise estatística revelou que o coeficiente associado ao efeito do açúcar foi positivo e estatisticamente significativo ( $p = 0,0463$ ), indicando que o aumento na concentração desse ingrediente resultou em maiores escores de aceitação sensorial. Por outro lado, os efeitos principais da polpa de açaí ( $p = 0,1729$ ) e da interação entre açúcar e polpa de

açaí ( $p = 0,1926$ ) não apresentaram significância estatística para valor de  $\alpha=0,05$ , mas após a remoção destes parâmetros e do impacto negativo desta retirada no coeficiente de determinação, estes foram considerados marginalmente significativos e mantido no modelo. O gráfico de Pareto (Figura 16) reforça a relevância do açúcar como variável determinante na aceitação global do produto. O maior efeito padronizado observado para essa variável destaca seu impacto direto e positivo na percepção sensorial. Esse comportamento é esperado, uma vez que o açúcar não apenas confere dulçor, mas também ajuda a equilibrar a acidez natural do açaí, mascarando também possíveis notas amargas ou adstringentes, tornando o produto mais palatável. Embora o efeito da polpa de açaí também tenha sido positivo, seu menor efeito, considerado marginalmente significativo, sugere que seu papel na aceitação do produto é complementar e depende, em grande parte, das condições sensoriais estabelecidas pela presença do açúcar.

Figura 16: Diagrama de Pareto apresentando o efeito padronizado das variáveis Açúcar, Polpa de açaí e Interação entre açúcar e açaí (1 x 2) para a variável impressão global do Grupo Geral ( $n=114$ ) com guaraná.



Fonte: Autor.

O modelo gerado foi expresso pela equação 4:

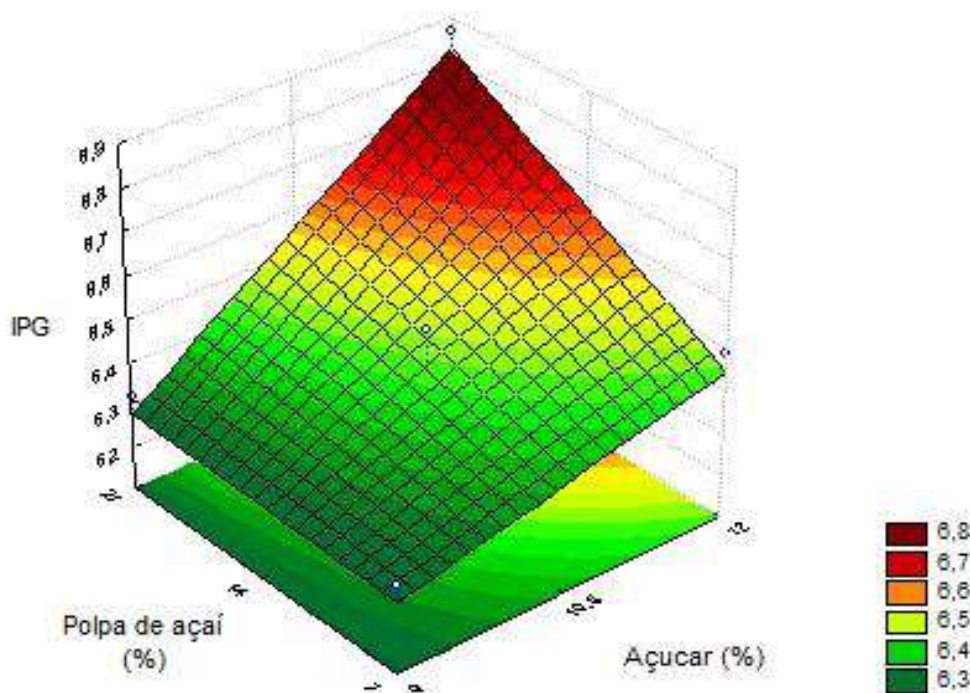
$$IPG = 6,46 + 0,18 \cdot \text{Açúcar} + 0,10 \cdot \text{Açaí} + 0,10 \cdot \text{Açúcar} \cdot \text{Açaí}. \quad (4)$$

Os resultados da ANOVA apresentados fornecem informações relevantes sobre a significância do modelo de regressão e de seus componentes. O coeficiente de determinação ( $R^2 = 0,85288$ ) revela que aproximadamente 85,3% da variabilidade observada na variável resposta (IPG) é explicada pelo modelo ajustado, o que indica um bom ajuste geral.

Embora o teste F global da regressão tenha apresentado um valor de  $p = 0,09579$ , acima do nível de significância convencional de 5%, ele se situa abaixo de 10% e não apresentou falta de ajuste ( $p > 0,05$ ).

O modelo da equação 4 foi utilizado para a construção da superfície de resposta (Figura 17) que fornece uma visão tridimensional do comportamento do modelo em relação às variações nos níveis de açúcar e polpa de açaí estudados. Observa-se que a maior aceitação global é alcançada em formulações com concentrações mais elevadas de ambos os ingredientes, destacando uma tendência positiva associada ao aumento desses fatores, com uma variação mais acentuada da IPG em função da concentração de açúcar.

Figura 17: Superfície de resposta para impressão global em função das variáveis açúcar e polpa de açaí do Grupo Geral (n=114) com guaraná.



Fonte: Autor.

Ao nos aprofundarmos nos resultados do Grupo 1 para o teste com guaraná evidenciam a influência significativa das variáveis estudadas sobre a Impressão Global do Produto (IPG). A média da IPG foi de 6,5119, com um erro padrão reduzido (0,0032).

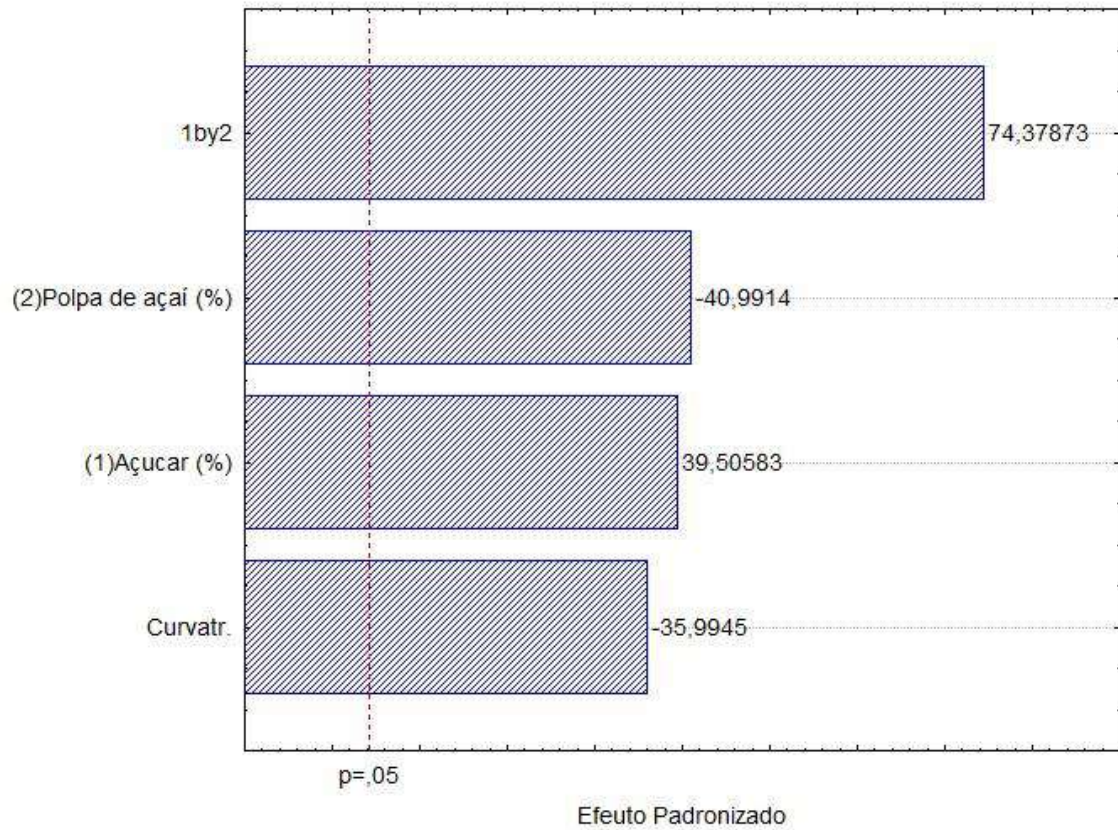
A análise dos efeitos principais revelou que o açúcar (%) impacta positivamente a IPG, com coeficiente de 0,2546 ( $p = 0,0006$ ), indicando que concentrações maiores de açúcar promovem maior aceitação. Esse resultado reforça a relevância do dulçor como atributo desejável na formulação de bebidas, uma vez que tende a melhorar a experiência sensorial. Por outro lado, a polpa de açaí (%) apresentou um efeito negativo significativo ( $-0,2642$ ,  $p = 0,0006$ ), demonstrando que concentrações mais elevadas dessa variável reduzem a aceitação do produto. Esse comportamento pode ser atribuído ao impacto sensorial de características específicas do açaí, como aumento da acidez, amargor ou adstringência, que podem não ser apreciadas pelos consumidores deste grupo.

A interação entre açúcar e polpa de açaí foi o fator com maior efeito sobre a IPG, com coeficiente positivo de 0,4794 ( $p = 0,0002$ ).

O efeito de curvatura apresentou um coeficiente negativo ( $-0,3544$ ,  $p = 0,0008$ ), o que evidencia que a relação entre os fatores estudados e a IPG não é linear, o que impede o uso de modelos de superfícies lineares (planos e retas) para predição. Este resultado indica a necessidade de delineamentos experimentais diferentes (com mais de 7 ensaios), capazes de gerar modelos quadráticos e superfícies de resposta para descrever melhor as interações complexas entre os fatores e compreender adequadamente o comportamento do sistema. A Figura 18 contém os resultados do Pareto para o Grupo 1 ( $n=79$ ) mostrando o efeito padronizado das variáveis.

A curvatura significativa com valor negativo, como foi encontrada para este grupo, indica a presença de uma região de mínimo de resposta, possivelmente tendo um comportamento linear para valores maiores de IPG, esta informação auxilia na interpretação dos efeitos. Com base nos efeitos principais e de interação, destacam-se como configurações promissoras: – açaí e + açúcar (IPG médio observado = 6,532), + açaí e + açúcar (IPG médio observado = 6,747) e – açaí e – açúcar (IPG médio observado = 6,756). Cada uma dessas formulações apresenta níveis satisfatórios de aceitação sensorial, embora, com os dados disponíveis, não seja possível determinar com segurança qual delas representa a melhor opção sem o suporte de uma análise de superfície de resposta. Em contrapartida, a condição com + açaí e – açúcar (IPG médio observado = 6,000) apresentou o menor desempenho sensorial entre as combinações testadas, indicando a necessidade de cautela na formulação de produtos com essa proporção de ingredientes.

Figura 18: Diagrama de Pareto apresentando o efeito padronizado das variáveis Açúcar e Polpa de açaí, Curvatura e Interação entre açúcar e açaí (1 x 2) para a variável impressão

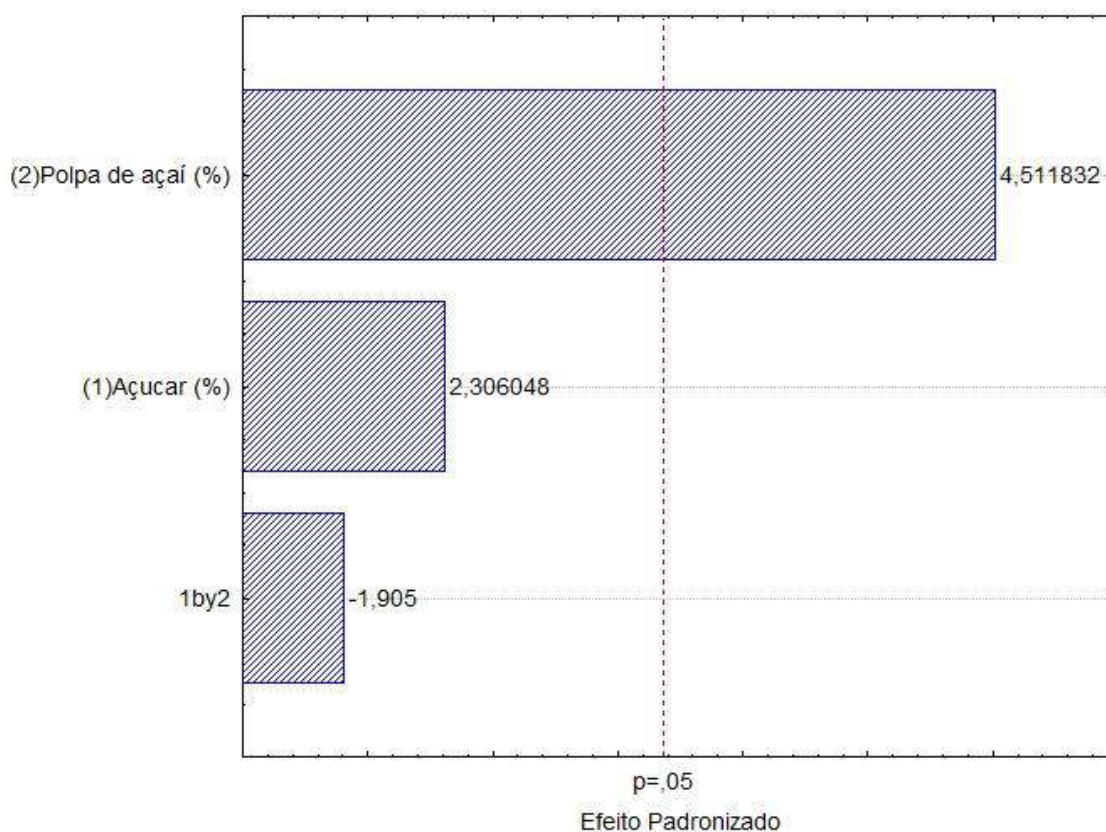


Fonte: Autor.

