

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA**

**Intervalos de confiança percentis por reamostragem Bootstrap para dados de  
Temporal Dominance of Sensations**

Alex da Silva Temóteo  
*Doctor Scientiae*

**VIÇOSA - MINAS GERAIS  
2023**

**ALEX DA SILVA TEMÓTEO**

**Intervalos de confiança percentis por reamostragem Bootstrap para dados de  
Temporal Dominance of Sensations**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Estatística Aplicada e Biometria, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

Orientador: Carlos H. Osorio Silva

Coorientadores: Valeria P. R. Minim  
Eduardo Campana  
Barbosa

**VIÇOSA - MINAS GERAIS  
2023**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade  
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

Temoteo, Alex da Silva, 1977-  
T281i            Intervalos de confiança percentis por reamostragem  
2023            Bootstrap para dados de Temporal Dominance of Sensations /  
                 Alex da Silva Temoteo. – Viçosa, MG, 2023.  
                 1 tese eletrônica (52 f.): il. (algumas color.).

Inclui apêndice.

Orientador: Carlos Henrique Osório Silva.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa,  
Departamento de Estatística, 2023.

Referências bibliográficas: f. 44-46.

DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2025.018>

Modo de acesso: World Wide Web.

1. Análise de séries temporais. 2. Amostragem (Estatística).  
3. Suco de uva - Avaliação sensorial - Métodos estatísticos.  
4. Teste qui-quadrado. I. Silva, Carlos Henrique Osório, 1966-.  
II. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Estatística.  
Programa de Pós-Graduação em Estatística Aplicada e  
Biometria. III. Título.

CDD 22. ed. 519.55

**ALEX DA SILVA TEMÓTEO**

**Intervalos de confiança percentis por reamostragem Bootstrap para dados de  
Temporal Dominance of Sensations**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Estatística Aplicada e Biometria, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 27 de fevereiro de 2023.

Assentimento:

---

Alex da Silva Temóteo  
Autor

---

Carlos Henrique Osorio Silva  
Orientador

Essa tese foi assinada digitalmente pelo autor em 14/01/2025 às 18:27:45 e pelo orientador em 14/01/2025 às 19:36:13. As assinaturas têm validade legal, conforme o disposto na Medida Provisória 2.200-2/2001 e na Resolução nº 37/2012 do CONARQ. Para conferir a autenticidade, acesse <https://siadoc.ufv.br/validar-documento>. No campo 'Código de registro', informe o código **PO1T.Q6X1.48VH** e clique no botão 'Validar documento'.

Aos meus pais, filha e irmão.

## AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

A Deus, pois é possível sim acreditar em Deus e na ciência.

À minha mãe, Inez, pelo carinho, preocupação e apoio durante todo o meu trajeto acadêmico.

À minha filha, Isabelly, que durante este ano de 2022 tive o prazer de ficar sempre ao seu lado, aumentando os laços de carinho, cumplicidade e responsabilidade.

Ao meu pai, José Gerônimo, e ao meu irmão, Klewer, pelos breves momentos vividos durante minhas rápidas visitas.

Ao professor Carlos Henrique (CHOS) pela orientação e amizade.

Ao professor Eduardo Campana, pela coorientação e amizade. Pela imersão no mundo das bicicletas e pela companhia nos pedais que fizemos ao longo da pandemia, mesmo ele tendo desistido deste esporte, que pra mim foi uma grande ajuda.

Aos membros da banca, pelas contribuições para melhoria deste trabalho.

À Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade de realizar a pós-graduação.

Ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG), pela concessão da licença que tornou esta capacitação uma realidade.

À professora Valéria Minim, pela disponibilidade dos dados e pela coorientação.

À doutoranda Ludmylla Crepalde, por ter me fornecido o banco de dados e por estar sempre disponível para esclarecer minhas dúvidas.

Ao Grupo de Estudos em Estatística Aplicada e Biometria (GESTBIO), pelos conhecimentos adquiridos e pelas sinceras amizades nele criada.

Aos amigos que frequentavam minha casa em Viçosa durante os jantares, com boa comida, boa cerveja e boa conversa.

Ao Júnior, secretário do PPESTBIO, por estar disponível durante as necessidades acadêmicas e pela amizade.

Aos meus companheiros de área no CEFET-MG, que não mediram esforços para que meu afastamento fosse o mais imediato possível.

Aos professores do Departamento de Formação Geral do CEFET-MG campus Leopoldina, por acreditarem em mim e aprovarem meu afastamento para capacitação.

À Isabela, presente que o ano de 2022 me deu, companheira e parceira de vida, pela paciência que teve comigo nos momentos mais complicados durante a escrita da tese, pela convivência com a Dona Marli, Pedro, João

e Gabriel.

Aos amigos do grupo de pedal (Douglas, Fabiano, Marcelo, Pepê, Pulê, Rafael Valentim, Raphael Franzoni e Rodrigo) pelos importantes e essenciais momentos de descontração ao fazer os pedais em grupo.