No Grupo 2 do teste com guaraná, a análise da resposta Impressão Global do Produto (IPG) revela que a média inicial é de 6,479, com um erro padrão relativamente baixo (0,1109) e p-valor altamente significativo ( $p < 0,0001$ ), demonstrando que a aceitação básica do produto é elevada independentemente das variações nos fatores avaliados. Na Figura 19 podemos observar o Pareto para o Grupo 2 ( $n=35$ ).



Figura 19: Diagrama de Pareto apresentando o efeito padronizado das variáveis Açúcar e



Fonte: Autor.

Os efeitos principais indicam que tanto o açúcar (%) quanto a polpa de açaí (%) influenciam positivamente a IPG. O coeficiente do açúcar (0,6765,  $p = 0,1044$ ) apresenta tendência positiva, embora seu efeito não seja estatisticamente significativo ao nível de confiança usual, sendo considerado marginalmente significativo. Por outro lado, a polpa de açaí apresentou um efeito positivo e significativo (1,3235,  $p = 0,0203$ ), indicando que maiores concentrações desse ingrediente estão associadas a um aumento significativo na aceitação do produto. Esses resultados reforçam a preferência dos consumidores desse grupo por características sensoriais associadas ao açaí, como seu sabor e aroma, que podem ser percebidos de forma mais agradável em concentrações elevadas.

O efeito de interação entre açúcar e polpa de açaí, foi marginalmente significativo (coeficiente de -0,5588,  $p = 0,1529$ ) e negativo. Isso indica que, embora ambos os fatores individualmente favoreçam a aceitação, sua combinação em níveis inversos (interação negativa) maximiza a IPG, mas tem um efeito menor. Nesse contexto, a melhor condição, considerando os efeitos principais, seria + açúcar e + açaí, enquanto, com base no efeito de

interação, a condição ideal seria + açaí e - açúcar. Desta forma, a avaliação da superfície de resposta pode indicar de forma mais precisa as condições de maior aceitação.

A equação (5) da Impressão Global do Produto (IPG) para o Grupo 2 é expressa como:

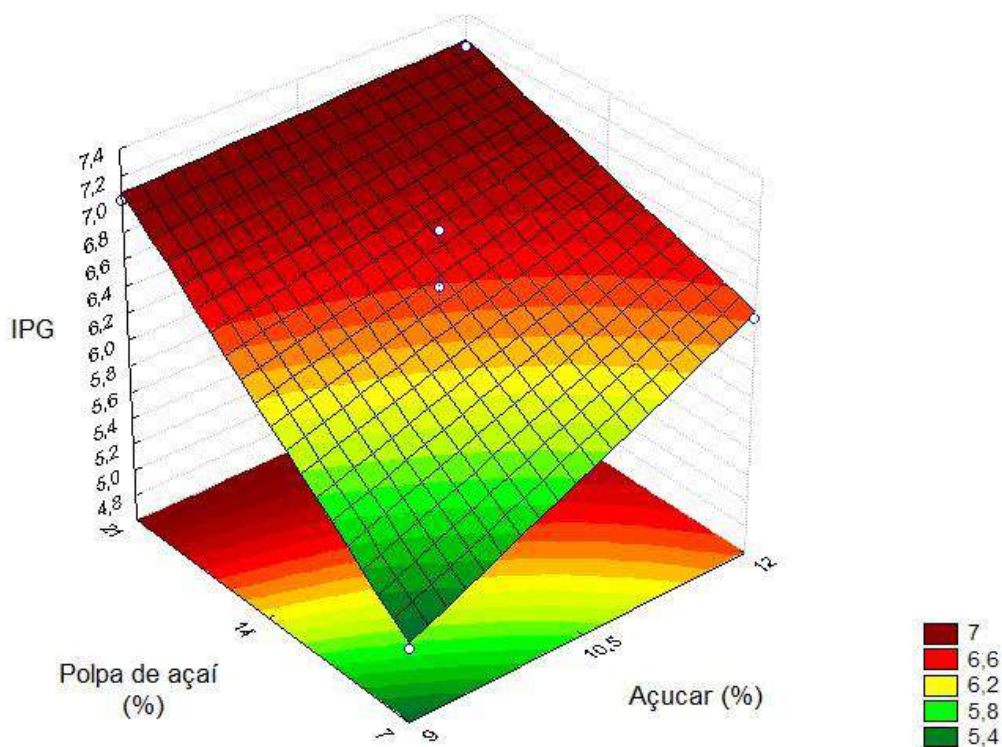
$$IPG = 6,48 + 0,34 * \text{Açúcar} + 0,66 * \text{Açaí} - 0,27 * \text{Açúcar} * \text{Açaí}. \quad (5)$$

Os resultados da ANOVA apresentados fornecem informações relevantes sobre a significância do modelo de regressão e seus componentes no contexto do teste realizado. O coeficiente de determinação ( $R^2 = 0,90713$ ) indica que aproximadamente 90,7% da variabilidade nos dados é explicada pelo modelo ajustado, sugerindo um bom ajuste geral.

A análise de falta de ajuste ( $p = 0,6842$ ) não é significativa, o que indica que o modelo ajustado representa bem os dados, e a variabilidade residual pode ser atribuída ao erro puro. Isso reforça que o modelo é apropriado para descrever os dados.

A significância geral da regressão ( $p = 0,0467$ ) indica que o modelo, como um todo, é estatisticamente significativo. Este modelo foi utilizado para a construção da superfície de resposta da Figura 20.

Figura 20: Superfície de resposta para impressão global em função das variáveis açúcar e polpa de açaí do Grupo 2 (n=35) com guaraná.



Fonte: Autor.



A superfície, Figura 20, mostra que maiores aceitações serão encontradas para o grupo 2 quando o açaí for usado nos nível superior (21%) com açúcar entre as concentrações de 9% (- açaí) a 12 % (+ açaí).

No geral, a concentração de açúcar se mostrou como o principal fator de impacto positivo na aceitação das amostras entre os subgrupos, com efeito significativo na maioria dos grupos analisados. Esse resultado pode ser compreendido à luz do perfil de preferência do consumidor brasileiro, que tende a aceitar mais facilmente alimentos e bebidas com níveis mais elevados de doçura.

Lima et al. (2021) observaram que consumidores de diferentes regiões do Brasil demonstraram maior aceitação por néctares de maracujá com maior intensidade de doçura, reforçando a inclinação do público brasileiro por gostos mais doces. Da mesma forma, Portela et al. (2024) verificaram em seu estudo com café que os consumidores brasileiros apresentaram rejeição a bebidas com baixa doçura, preferindo aquelas com dulçor mais pronunciado.

Por outro lado, a porcentagem de açaí apresentou um efeito marginalmente positivo no Grupo Geral. Esse comportamento pode ser explicado pela heterogeneidade das preferências dentro do grupo geral, composto pelos subgrupos G1 e G2. Enquanto no G1 a polpa de açaí teve um efeito negativo sobre a IPG, indicando maior aceitação em níveis reduzidos de açaí (-), no G2 o efeito foi positivo, com melhor desempenho em níveis elevados de açaí (+). O efeito marginalmente positivo observado no Grupo Geral reflete o equilíbrio entre essas tendências opostas, diluindo impactos significativos quando analisados em conjunto.

Este padrão pode ser compreendido à luz do "efeito de exposição", que sugere que a familiaridade com determinados sabores aumenta sua aceitação ao longo do tempo. Estudos indicam que consumidores expostos repetidamente a sabores específicos tendem a desenvolver uma preferência maior por esses produtos, especialmente quando o perfil sensorial é inicial ou potencialmente desafiador. Por exemplo, alimentos como queijos maturados ou bebidas fermentadas demonstraram ter maior aceitação entre consumidores habituais desses produtos (TUORILA et al., 2001; TUORILA et al., 1994).

No caso do açaí, consumidores do G2, possivelmente habituados a produtos derivados desse fruto, apresentaram maior aceitação para concentrações elevadas, enquanto aqueles do G1 podem ter achado o sabor intenso menos atraente, tendo como as condições de maior aceitação aquelas com açaí na concentração inferior ou açaí na concentração superior associada a concentração superior de açúcar. Esta dinâmica é consistente com a teoria de que a percepção sensorial é moldada por fatores culturais e experiências prévias, como exposto por estudos que

analisam mudanças de preferência por meio de exposição sensorial repetida (FORDE; DE GRAAF, 2022; BYRNE, 2020).

A interação entre açúcar e açaí (1 x 2) foi significativa ou marginalmente significativa e positiva em sete grupos, como o geral, grupo 1, masculino e consumidores de produtos com açaí, indicando que a adição combinada dos dois ingredientes (ambas no nível superior ou ambas no nível inferior) pode maximizar a aceitação sensorial, caracterizando um efeito sinérgico entre elas. Entretanto, no G2, a interação apresentou efeito marginal negativo, possivelmente devido à percepção de desequilíbrio nos sabores em combinações em que as variáveis estavam em níveis opostos. Esse comportamento ressalta a importância de considerar as preferências específicas de subgrupos de consumidores no desenvolvimento de produtos.

A segmentação de consumidores é uma estratégia fundamental para produtos alimentícios, pois diferentes grupos podem apresentar respostas sensoriais distintas aos mesmos estímulos. Estudos destacam que fabricantes frequentemente levam em conta segmentos de consumidores, uma vez que "o que é saboroso para uma pessoa pode não ser para outra" (Dickinson & Wilby, 1997). Ignorar a segmentação pode mascarar diferenças críticas entre os subgrupos, pois essas diferenças não necessariamente se refletem nas médias agregadas de aceitação (Moskowitz, Jacobs & Lazar, 1985). Dessa forma, a análise segmentada contribui para identificar padrões sensoriais mais precisos, otimizando o desenvolvimento de produtos e atendendo a preferências específicas (Jaeger et al., 2020). Este aspecto é particularmente relevante no caso de ingredientes como o açaí, cujo perfil sensorial único pode ser percebido de forma variável por diferentes subgrupos de consumidores.

Grupos como os consumidores masculinos e os que consomem produtos com açaí apresentaram as maiores médias de aceitação (6,647 e 6,700, respectivamente), reforçando a hipótese de que o perfil sensorial das amostras foi mais bem recebido por consumidores habituados a produtos com açaí ou sabores mais intensos. Por outro lado, o grupo de consumidores que não consome produtos com açaí obteve a menor média (5,757), corroborando a hipótese de que a falta de familiaridade com o ingrediente pode impactar negativamente a aceitação. Adicionalmente, este grupo apresentou efeito marginal positivo para o açúcar, indicando que a doçura ainda pode atuar como um fator atenuador de rejeição. Este efeito pode ser explicado pela capacidade do gosto doce de atenuar outras percepções sensoriais, como amargor e adstringência, características marcantes de alimentos ricos em compostos fenólicos, como o açaí. A supressão do amargor pelo gosto doce é amplamente reconhecida como um fenômeno sensorial que ocorre devido a interações na percepção gustativa, onde o estímulo doce reduz a intensidade percebida de estímulos amargos e adstringentes (SPINELLI et al., 2021).

Em síntese, os resultados reforçam a relevância do açúcar como principal determinante da aceitação sensorial em bebidas lácteas, com o açaí apresentando efeitos positivos na maioria dos grupos. A interação entre açúcar e açaí demonstrou potencial para otimizar o perfil sensorial, especialmente em grupos mais familiarizados com sabores intensos. Essas informações são valiosas para o desenvolvimento de produtos voltados a públicos específicos, destacando a necessidade de segmentação de mercado e ajuste das formulações para maximizar a aceitação sensorial.

### 5.2.2 TESTE Q DE COCHRAN (COM GUARANÁ)

Os resultados apresentados na Tabela 8 fornecem uma análise detalhada da frequência relativa dos 21 atributos sensoriais, avaliados por 114 participantes no teste com guaraná, e indicam diferenças significativas para 11 atributos ( $p < 0,05$ ). Esses dados permitem identificar padrões de percepção sensorial entre as amostras pelos consumidores, mas não possibilitam inferências diretas sobre a aceitação do produto, sendo necessárias análises complementares, que serão apresentadas nos tópicos seguintes.

Tabela 8: Comparações múltiplas pareadas\*, grupo geral (n=114), teste com guaraná.

Atributos	Ensaio 1**	Ensaio 2	Ensaio 3	Ensaio 4	Ensaio 5	Ensaio 6	Ensaio 7	p-valores
Presença de bolhas	0,082 (a)	0,118 (a)	0,145 (a)	0,127 (a)	0,164 (a)	0,118 (a)	0,155 (a)	0,3
Cor creme	0,427 (b)	0,427 (b)	0,245 (a)	0,200 (a)	0,309 (ab)	0,291 (ab)	0,264 (ab)	<0,000 1
Cor branca	0,182 (b)	0,200 (b)	0 (a)	0 (a)	0,055 (a)	0,055 (a)	0,027 (a)	<0,000 1
Cremoso/viscoso (aparência)	0,218 (ab)	0,191 (a)	0,291 (ab)	0,364 (b)	0,309 (ab)	0,282 (ab)	0,355 (b)	0
Brilho	0,382 (a)	0,291 (a)	0,427 (a)	0,355 (a)	0,355 (a)	0,364 (a)	0,418 (a)	0,085
Leite (aroma)	0,273 (a)	0,218 (a)	0,136 (a)	0,136 (a)	0,227 (a)	0,164 (a)	0,218 (a)	0,024
Doce	0,245 (a)	0,236 (a)	0,236 (a)	0,273 (a)	0,182 (a)	0,264 (a)	0,236 (a)	0,63
Açaí (aroma)	0,200 (a)	0,200 (a)	0,527 (cd)	0,564 (d)	0,409 (bc)	0,345 (ab)	0,382 (abc)	<0,000 1
logurte (aroma)	0,564 (b)	0,473 (ab)	0,300 (a)	0,309 (a)	0,364 (a)	0,445 (ab)	0,400 (ab)	<0,000 1
Ácido	0,091 (a)	0,145 (a)	0,173 (a)	0,100 (a)	0,118 (a)	0,155 (a)	0,155 (a)	0,326

Guaraná (aroma)	0,082 (a)	0,055 (a)	0,100 (a)	0,118 (a)	0,127 (a)	0,100 (a)	0,109 (a)	0,558
logurte (sabor)	0,600 (c)	0,509 (c)	0,300 (a)	0,318 (ab)	0,491 (bc)	0,500 (bc)	0,436 (abc)	<0,000 1
Gosto doce	0,336 (ab)	0,455 (b)	0,273 (a)	0,382 (ab)	0,427 (ab)	0,364 (ab)	0,482 (b)	0,002
Gosto ácido	0,191 (a)	0,164 (a)	0,200 (a)	0,118 (a)	0,191 (a)	0,173 (a)	0,127 (a)	0,34
Leite (sabor)	0,291 (a)	0,282 (a)	0,191 (a)	0,173 (a)	0,264 (a)	0,218 (a)	0,245 (a)	0,079
Adstringência	0,127 (a)	0,127 (a)	0,200 (a)	0,109 (a)	0,155 (a)	0,127 (a)	0,136 (a)	0,286
Açaí (sabor)	0,382 (a)	0,364 (a)	0,682 (cd)	0,773 (d)	0,445 (ab)	0,591 (bc)	0,482 (ab)	<0,000 1
Caramelo	0,045 (a)	0,100 (a)	0,018 (a)	0,027 (a)	0,036 (a)	0,009 (a)	0,009 (a)	0,001
Gosto amargo	0,055 (a)	0,045 (a)	0,127 (a)	0,064 (a)	0,036 (a)	0,082 (a)	0,118 (a)	0,028
Guaraná (Sabor)	0,164 (a)	0,155 (a)	0,209 (a)	0,227 (a)	0,200 (a)	0,255 (a)	0,218 (a)	0,277
Viscoso/cremoso (textura)	0,173 (a)	0,164 (a)	0,245 (a)	0,255 (a)	0,218 (a)	0,227 (a)	0,182 (a)	0,236
Adere na boca	0,173 (a)	0,236 (ab)	0,236 (ab)	0,309 (ab)	0,336 (b)	0,255 (ab)	0,282 (ab)	0,021
Homogêneo	0,645 (a)	0,645 (a)	0,518 (a)	0,500 (a)	0,518 (a)	0,536 (a)	0,609 (a)	0,005

Fonte: Autor.

\* Frequências em uma mesma linha seguidas por letras diferentes diferem estatisticamente a 5% de significância, de acordo com o teste de McNemar.

\*\*Ensaio 1: açúcar -1 (9%) e açaí -1 (7%); Ensaio 2: açúcar +1 (12%) e açaí -1 (7%); Ensaio 3: açúcar -1 (9%) e açaí +1 (21%); Ensaio 4: açúcar +1 (12%) e açaí +1 (21%); Ensaio 5: açúcar 0 (10,5%) e açaí 0 (14%); Ensaio 6: açúcar 0 (10,5%) e açaí 0 (14%); Ensaio 7: açúcar 0 (10,5%) e açaí 0 (14%).

Entre os atributos de aparência, a cor creme apresentou frequências significativamente mais altas nos Ensaios 1 e 2 (0,427), enquanto os Ensaios 3 e 4 tiveram valores mais baixos (0,245 e 0,200, respectivamente). Já a cor branca foi significativamente mais percebida nos Ensaios 1 e 2 (0,182 e 0,200), enquanto as demais amostras apresentaram valores próximos de zero. O atributo cremoso/viscoso (aparência) apresentou destaque no Ensaio 4 (0,364), diferenciando-se do Ensaio 2 (0,191), que teve menor frequência.

Nos atributos de aroma, o aroma de açaí apresentou p-valor altamente significativo ( $p < 0,0001$ ), com maiores frequências nos Ensaios 3 e 4 (0,527 e 0,564), enquanto os Ensaios 1 e 2 registraram valores mais baixos (0,200). Já o aroma de iogurte apresentou frequências menores nos Ensaios 3 e 4 (0,300 e 0,309), sendo significativamente diferentes do Ensaio 1 (0,564), que apresentou os valores mais altos.

Entre os atributos de sabor, o sabor de açaí destacou-se significativamente nos Ensaios 3 e 4 (0,682 e 0,773), enquanto o Ensaio 2 teve menor frequência (0,364). O sabor de iogurte também mostrou variações, com frequências mais baixas nos Ensaios 3 e 4 (0,300 e 0,318). O atributo gosto doce apresentou p-valor significativo (0,002), com frequência mais elevada no Ensaio 7 (0,482), porém sem um padrão claro no teste "a posteriori".

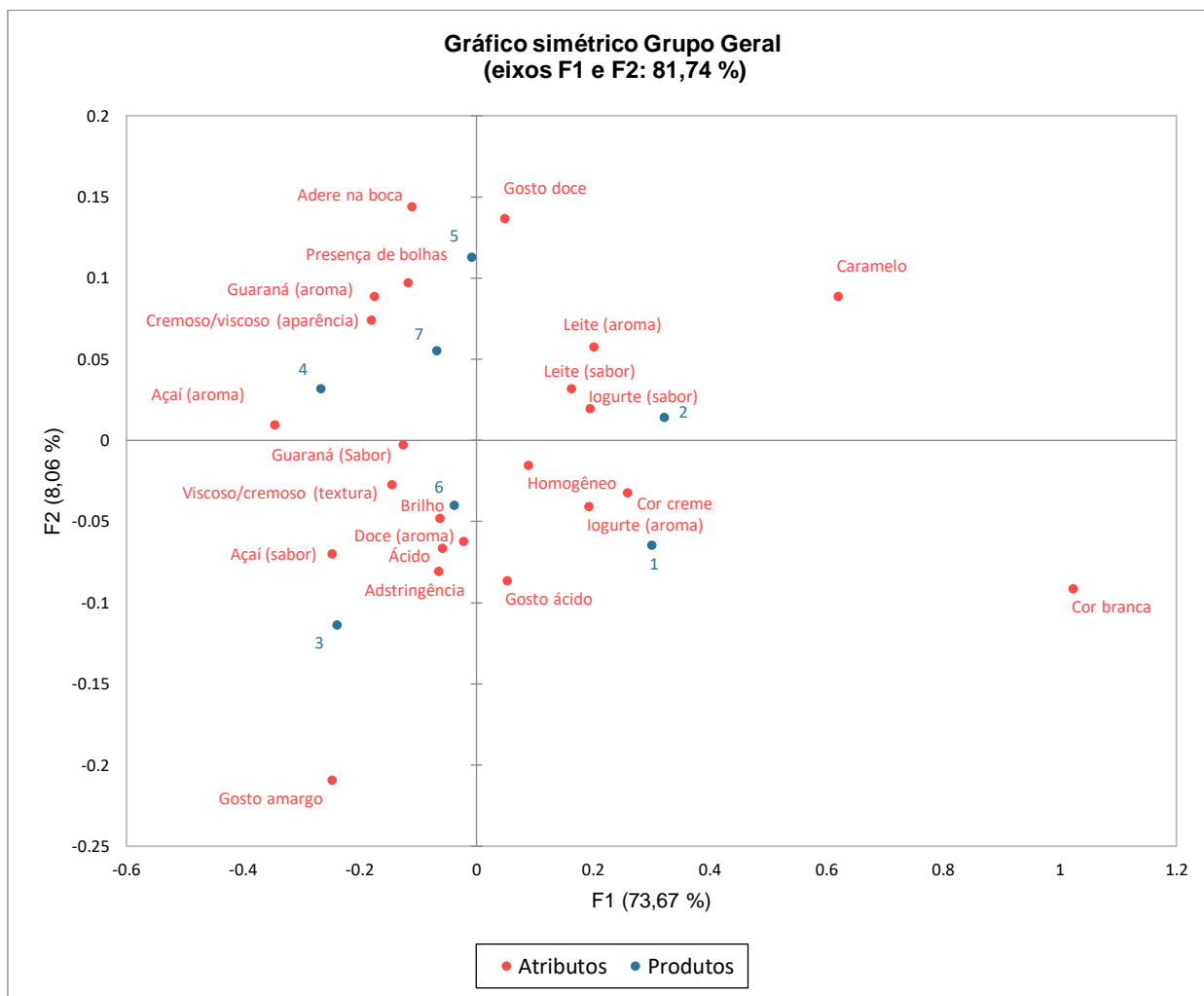
No que se refere à textura, o atributo "adere na boca" apresentou diferença significativa entre as amostras ( $p = 0,021$ ), com maior frequência no Ensaio 5 (0,336). No entanto, as comparações pareadas não conseguiram identificar diferenças claras entre os demais ensaios.

Esses resultados servem como uma base importante para a compreensão da percepção sensorial das amostras no teste com guaraná, evidenciando variações em atributos de aparência, de aroma e de sabor. Contudo, análises adicionais serão necessárias para explorar a relação entre esses atributos e a aceitação dos consumidores. Nos próximos tópicos, serão apresentadas análises de penalidades, que permitirão verificar a influência dos atributos sensoriais no desempenho global dos produtos.

### **5.2.3 ANÁLISE DE CORRESPONDÊNCIA**

Os resultados apresentados no gráfico simétrico (Figura 21), que correspondem ao grupo geral com guaraná, revelam associações relevantes entre os atributos sensoriais avaliados e os sete ensaios testados. O gráfico, que explica 81,74% da variância nos eixos F1 e F2, permitiu identificar padrões perceptivos relacionados às variações nos níveis de açúcar e polpa de açaí das formulações.

Figura 21: Análise de correspondência; Com Guaraná; Grupo Geral (n=114);  $p < 0,05$  para o teste de independência entre linhas e colunas.



Fonte: Autor.

\*Ensaio 1: açúcar -1 (9%) e açaí -1 (7%); Ensaio 2: açúcar +1 (12%) e açaí -1 (7%); Ensaio 3: açúcar -1 (9%) e açaí +1 (21%); Ensaio 4: açúcar +1 (12%) e açaí +1 (21%); Ensaio 5: açúcar 0 (10,5%) e açaí 0 (14%); Ensaio 6: açúcar 0 (10,5%) e açaí 0 (14%); Ensaio 7: açúcar 0 (10,5%) e açaí 0 (14%).

Os ensaios com alta concentração de polpa de açaí (21%), como o Ensaio 3 e o Ensaio 4, apresentaram maior associação com atributos como aroma de açaí, sabor açaí e cremosidade/viscosidade. Esses resultados indicam que o aumento na concentração de polpa de açaí intensifica as características sensoriais relacionadas ao próprio ingrediente, tornando-o mais perceptível inclusive em um teste sensorial descritivo com consumidores (avaliadores não treinados), como é o caso do CATA. Essa associação é esperada, considerando que a polpa de açaí é o componente responsável por atributos marcantes, como aroma e sabor característicos.

Por outro lado, os ensaios com menor teor de polpa de açaí e variações no nível de açúcar, como o Ensaio 1 e o Ensaio 2, demonstraram maior relação com atributos como gosto doce, caramelo e leite (aroma e sabor). Essas formulações, que continham 7% de polpa de açaí, ressaltaram a presença de açúcar e outros elementos da matriz láctea, mascarando parcialmente as características do açaí. Isso evidencia que a redução na concentração de polpa e o aumento no teor de açúcar favorecem atributos mais relacionados ao dulçor e à identidade do leite.

Os Ensaios 5, 6 e 7, que apresentaram concentrações intermediárias de açúcar (10,5%) e polpa de açaí (14%), encontram-se agrupados próximos ao centro da Figura 21. Essa proximidade sugere características sensoriais equilibradas, com atributos que não se destacam em relação às demais formulações. Dessa forma, essas amostras representam um padrão intermediário entre as formulações extremas, tanto em termos de percepção de atributos como de, possivelmente, aceitação potencial.

Vale destacar que atributos como "adere na boca" e "presença de bolhas" apresentaram comportamentos mais dispersos na Figura 21, sem uma clara associação com os ensaios específicos. Esse resultado indica que tais atributos podem ser influenciados por fatores adicionais, não relacionados diretamente às variações nos níveis de açúcar e polpa de açaí. Por outro lado, a cor branca, localizada no quadrante inferior direito, foi associada ao Ensaio 2, no qual a baixa concentração de polpa de açaí (7%) resultou em uma percepção mais clara desse atributo.

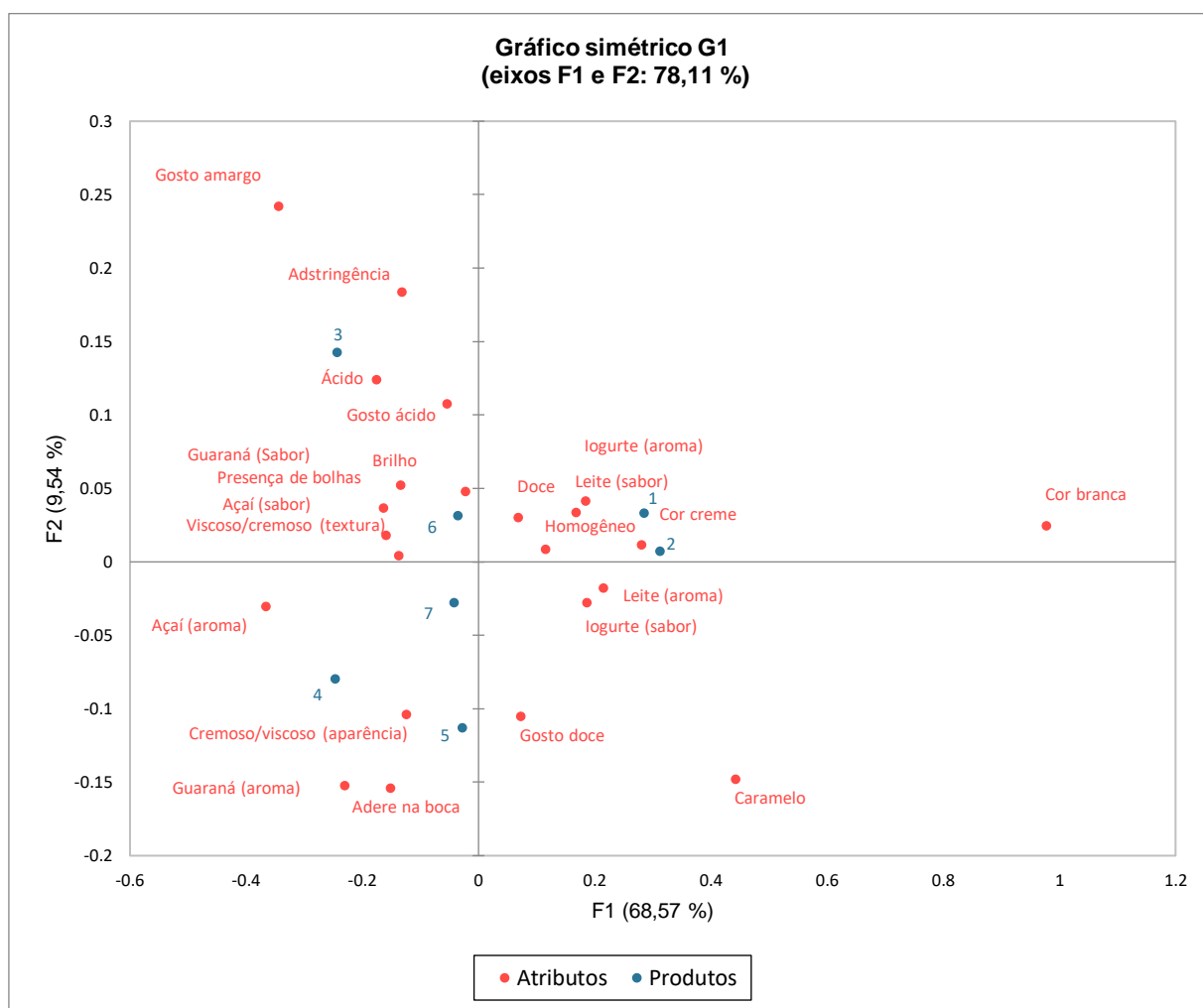
Além disso, o gosto amargo apresentou comportamento oposto ao gosto doce e caramelo, situando-se no quadrante esquerdo da Figura 21. Essa característica parece ser mais perceptível em ensaios com menor teor de açúcar, o que pode estar relacionado à ausência de mascaramento de sabores residuais presentes na polpa de açaí ou no leite.

Em síntese, os resultados permitem observar que as formulações com maior teor de polpa de açaí tendem a intensificar os atributos sensoriais diretamente relacionados a esse ingrediente, enquanto a variação nos níveis de açúcar influencia atributos de dulçor e identidade láctea. Essas informações são fundamentais para a compreensão da percepção sensorial das amostras e servirão como base para análises posteriores que relacionem esses atributos com a aceitação do consumidor.

Os resultados do grupo 1 (Figura 22) em geral seguem o mesmo padrão do grupo geral, mas com algumas especificidades. A comparação revela que, embora existam padrões semelhantes nos dois grupos, há diferenças em relação à percepção de atributos específicos como guaraná (aroma), adstringência e gosto amargo, que se tornaram mais destacados no grupo 1. Essas variações podem sugerir que o grupo 1 apresenta uma percepção sensorial mais

específica e diferenciada em comparação com o grupo geral, possivelmente influenciada por maior sensibilidade ou preferência individual por determinados atributos. Em contrapartida, atributos como gosto doce e cor branca demonstraram consistência entre os grupos, sugerindo sua relevância global no contexto do teste com guaraná. Além disso as amostras com mais açaí (Ensaio 1 e 2) estão mais próximas entre si no Grupo 1.

Figura 22: Análise de correspondência; Com Guaraná; Grupo 1 (n=79);  $p < 0,05$  para o teste de independência entre linhas e colunas.



Fonte: Autor.

\*Ensaio 1: açúcar -1 (9%) e açaí -1 (7%); Ensaio 2: açúcar +1 (12%) e açaí -1 (7%); Ensaio 3: açúcar -1 (9%) e açaí +1 (21%); Ensaio 4: açúcar +1 (12%) e açaí +1 (21%); Ensaio 5: açúcar 0 (10,5%) e açaí 0 (14%); Ensaio 6: açúcar 0 (10,5%) e açaí 0 (14%); Ensaio 7: açúcar 0 (10,5%) e açaí 0 (14%).



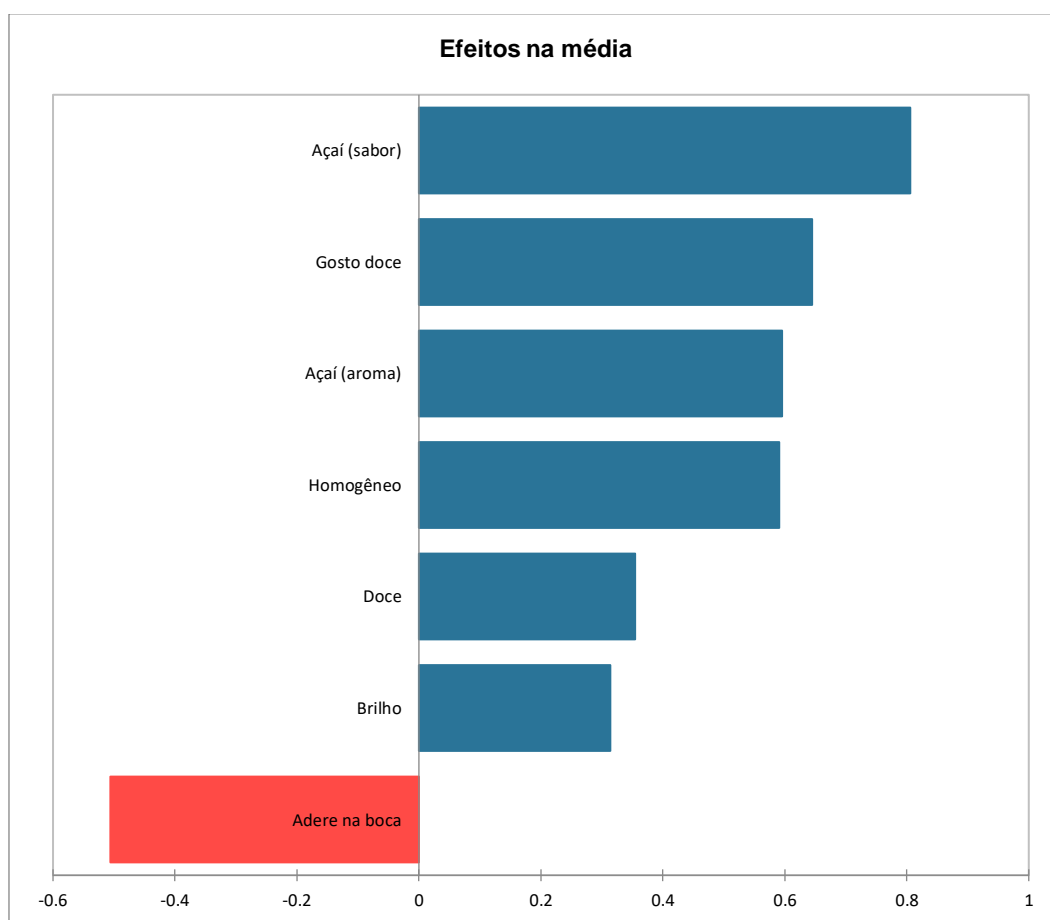
Os resultados do Grupo 2 foram similares ao do grupo geral, sem destaques que caracterizem esse grupo.

#### 5.2.4 EFEITOS DOS ATRIBUTOS SOBRE A ACEITAÇÃO (COM GUARANÁ)

##### 5.2.4.1 EFEITOS DOS ATRIBUTOS SENSORIAIS SOBRE A ACEITAÇÃO GLOBAL (IPG) (COM GUARANÁ)

A análise dos efeitos dos atributos sobre a aceitação global das amostras de bebidas lácteas fermentadas adicionadas de *whey protein*, açaí e extrato de guaraná é ilustrada na Figura 23, que representa os efeitos significativos ( $p < 0,05$ ) dos atributos sobre a Impressão Global (IPG) dos 114 avaliadores que participaram do estudo.

Figura 23: Efeitos ( $p < 0,05$ ) dos atributos sensoriais sobre a IPG; Com guaraná, Grupo Geral (n=114).

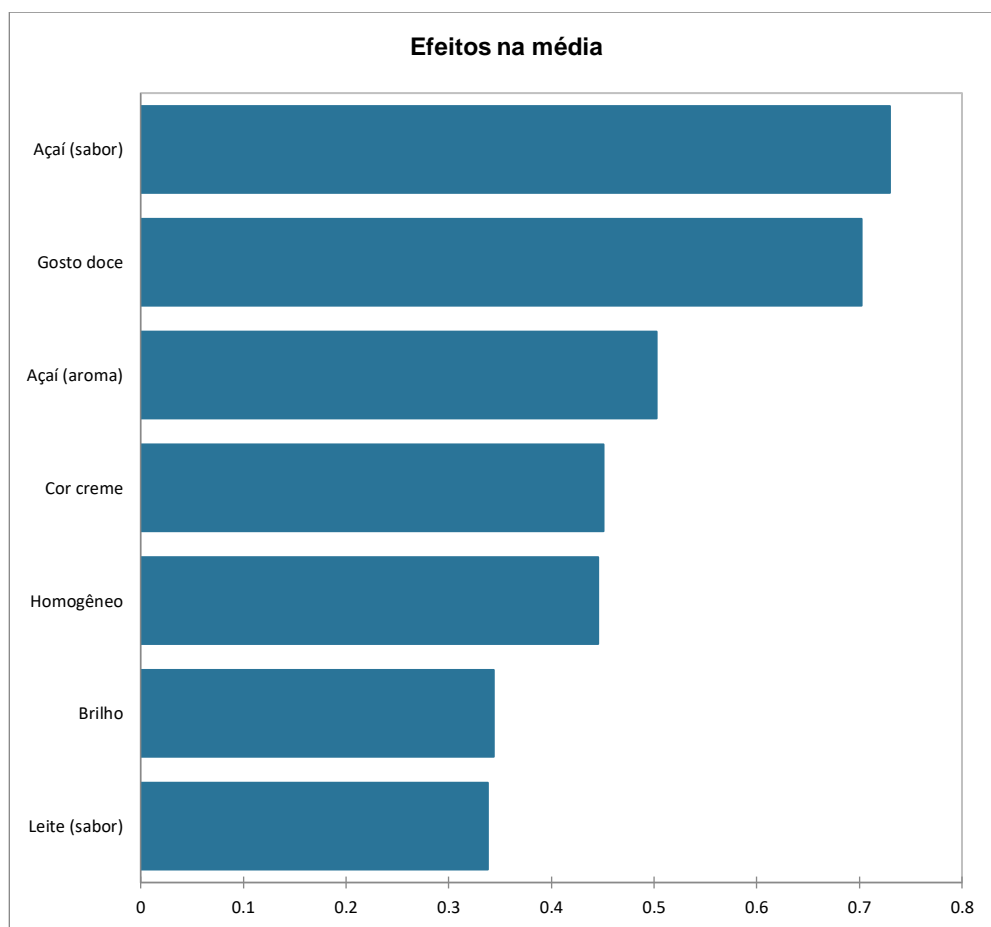


Fonte: Autor.

Observa-se que o sabor de açaí foi o atributo com maior efeito positivo na aceitação global, reforçando a importância desse componente sensorial na resposta afetiva dos consumidores. Em seguida, o gosto doce e o aroma de açaí também apresentaram impactos positivos significativos, indicando que a combinação de sabor e aroma característico do açaí, aliado à percepção de doçura, foi determinante para o aumento da aceitação. Além disso, atributos como homogêneo, doce (aroma) e brilho também contribuíram positivamente para a IPG. Por outro lado, o atributo adere na boca apresentou um efeito negativo significativo sobre a aceitação global.

Na Figura 24 pode-se observar os resultados para o Grupo 1, em que os atributos adere na boca e doce (aroma) deixam de ter efeitos significativos. Além disso, os atributos sabor de leite e cor creme passam a ser significativos. Os três principais atributos positivos continuam sendo os mesmos.

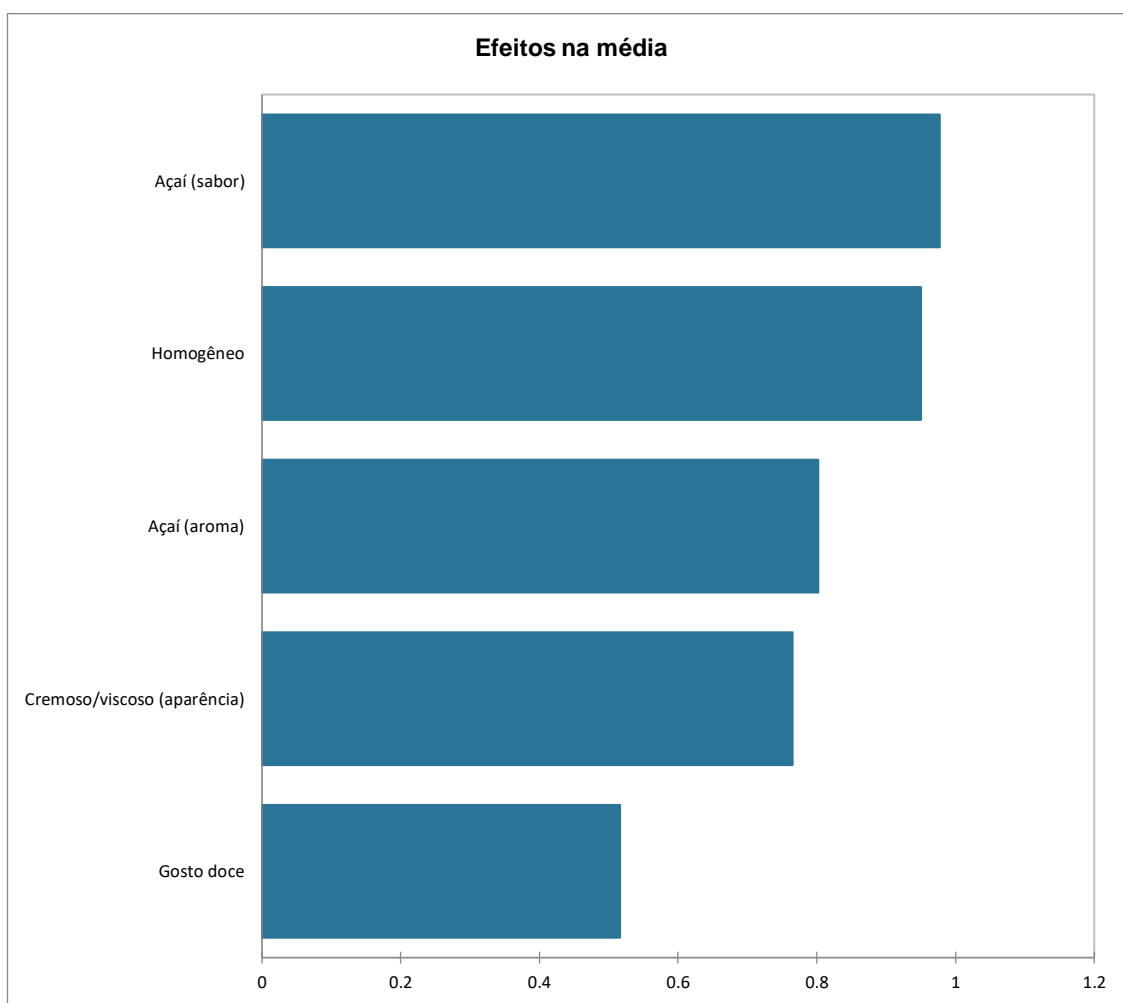
Figura 24: Efeitos ( $p < 0,05$ ) dos atributos sensoriais sobre a IPG; Com guaraná, Grupo 1 (n=79).



Fonte: Autor.

Os resultados do grupo 2 são apresentados na Figura 25; neles percebe-se o quão semelhante eles são em relação aos resultados anteriores, com exceção para a diminuição do efeito do atributo gosto doce e aumento do efeito do atributo homogêneo. Além disso, o atributo aparência cremosa/viscosa passou a ser significativo para o grupo 2, algo que não aconteceu no grupo 1 e nem no grupo geral.

Figura 25: Efeitos ( $p < 0,05$ ) dos atributos sensoriais sobre a IPG; Com guaraná, Grupo 2 (n=35).

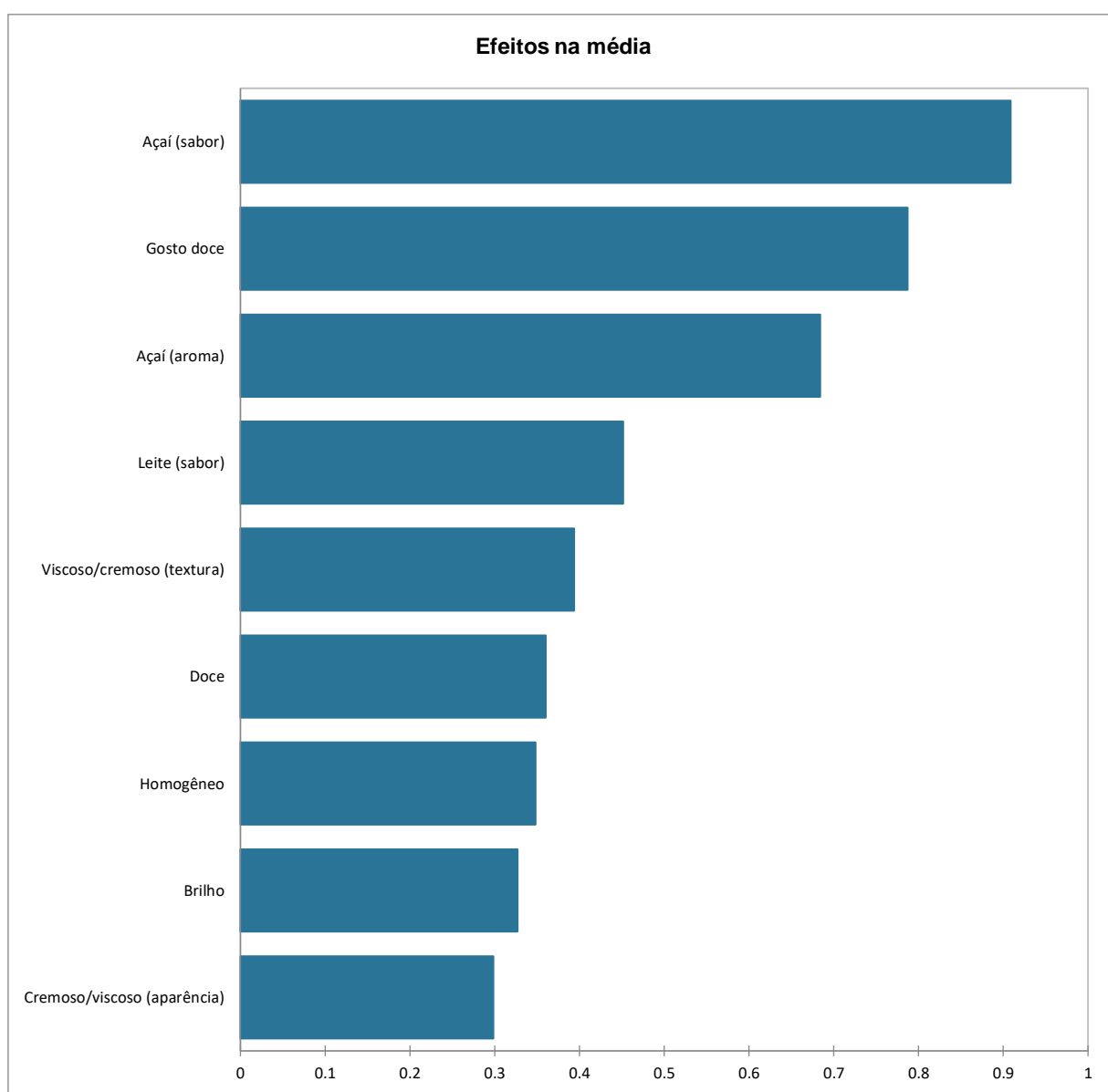


Fonte: Autor.

#### 5.2.4.2 EFEITOS DOS ATRIBUTOS SENSORIAIS SOBRE A ACEITAÇÃO DO SABOR (COM GUARANÁ)

A análise dos efeitos dos atributos sobre a aceitação do sabor das amostras de bebidas lácteas fermentadas adicionadas de *whey protein*, açaí e extrato de guaraná, no Grupo Geral (GG), está representada na Figura 26.

Figura 26: Efeitos ( $p < 0,05$ ) dos atributos sensoriais sobre a aceitação do sabor; Com guaraná, Grupo Geral (n=114).



Fonte: Autor.

A análise dos efeitos dos atributos sensoriais sobre a aceitação do sabor das amostras no Grupo Geral mostrou que o sabor de açaí foi o principal fator positivo, destacando a importância dessa característica sensorial na resposta afetiva dos consumidores. Em seguida, o gosto doce e o aroma de açaí também influenciaram positivamente, indicando que o equilíbrio entre o dulçor e o sabor característico do açaí é essencial para a aceitação. O atributo sabor de leite complementou esse perfil, sugerindo que notas lácteas contribuem para a familiaridade e preferência pelo produto. Além disso, atributos como textura viscosa/cremosa, homogeneidade, brilho e cremosidade/viscosidade (aparência) apresentaram efeitos positivos.

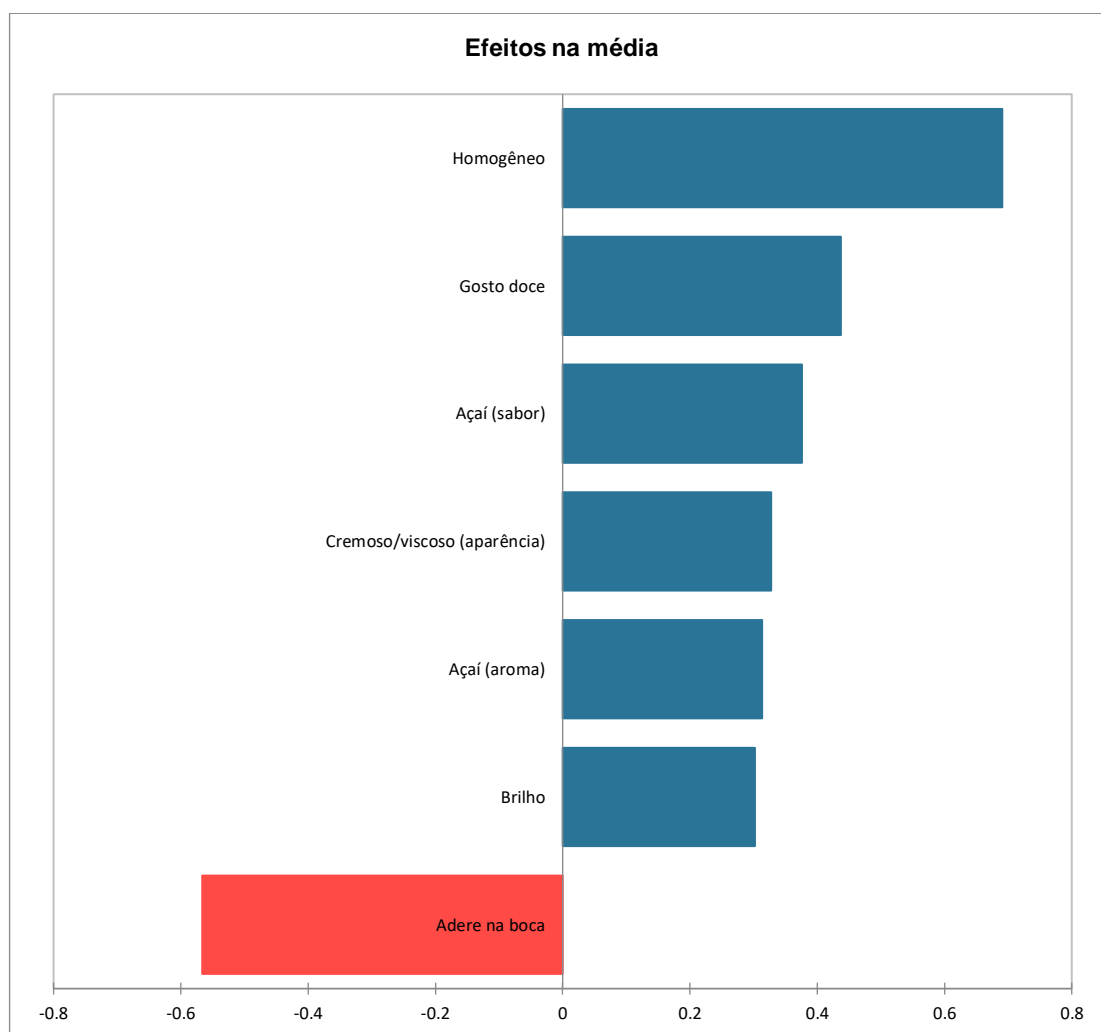
Os resultados do Grupo 1 (n=79) foram muito similares aos do grupo geral, sendo todos positivos com os 4 principais atributos sendo os mesmos.

O Grupo 2 (n=35) teve apenas 4 atributos significativos, todos positivos. Os atributos, na ordem de maior efeito para menor efeito são: sabor açaí, aparência cremosa/viscosa, aroma açaí e gosto doce.

### 5.2.4.3 EFEITOS DOS ATRIBUTOS SENSORIAIS SOBRE A ACEITAÇÃO DA TEXTURA (COM GUARANÁ)

A análise dos efeitos dos atributos sobre a aceitação da textura das amostras de bebidas lácteas fermentadas adicionadas de *whey protein*, açaí e extrato de guaraná, no Grupo Geral (GG), está representada na Figura 27. Os 3 principais atributos que influenciaram positivamente a aceitação da textura foram homogêneo, gosto doce e sabor açaí. O único atributo que diminuiu a aceitação da textura foi adere na boca. O grupo 1 (n=79) também apresentou esses padrões.

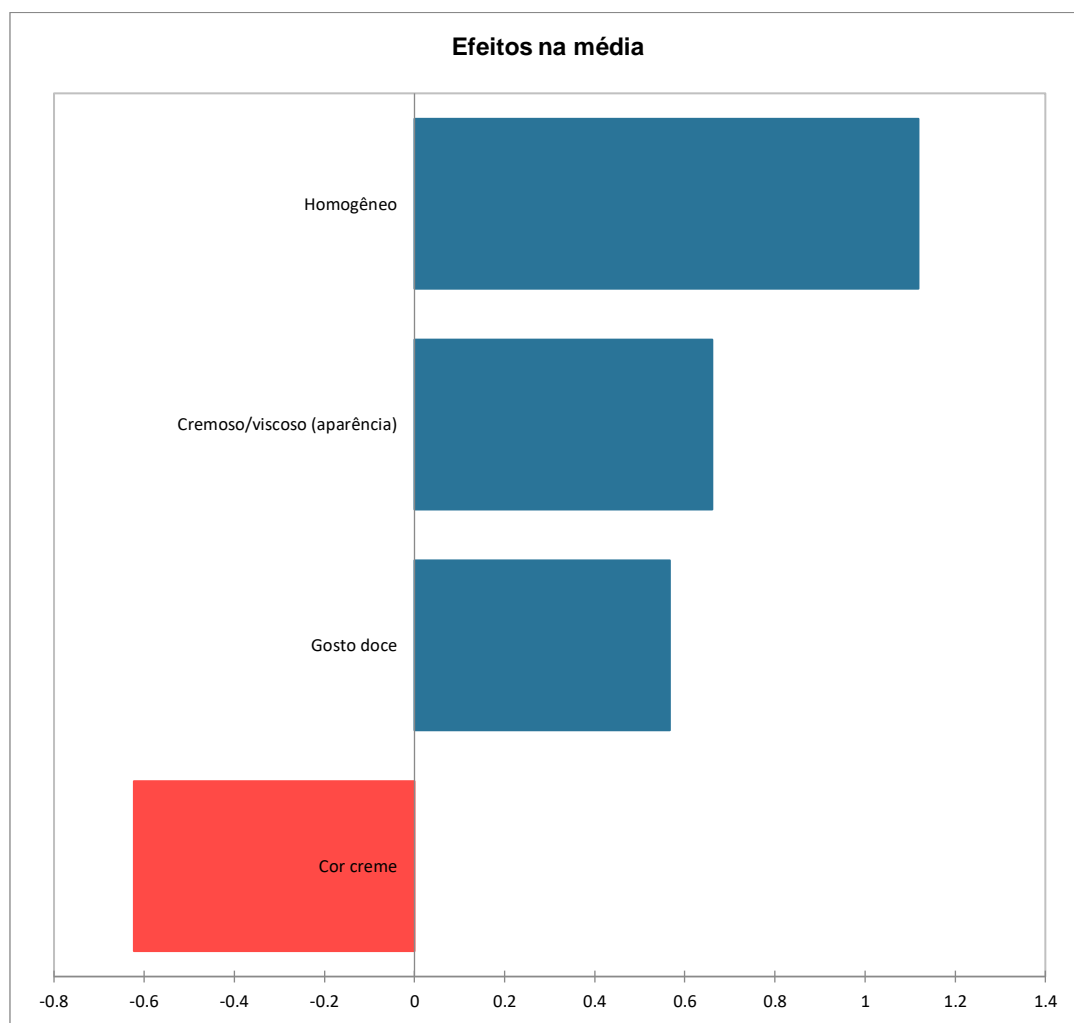
Figura 27: Efeitos ( $p < 0,05$ ) dos atributos sensoriais sobre a aceitação da Textura; Com guaraná; Grupo Geral (n=114).



Fonte: Autor.

Na Figura 28 é possível observar os resultados do grupo 2, que tem apenas 4 atributos com efeitos significativos. O atributo que mais contribui positivamente para a aceitação continua sendo o atributo homogêneo. Diferentemente dos grupos anteriores o atributo que influenciou negativamente a aceitação da textura foi a cor creme ao invés de adere na boca.

Figura 28: Efeitos ( $p < 0,05$ ) dos atributos sensoriais sobre a aceitação da Textura; Com guaraná; Grupo 2 (n=35).



Fonte: Autor.

## 6. CONCLUSÕES

O presente trabalho avaliou a aceitação sensorial de bebidas lácteas fermentadas enriquecidas com *whey protein* (WPC), formuladas com diferentes teores de polpa de açaí, açúcar e com ou sem adição de extrato de guaraná. A análise baseou-se na Impressão Global (IPG), utilizando modelos fatoriais 2<sup>2</sup>, análise de variância (ANOVA), Teste Q de Cochran e análise de correspondência, com posterior segmentação dos avaliadores.

Nas amostras sem guaraná, o grupo geral apresentou média de aceitação (IPG) = 6,36, sendo observados efeitos positivos do aumento do teor de açúcar e açaí, sendo o açúcar a variável de maior efeito. Os subgrupos com maior familiaridade com os ingredientes apresentaram os maiores índices de aceitação: consumidores de *whey* (IPG = 6,543), consumidores de bebidas lácteas (IPG = 6,438) e consumidores de produtos com açaí (IPG = 6,502). Em contraste, os menores valores foram registrados entre os consumidores que não consomem açaí (IPG = 5,447) e não consomem bebidas lácteas (IPG = 4,600), indicando que o hábito de consumo influencia significativamente a percepção sensorial.

Com a adição do guaraná, a média do grupo geral aumentou de IPG = 6,36 para IPG = 6,455, sugerindo que o ingrediente não comprometeu a aceitação média da formulação. Destacam-se novamente os consumidores de produtos com açaí (IPG = 6,700), *whey* (IPG = 6,545) e do público masculino (IPG = 6,647), todos com médias superiores às observadas no teste sem guaraná. Contudo, quando comparado aos valores do teste sem guaraná, a aceitação diminuiu em certos subgrupos, como mulheres (IPG = 6,210) e não consumidores de produtos com açaí (IPG = 5,757).

Ao analisar os intervalos de IPG, observa-se que, sem guaraná, os valores variaram de 4,600 a 6,543, uma amplitude de 1,943 pontos. Já com guaraná, o intervalo foi de 5,757 a 6,700, ou seja, uma amplitude menor de 0,943 pontos. Isso indica que, embora a inclusão do guaraná tenha elevado a média geral de IPG, também provocou uma redução na dispersão das notas atribuídas pelos diferentes subgrupos, tornando a aceitação mais homogênea. A menor variação pode ser positiva do ponto de vista de consistência sensorial, mas revela também que a adição de guaraná não é capaz de ampliar significativamente o alcance de aceitação entre públicos mais resistentes, como os não consumidores do ingrediente.

Outro aspecto importante é que os maiores valores de IPG com guaraná superaram os máximos observados sem guaraná (6,700 contra 6,543), sugerindo que há ganho de aceitação em nichos específicos, como consumidores habituais de produtos com açaí. Os valores mínimos



com guaraná também foram mais altos (5,757 contra 4,600), indicando menor rejeição entre os mais resistentes.

Esses resultados sugerem que a adição de guaraná pode suavizar eventuais rejeições sensoriais, agregando valor sensorial e aumentando a atratividade da bebida em segmentos já familiarizados com açaí e produtos funcionais, como homens, consumidores de *whey protein* e de bebidas com apelo energético. Por outro lado, para consumidores não habituados à matriz do produto, a aceitação ainda é limitada.

A segmentação dos consumidores se mostra essencial para compreender nuances da aceitação sensorial que não são perceptíveis quando se observa apenas o grupo geral. A análise segmentada revelou que fatores como o hábito de consumo de açaí, bebidas lácteas e suplementos proteicos influenciam de maneira decisiva na aceitação do produto. O mesmo ingrediente pode ser valorizado por um grupo e rejeitado por outro, o que reforça a necessidade de estratégias de formulação e comunicação específicas para cada nicho.

Futuras pesquisas podem aprofundar a influência da imagem do produto, do rótulo e da expectativa do consumidor na aceitação final. Nesse contexto, destaca-se a importância de se considerar o perfil do consumidor na etapa de desenvolvimento de novos alimentos funcionais.

Como perspectivas para estudos futuros, recomenda-se a realização de pesquisas sensoriais com grupos de consumidores específicos e focados, como atletas, adolescentes, consumidores regulares de bebidas energéticas ou pessoas com dietas proteicas, de forma a aprofundar a compreensão sobre preferências e tolerâncias sensoriais dentro de públicos-alvo definidos. Isso permitirá maior assertividade no desenvolvimento de produtos alinhados às expectativas e hábitos de consumo de cada segmento.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 14<sup>a</sup> edição Tetra Pak Index. Disponível em: <<https://www.tetrapak.com/content/dam/tetrapak/publicweb/gb/en/insights/documents/tetrapak-index-report-2021.pdf>>. Acesso em: 24 ago. 2024.
- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 12806: análise sensorial dos alimentos e bebidas - terminologia. Rio de Janeiro, 1993.
- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 6658: 2014. Análise sensorial - metodologia- orientações gerais. Rio de Janeiro, 2014.
- ALCANTARA, M.; Caracterização Sensorial de Bebidas de Café Utilizando Técnicas Sensoriais Baseadas na Percepção do Consumidor: Uma Comparação com Análise Descritiva Clássica. 2017. 134f. Tese (Doutorado em Ciência Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2017.
- ALCANTARA, M.; FREITAS-SÁ, D.G.C. Metodologias sensoriais descritivas mais rápidas e versáteis – uma atualidade na ciência sensorial. Brazilian journal of food techonogy. v.21. 2018.
- ALMEIDA, K. E. DE; BONASSI, I. A.; ROÇA, R. DE O. Características físicas e químicas DE bebidas lácteas fermentadas e preparadas com Soro DE Queijo Minas frescal. Food Science and Technology, v. 21, n. 2, p. 187–192, 2001.
- ANTUNES, A. J. Funcionalidade de proteínas do soro de leite bovino. Barueri: Manolo, 135 p. 2003.
- ARES, G. et al. Visual attention by consumers to check-all-that-apply questions: Insights to support methodological development. Food Quality and Preference, v. 32, p. 210-220, 2014.
- ARES, G.; ANTUNES, L.; BRUZZONE, F.; VIDAL, L.; GIMENEZ, A.; PINEAU, B.; BERESFORD, M.K.; JIN, D.; PAISLEY, A.G.; CHHEANG, S.L.; ROIGARD, C.M.; JAEGER, S.R. Comparison of sensory product profiles generated by trained assessors and consumers using CATA questions: Four case studies with complex and/or similar samples. Food Quality and Preference, v. 45, p.75-86, 2015.
- ARES, G.; ANTÚNEZ, L.; GIMENEZ, A.; ROIGARD, C. M.; PINEAU, B.; HUNTER, D. C.; JAEGER, S. R. Further investigations into the reproducibility of check-all-that-apply (CATA) questions for sensory product characterization elicited by consumers. Food Quality and Preference, v. 36, p. 111–121, 2014.
- ARES, G.; DELIZA, R. Identifying important package features of milk desserts using free listing and word association. Food quality and preference, v. 21, n. 6, p. 621–628, 2010.
- As micelas de caseína e sua organização com sais minerais também são aprofundadas em Technology of Dairy Products (Fox & McSweeney, 2003).
- BACENETTI, J. et al. Whey protein concentrate (WPC) production: Environmental impact assessment. Journal of food engineering, v. 224, p. 139–147, 2018.
- BARBOSA, C. S.; MENDONÇA, R. C.; FREITAS, M. E.; CHAGAS, R. C. A produção de queijo e a consciência ambiental do consumidor. Revista de Instituto Cândido de Laticínios “Candido Tostes”. Juiz de Fora - MG, p.316-318, 2005.

- BENTO, R. A.; ANDRADE, S. A. C.; SILVA, A. M. A. D. Análise Sensorial de Alimentos. Recife, 2013. Disponível em: [http://proedu.rnp.br/bitstream/handle/123456789/950/Analise\\_Sensorial\\_BOOK\\_WEB.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://proedu.rnp.br/bitstream/handle/123456789/950/Analise_Sensorial_BOOK_WEB.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Acesso em: 04 out. 2024.
- BOOZER, C. N. et al. An herbal supplement containing Ma Huang-Guarana for weight loss: arandomized, double-blind trial. *International journal of obesity, Hampshire*, v. 25, n. 3, p. 316-324, 2001.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 16, de 23 de agosto de 2005. Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de bebidas lácteas. *Diário Oficial da União, Brasília*, 24 de agosto de 2005.
- BRITO, Maria Aparecida; BRITO, José Renaldi; ARCURI, Edna Froeder; LANGE, Carla Christine; SILVA, Márcio Roberto; SOUZA, Guilherme Nunes de. Composição. In: Embrapa Gado de Leite. Composição. Brasília, DF: Embrapa, 08 dez. 2021. Disponível em: [https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/criacoes/gado\\_de\\_leite/pre-producao/qualidade-e-seguranca/qualidade/composicao](https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/criacoes/gado_de_leite/pre-producao/qualidade-e-seguranca/qualidade/composicao). Acesso em: 07 jun. 2025.
- BROADHEAD, J.; ROUAN, E.; RHODES, S. K. The spray drying of pharmaceuticals. *Drug Dev Ind Pharm*, v. 18, p. 1169–1206, 1992.
- BRUZZONE, F.; ARES, G.; GIMENEZ, A. Consumers' texture perception of milk desserts. II – comparison with trained assessors' data. *Journal of Texture Studies*, v. 43, n. 3, p. 214- 226, 2012.
- BRUZZONE, F.; VIDAL L.; ANTÚNEZ, L.; GIMÉNEZ, A.; DELIZA, R.; ARES, G. Comparison of intensity scales and CATA questions in new product development: Sensory characterization and directions for product reformulation of milk desserts. *Food Quality and Preference, Barking*, v. 44, p. 183-193, 2015.
- CALDEIRA SILVA, F. et al. Stabilization of açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) juice by the microfiltration process. *Acta Scientiarum Technology*, v. 38, n. 1, p. 7, 2016.
- CESAR, J. et al. ADEQUABILIDADE DE DIFERENTES TIPOS DE SOROS DE LEITE PARA O APROVEITAMENTO EM PRODUTOS LÁCTEOS. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://www.epamig.br/ilct/wp-content/uploads/2020/07/ARTIGO-ADEQUABILIDADE-DE-DIFERENTES-TIPOS-DE-SORO.pdf>>. Acesso em: 4 out. 2024.
- COSTA, R. G. et al. Effect of operating conditions on the yield and quality of açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) powder produced in spouted bed. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie [Food science and technology]*, v. 64, n. 2, p. 1196–1203, 2015.
- DA SILVA SANTOS, V. et al. Anthocyanin-rich açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) extract attenuates manganese-induced oxidative stress in rat primary astrocyte cultures. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A*, v. 77, n. 7, p. 390–404, 2014.
- DA SILVA, G. S., et al. Chemical profiling of guarana seeds (*Paullinia cupana*) from different geographical origins using UPLC-QTOF-MS combined with chemometrics. *Food research international, Ottawa*, v. 102, p. 700–709, 2017.
- DALONSO, N.; PETKOWICZ, C. L. O. Guarana powder polysaccharides: Characterisation and evaluation of the antioxidant activity of a pectic fraction. *Food Chemistry, Berlin*, v. 134, p. 1804–1812, 2012.
- DE PAULA, J. C. J. et al. Tecnologia de fabricação de bebida láctea fermentada e não fermentada. *Epamig, Minas gerais*, p. 2-19, dez. 2010.

- DE PAULA, J. C. J.; PACHECO, A. F. C.; BOCCIA, J. N.; DE SOUZA, L. B.; PINTO, M. S.; PAIVA, P. H. C. Bebidas lácteas fermentadas: tecnologia e tendências. 24/06/2021. Disponível em: 2021 <https://www.milkpoint.com.br/artigos/industria-delaticinios/bebidas-lacteas-fermentadas-tecnologia-e-tendencias-226089/>. Acesso em: 09/11/2024.
- DE, F. Guias Práticas –Probióticos e Prebióticos. Disponível em: <<https://www.worldgastroenterology.org/UserFiles/file/guidelines/probiotics-and-prebiotics-portuguese-2017.pdf>>. Acesso em: 10 dez. 2024.
- DIAS, P. G. I.; SAJIWANI, J. W. A.; R.M.U.S.K. RATHNAYAKA. Consumer perception and sensory profile of probiotic yogurt with added sugar and reduced milk fat. *Heliyon*, v. 6, n. 7, p. e04328, 2020.
- DICKINSON, J. Concept testing with and without product trial. *The Journal of product innovation management*, v. 14, n. 2, p. 117–125, 1997.
- DOOLEY, L.; LEE, Y. S.; MEULLENET, J. F. The application of check-all-that-apply (CATA) consumer profiling to preference mapping of vanilla ice cream and its comparison to classical external preference mapping. *Food Quality and Preference*, v. 21, p. 394-401, 2010.
- DUTCOSKY, S. D. *Análise Sensorial de Alimentos*. 3. ed. Curitiba, PR: Champagnat, 2011.
- DUTCOSKY, S.D. *Análise sensorial de alimentos*. Curitiba: Champagnat, p.531, 2013.
- ELZOGHBY, A. O. et al. Lactoferrin, a multi-functional glycoprotein: Active therapeutic, drug nanocarrier & targeting ligand. *Biomaterials*, v. 263, n. 120355, p. 120355, 2020.
- ESTEVES, E. *Análise Sensorial*. Instituto Superior de Engenharia. Universidade do Algarve: Faro. 2009. 60p
- ETZEL MR. Manufacture and use of dairy protein fractions. *J Nutr*. 2004; 134(4):996s-1002s.
- FERREIRA, V. F.; ROCHA, D. R. DA; SILVA, F. DE C. DA. Potencialidades e oportunidades na química da sacarose e outros açúcares. *Química nova*, v. 32, n. 3, p. 623–638, 2009.
- FIGUEIREDO, M. G. de; PORTO, E. “Avaliação do impacto da qualidade da matéria-prima no processamento industrial do iogurte natural.” *Indústria de Laticínios*, vol. 7, n.º 41, p. 76–80, set./out. 2002
- FORDE, C. G.; DE GRAAF, K. Influence of Sensory Properties in Moderating Eating Behaviors and Food Intake. *Frontiers in Nutrition*, v. 9, 21 fev. 2022.
- GOMES, A.M.P.; MALCATA, F.X. *Bifidobacterium spp. and Lactobacillus acidophilus: biochemical, technological and therapeutical properties relevant for use as probiotics*. *Trends in Food Science and Technology*. v. 10, n. 4/5, p. 139-157, 1999.
- GOMES, R. G.; PENNA, A. L. B. Características reológicas e sensoriais de bebidas lácteas funcionais. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*, v. 30, n. 3, p. 629-646, jul./set. 2009.
- GUZMAN, M. L. et al. Enzymatic activity in the presence of surfactants commonly used in dissolution media, Part 1: Pepsin. *Results in pharma sciences*, v. 6, p. 15–19, 2016.
- HARAGUCHI, F. K.; ABREU, W. C. DE; PAULA, H. DE. Proteínas do soro do leite: composição, propriedades nutricionais, aplicações no esporte e benefícios para a saúde humana. *Revista de Nutrição*, v. 19, n. 4, p. 479–488, 2006.

- HAYEK, S. A.; IBRAHIM, S. A. Current limitations and challenges with lactic acid bacteria: a review. *Food and Nutrition Sciences*, v. 4, p. 73–87, 2013.
- HENMAN, A. R. Guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*): Ecological and social perspectives on an economic plant of the central amazon basin. *Journal of ethnopharmacology*, v. 6, n. 3, p. 311–338, 1982.
- HENRIQUES, S.I.G. Implementação de um painel de provadores de alimentos. Comparação dos hábitos de consumo alimentar e acuidade sensorial de dois grupos de indivíduos. 2012. 104 f. Dissertação (Mestrado em Controle de Qualidade e Toxilogia dos alimentos), Faculdade de Farmácia da Universidade de Lisboa, 2012.
- HIGGINS, J.; THOMAS, J. (EDS.). *Cochrane handbook for systematic reviews of interventions*. 2. ed. Hoboken, NJ, USA: Wiley-Blackwell, p. 652-682, 2019.
- HOMMA, Alfredo Kingo Oyama et al. AÇAÍ: NOVOS DESAFIOS E TENDÊNCIAS. *Amazônia: Ci. & Desenv.*, [S. l.], p. 7-23, 1 jun. 2006. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/578153/1/AcaiDesafiosTendencias.pdf>. Acesso em: 23 set. 2024.
- HORIUCHI, H.; SASAKI, Y. Short communication: effect of oxygen on symbiosis between *Lactobacillus bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus*. *Journal of Dairy Science*, v. 95, n. 6, p. 2904–2909, 2012.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. *Análise sensorial. Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos*, n. 1, p. 42, 2008.
- INSTITUTO TERROÁ. Com inovação e tecnologia o setor de açaí amplia a oferta de produtos. Blog Instituto Terroá, 28 nov. 2022. Disponível em: <https://www.institutoterroa.org/com-inovacao-e-tecnologia-o-setor-de-acai-amplia-a-oferta-de-produtos/>. Acesso em: 01 jun. 2025.
- JACOBSEN, T.; GUNDERSON, R. W. Applied cluster analysis. In: PIGGOTT, J. R. (Ed.). *Statistical Procedures in Food Research*. New York, NY: Elsevier Science Publishing, 1986. p. 361–408.
- JAEGER, S. R. et al. Preference segments among declared craft beer drinkers: Perceptual, attitudinal and behavioral responses underlying craft-style vs. traditional-style flavor preferences. *Food quality and preference*, v. 82, n. 103884, p. 103884, 2020.
- JOHNSON, M. Penalty analysis. *Sensory Society*, 2021. Disponível em: <https://www.sensorysociety.org/knowledge/sspwiki/Pages/Penalty%20Analysis.aspx>. Acesso em: 17 out. 2024.
- KAMAL, H. et al. Inhibitory properties of camel whey protein hydrolysates toward liver cancer cells, dipeptidyl peptidase-IV, and inflammation. *Journal of dairy science*, v. 101, n. 10, p. 8711–8720, 2018.
- KAWAGUTI, H. Y.; SATO, H. H. Produção de isomaltulose, um substituto da sacarose, utilizando glicosiltransferase microbiana. *Química nova*, v. 31, n. 1, p. 134–143, 2008.
- KELLY, P. Manufacture of Whey Protein Products: Concentrates, Isolate, Whey Protein Fractions and Microparticulated. In: *Whey Proteins: From Milk to Medicine*. Capítulo 3, Edição por: Hilton C. Deeth e Nidhi Bansal. Elsevier, 2019a.

- KEMP, S.; HOLLOWOOD, T.; HORT, J. Sensory evaluation: A practical handbook. [s.l.] John Wiley & Sons, 2009.
- KIM, M. et al. The roles of sensory perceptions and mental imagery in consumer decision-making. *Journal of retailing and consumer services*, v. 61, n. 102517, p. 102517, 2021.
- LANCHOTE, L. N. Estudos com mapas de preferência: associação com Procrustes e construção com valores faltantes. 2007. 75 p. Dissertação (Mestrado em Estatística e Experimentação Agropecuária) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.
- LAWLESS, H. T.; HEYMANN, H. Sensory evaluation of food: Principles and practices. [s.l.] Not Avail, 2010.
- LIMA, R. S. et al. Impact of sweetness on the sensory acceptance of passion fruit nectar in Brazilian geographic regions. *International Journal of Food Science & Technology*, v. 56, n. 6, p. 3055–3065, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/ijfs.14949>. Acesso em: 07 jun. 2025.
- LLERAS, E. Considerações sobre distribuição geográfica e taxonomia do guaraná (*Paulliniacupana* var. *Sorbilis*) e taxa afins na Amazônia. In: 1º SIMPÓSIO BRASILEIRO DO GUARANÁ, 1., 1983, Manaus. Anais do 1º SIMPÓSIO BRASILEIRO DO GUARANÁ. Manaus, AM: EMBRAPA-UEPAE de Manaus, 1983. p. 281-292.
- LORENZETTI, Angélica. Efeito do ultrassom na hidrólise enzimática das proteínas do soro lácteo e disponibilidade in vitro. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina, 2018. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/191687>>. Acesso em: 16 out. 2024.
- LOURES, M. M. R.; MINIM, V. P. R.; CERESINO, E. B.; CARNEIRO, R. C.; MINIM, L. A. Análise descritiva por ordenação na caracterização sensorial de iogurte diet sabor morango enriquecido com concentrado protéico do soro. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 31, p. 661- 668, 2010.
- MACFIE, H. J. et al. Designs to balance the effect of order of presentation and first order carryover effects in hall tests. *Journal of Sensory Studies*, v. 4, nº 2, p. 129-148, 1989.
- MACFIE, H. Preference mapping and food product development. Em: *Consumer-Led Food Product Development*. [s.l.] Elsevier, 2007. p. 551–592.
- MASTERS, K. *Spray Drying Handbook*. 4. ed. Londres: George Godwin, 1985.
- MCEWAN, J. A.; SCHLICH, P. Correspondence Analysis in Sensory Evaluation. *Food Quality and Preference*, nº 3, p. 23-36, 1991/1992.
- MENESES, F.; MESSIAS, G. M.; BARROS, N. E. F. Análise sensorial de suco de uva orgânico – Teste de aceitação. *Revista Eletrônica Novo Enfoque*, v.12, n.12, p.01-05, 2011. Disponível em: <<http://www.castelobranco.br/sistema/novo enfoque/files/12/artigos/01.pdf>>. Acesso em: 4 out. 2024.
- MENEZES, E. M. DA S.; TORRES, A. T.; SABAA SRUR, A. U. Valor nutricional da polpa de açaí (*Euterpe oleracea* Mart) liofilizada. *Acta amazonica*, v. 38, n. 2, p. 311–316, 2008.
- MEYNNERS, M.; CASTURA, J. C. Randomization of CATA attributes: Should attribute lists be allocated to assessors or to samples? *Food quality and preference*, v. 48, p. 210–215, 2016.

- MEYNERS, M.; CASTURA, J. C.; CARR, B. T. Existing and new approaches for the analysis of CATA data. *Food Quality and Preference*, v. 30, n. 2, p. 309–319, dez. 2013.
- MINDELO, Vitor et al. ANÁLISE DE UM PROCESSO PRODUTIVO DE POLPAS DE AÇAÍ ATRAVÉS DA SIMULAÇÃO DE EVENTOS DISCRETOS. XXXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, [S. l.], p. 0-0, 16 out. 2018. Disponível em: [https://abepro.org.br/biblioteca/TN\\_STP\\_263\\_512\\_35849.pdf](https://abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_263_512_35849.pdf). Acesso em: 23 set. 2024.
- MINIM, V. P. R. *Análise Sensorial: estudo com consumidores*. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2006. 225 p.
- MINIM, V. P. R. *Análise sensorial: estudos com consumidores*. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2013.
- MINIM, V. P. R.; SILVA, R.C.S.N *Análise Sensorial Descritiva*. Universidade Federal de Viçosa, MG: Ed. UFV, 2016.
- MONTEIRO, J.F.C.G. *Uso de probióticos na prevenção e tratamento de doenças intestinais*. Centro Universitário de Brasília – Faculdade de Ciências da Educação e Saúde. Brasília, 2012.
- MOSKOWITZ, H. R.; JACOBS, B. E.; LAZAR, N. Product response segmentation and the analysis of individual differences in liking. *Journal of food quality*, v. 8, n. 2–3, p. 169–181, 1985.
- MOURA, Mylla Farias Cardoso de. *Avaliação física, química e sensorial de iogurtes enriquecidos com diferentes tipos de proteínas de soro de leite*. 2024. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2024.
- MYERS, J. H.; MULLET, G. M. *Managerial Applications of Multivariate Analysis in Marketing*. Chicago, IL: American Marketing Association, 2003. p. 238–304.
- NAJAFIAN, L.; BABJI, A. S. Production of bioactive peptides using enzymatic hydrolysis and identification antioxidative peptides from patin (*Pangasius sutchi*) sarcoplasmic protein hydolysate. *Journal of functional foods*, v. 9, p. 280–289, 2014.
- NAKATA DA SILVA, Aline Kazumi; BECKMAN, Jacqueline Chaves; RODRIGUES, Antonio Manoel da Cruz; SILVA, Luiza Helena Meller da. Avaliação da composição nutricional e capacidade antioxidante de compostos bioativos da polpa de açaí (*Euterpe oleracea* M.). *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*, Ponta Grossa, v. 11, n. 1, p. 22-31, jan./jun. 2017
- NIELSENIQ. *Estilos de Vida 2024 – Adoção de hábitos saudáveis no Brasil*. NielsenIQ Homescan, 2024. Disponível em: <https://nielseniq.com/global/pt/insights/analysis/2024/os-diferentes-consumidores-saudaveis-no-brasil/>. Acesso em: 07 jun. 2025.
- NONHEBEL, G.; MOSS, A. *Drying of Solids in the Chemical Industry*. Londres: Butterworths, p. 253–263, 1971.
- NORA, F.M.D. *Análise sensorial clássica [livro eletrônico]: fundamentos e métodos*. Canoas, RS: Mérida Publishers, 2021. Disponível em <https://meridapublishers.com/111analise/111analise.pdf#page=63>. Acesso em: 4 out. 2024.

- O'SULLIVAN, M. G. Sensory affective (hedonic) testing. Em: A Handbook for Sensory and Consumer-Driven New Product Development. [s.l.] Elsevier, 2017. p. 39–57.
- OLIVEIRA, A. R. et al. Structural and physicochemical properties of freeze-dried açai pulp (*Euterpe oleracea* Mart.). Food Science and Technology, v. 40, n. 2, p. 282–289, 2020.
- ORDÓÑEZ, J. A. Tecnologia de alimentos: componentes dos alimentos e processos. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. v. 1.
- PAGÈS, J.; HUSSON, F. Inter-laboratory comparison of sensory profiles: methodology and results. Food Quality and Preference, nº 12, p. 297-309, 2001.
- PANESAR, P. S.; KENNEDY, J. F.; GANDHI, D. N.; BUNKO, K. Bioutilisation of whey for lactic acid production. Food Chemistry, v. 105, p. 1-14, 2007.
- PAULA, J. C. J. DE et al. Bebidas lácteas fermentadas: tecnologia, padrões e tendências. repositorio.ufmg.br, 2017.
- PINHEIRO ALVES, M. et al. SORO DE LEITE: TECNOLOGIAS PARA O PROCESSAMENTO DE COPRODUTOS. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, v. 69, n. 3, p. 212, 2 jul. 2014.
- PLINER, P. The Effects of Mere Exposure on Liking for Edible Substances. Appetite, v. 3, n. 3, p. 283–290, set. 1982.
- PORTELA, C. S. da S. et al. Added sugar in coffee beverages: A study with a sample of Brazilian consumers of sweetened and unsweetened coffee. Journal of Sensory Studies, v. 39, n. 2, e12911, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/joss.12911>. Acesso em: 07 jun. 2025.
- PORTINHO, J. A.; ZIMMERMANN, L. M.; BRUCK, M. R. Efeitos Benéficos do Açai. International Journal of Nutrology, v. 05, n. 01, p. 015–020, 2012.
- PRAZERES, A. R.; CARVALHO, F; RIVAS, J. Cheese whey management: A review. Journal of Environmental Management, v. 110, p. 48-68, 15 nov. 2012.
- RANKELL, A. S. et al. Teoria e prática na indústria farmacêutica. Lisboa: Calouste Gulbenkian, 2001. v. 1
- RIBEIRO, FABRICIO et al. HISTÓRIA E MEMÓRIA: UMA HISTÓRIA DOS TRABALHADORES DO AÇAÍ. I ENCONTRO ESTADUAL DA ANPUH-AP, [S. l.], p. 0-0, 5 dez. 2014. Disponível em: [http://encontro2012.rj.anpuh.org/resources/download/1424297735\\_ARQUIVO\\_FabricioRibeiro.pdf](http://encontro2012.rj.anpuh.org/resources/download/1424297735_ARQUIVO_FabricioRibeiro.pdf). Acesso em: 23 set. 2024.
- Rogez, H. Açai: Preparo, Composição e Melhoramento da Conservação; EDUFPA: Belém, Brazil, 313p, 2000.
- SAAD, S. M. I. Probióticos e prebióticos: o estado da arte. Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas. São Paulo, v. 42, n.1, p.1-16, 2006.
- SALZANO Jr I. Nutritional supplements: practical applications in sports, human performance and life extension. Symposium series 007; São Paulo; 1996-2002. p.75-202.
- SCHIMPL, F. C. et al. Guarana: revisiting a highly caffeinated plant from the Amazon. Journal of ethnopharmacology, Lausanne, v. 150, n. 1, p. 14-31, 2013.
- SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. O cultivo e o mercado do guaraná. Disponível em: <http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-cultivo-e-o-mercado-do-guarana>.



guarana,969a9e665b182410VgnVCM100000b272010aRCRD>. Acesso em: 23 set 2024.

- SENAR. Iogurte, bebidas lácteas e doce de leite: produção de derivados do leite. 5. ed. Brasília: SENAR, 2015. 68 p
- SHAW, F. V. Spray drying as an alternative granulation technique. Parikj DM. Handbook of Pharmaceutical Granulation Technology, p. 75–96, 1997.
- SILVA, A. C. B.; BROSLER, E. M.; ALMEIDA, L. B.; REIA, M. Y.; MORATO, R. W. A cadeia de valor do guaraná de Maués. Manaus: IDESAM, 2018a. 82 p
- SILVA, C. P. et al. Polyphenols from guaraná after in vitro digestion: Evaluation of bioaccessibility and inhibition of activity of carbohydrate-hydrolyzing enzymes. Food Chemistry, Barking, v. 267, p. 405-409, 2018b.
- SILVA, J. F.; FERREIRA, A. P.; COSTA, M. R. C. Quality of artisan production yogurt in the communities of Xai-Xai. International Journal of Life Science Research Archive, v. 3, n. 2, p. 47–56, 2022.
- SIVIERI, K.; OLIVEIRA, M. N. Avaliação da vida-de-prateleira de bebidas lácteas preparadas com "fat replacers" (Litesse e Dairy-lo). Ciência e Tecnologia de Alimentos. Campinas, vol.22, n.1, p. 24-31, jan./abril. 2002.
- SMITH, N.; ATROCH, A. L. Guaraná's Journey from Regional Tonic to Aphrodisiac and Global Energy Drink. Evidence-based complementary and alternative medicine, Oxford, v. 7, n. 3, p. 279–282, 2010.
- SOUZA, R. S. C. DE et al. Avaliação do potencial antioxidante de proteínas do soro de leite concentradas por ultrafiltração e hidrolisadas por diferentes proteases comerciais. Brazilian journal of food technology, v. 22, 2019
- STONE, H.; BLEIBAUM, R. N.; THOMAS, H. A. Sensory Evaluation Practices. Academic Press, 4 ed., 2012.
- STONE, H.; SIDEL, J. L. Sensory Evaluation Practices. Redwood City: Academic Press Inc., Tragon Corporation, 2004. v. 408
- STRONG, L. A. G. The Story of Sugar. Londres: Academic Press, 1954.
- SUFRAMA. Superintendência da Zona Franca de Manaus. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Potencialidades Regionais. Estudo de viabilidade econômica. Vol. 6. Guaraná. 2003.
- SWAISGOOD, H.E. Characteristics of milk. In: FENNEMA, O. R. Food Chemistry, New York: Marcel Dekker, p. 841-878, 1996.
- TAMIME, A. Y. Yogurt: Science and Technology. 2. ed. Woodhead Publishing, 2006.
- TAVARES, Geraldo dos Santos et al. ANÁLISE DA PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE AÇAÍ NO ESTADO DO PARÁ, BRASIL. International Journal of Development Research, [S. l.], p. 35215-35221, 1 abr. 2020. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/341100106\\_ANALISE\\_DA\\_PRODUCAO\\_E\\_CO\\_MERCIALIZACAO\\_DE\\_ACAI\\_NO\\_ESTADO\\_DO\\_PARA\\_BRASIL/link/5ead596045851592d6b21e17/download](https://www.researchgate.net/publication/341100106_ANALISE_DA_PRODUCAO_E_CO_MERCIALIZACAO_DE_ACAI_NO_ESTADO_DO_PARA_BRASIL/link/5ead596045851592d6b21e17/download). Acesso em: 23 set. 2024.

- TEIXEIRA, L.V. Análise sensorial na indústria de alimentos. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, v.64, p.1-14, 2009.
- THAMER, K. G.; PENNA, A. L. B. Caracterização de bebidas lácteas funcionais fermentadas por probióticos e acrescidas de prebiótico. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v.26, n.3, p.589-595, 2006.
- TORREZAN, R. Lácteos. *Tecnologia de Alimentos*, Agência Embrapa de Informação Tecnológica (AGEITEC), 2021. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/tecnologia-de-alimentos/processos/grupos-de-alimentos/lacteos>>. Acesso em 24 de maio de 2025.
- TULLIO, L. T. Isolamento e Caracterização do Glicomacropéptido do Soro de Leite. Dissertação (Mestrado em Tecnologia em Alimentos), Universidade Federal do Paraná, 97 p. 2007.
- TUORILA, H. et al. Food neophobia among the Finns and related responses to familiar and unfamiliar foods. *Food Quality and Preference*, v. 12, n. 1, p. 29–37, jan. 2001.
- TUORILA, H. et al. Role of Sensory and Cognitive Information in the Enhancement of Certainty and Linking for Novel and Familiar Foods. *Appetite*, v. 23, n. 3, p. 231–246, dez. 1994.
- VALENTIN, D.; CHOLLET, S.; LELIÈVRE, M.; ABDI, H. Quick and dirty but still pretty good: a review of new descriptive methods in food science. *International Journal of Food Science & Technology*, v. 47, n. 8, p. 1563-1578, 2012.
- VERDI, Kátia J. Produção e caracterização de peptídeos de soro de leite em reator enzimático de membrana utilizando hidrólise sequencial. Dissertação (Mestrado). Universidade de Passo Fundo, 2017. Disponível em: <<http://tede.upf.br:8080/jspui/handle/tede/1284>>. Acesso em: 16 out. 2024
- WAJROCK, S. et al. Partitioning methods outperform hierarchical methods for clustering consumers in preference mapping. *Food quality and preference*, v. 19, n. 7, p. 662–669, 2008.
- WALSTRA, Pieter; JENNESS, Richard. *Dairy chemistry and physics*. New York: John Wiley & Sons, 2006.
- YAMAGUCHI, K. K. DE L. et al. Amazon acai: Chemistry and biological activities: A review. *Food chemistry*, v. 179, p. 137–151, 2015.
- YONEKURA, L. et al. Bioavailability of catechins from guarana (*Paullinia cupana*) and its effect on antioxidant enzymes and other oxidative stress markers in healthy human subjects. *Food & function*, Cambridge, v. 7, n. 7, p. 2970-2978, 2016.
- ZHANG, X.; ZHANG, Y.; LI, G.; et al. Metabolic profiles of carbohydrates in *Streptococcus thermophilus* MN-ZLW-002 during pH-controlled batch fermentation. *Frontiers in Microbiology*, v. 10, p. 2275, 2019.