Aos amigos do Bike Gourmet (Fabiano e Pulê), pelos momentos de boa comida, cerveja, pedal e reclamações do Pulê.

À Clara, minha prima, mãe e amiga que é minha inspiração.

Aos amigos que conviveram comigo durante esse período, vivenciando comigo essa etapa tão importante da minha vida.

E a todos que torceram por mim, que vivenciaram minha trajetória, direta ou indiretamente. Guardo cada um de vocês em meu coração.

“O erro acontece de vários modos, enquanto ser correto é possível apenas de um modo”.  
(Aristóteles)



## RESUMO

TEMÓTEO, Alex da Silva, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2023. **Intervalos de confiança percentis por reamostragem Bootstrap para dados de Temporal Dominance of Sensations**. Orientador: Carlos Henrique Osorio Silva. Coorientadores: Valeria Paula Rodrigues Minim e Eduardo Campana Barbosa.

Temporal Dominance of Sensations (TDS) é um método de análise sensorial, em que se avalia a percepção dos atributos (sensações) durante um determinado período de tempo pré-fixado, em que o avaliador fica exposto ao produto. Essa avaliação consiste em atribuir 1 (um) para a sensação sentida e automaticamente 0 (zero) para as sensações não sentidas durante o tempo de avaliação. No presente estudo foram avaliadas cinco bebidas de uva com diferentes proporções de água e açúcar, chamadas de A, B, C, D e E. Com o objetivo de conhecer o atributo dominante entre “ácido”, “adstringente”, “aroma”, “doce” e “sabor”. Gerou-se bancos de dados com 46 segundos (0 – 45) para 16 avaliadores com 3 repetições para as 5 sensações pré-definidas mais uma coluna com “nenhuma sensação”. Foram geradas curvas para cada atributo por meio da proporção em que os avaliadores atribuíram o valor 1 para a sensação sentida em cada instante de tempo e plotadas em um mesmo gráfico. Com essas curvas determinou-se quais sensações e em quais instantes atingiram a proporção mínima para ser considerada uma sensação dominante. De posse dos dados coletados para a TDS, aplicou-se o teste de Qui-quadrado para aderência e avaliou-se em quais instantes de tempo, pelo menos uma sensação, foi considerada diferente das demais. Neste trabalho, optou-se por apresentar somente os resultados para os instantes de tempo de 13 segundos para a bebida A e de 10 segundos para a bebida C, com a finalidade de apresentar o método que é válido para os demais tempos e bebidas. Aplicou-se o método de reamostragem Bootstrap em cada linha para construir intervalos de confiança percentis e a distribuição empírica dos dados. De posse dos intervalos de confiança, pôde-se inferir sobre quais sensações diferem estatisticamente, ou não, das demais e quais foram consideradas dominante pela TDS. Os resultados obtidos com os intervalos de confiança via Bootstrap, estão em acordo com as curvas construídas nas análises TDS empregadas atualmente na área de ciência e tecnologia de alimentos, que são apenas descritivas, portanto, a proposta apresentada é uma alternativa de análise inferencial para estudos com TDS.

Palavras-chave: análise sensorial; suco de uva; qui-quadrado; bootstrap; temporal dominance of sensations

## ABSTRACT

TEMÓTEO, Alex da Silva, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2023. **Bootstrap percentile confidence intervals for Temporal Dominance of Sensations data**. Adviser: Carlos Henrique Osorio Silva. Co-advisers: Valeria Paula Rodrigues Minim and Eduardo Campana Barbosa.

Temporal Dominance of Sensations (TDS) is a method of sensory analysis, in which the perception of attributes (sensations) is evaluated during a certain pre-fixed period of time, in which the evaluator is exposed to the product. This evaluation consists of assigning 1 (one) to the sensation felt and automatically 0 (zero) to the sensations not felt during the evaluation time. In the present study, five grape beverages with different proportions of water and sugar, called A, B, C, D and E, were evaluated. In order to know the dominant attribute between "acidic", "astringent", "aroma", "sweet" and "taste". Databases with 46 seconds (0 – 45) were generated for 16 evaluators with 3 repetitions for the 5 predefined sensations plus a column with "no sensation". Curves were generated for each attribute by means of the proportion in which the evaluators attributed the value 1 to the sensation felt at each instant of time and plotted on the same graph. With these curves, it was determined which sensations and at which moments reached the minimum proportion to be considered a dominant sensation. With the data collected for the TDS, the chi-square test for adherence was applied and it was evaluated at which time instants, at least one sensation, was considered different from the others. In this study, we chose to present only the results for the time instants of 13 seconds for drink A and 10 seconds for drink C, in order to present the method that is valid for the other times and drinks. The Bootstrap resampling method was applied to each row to construct percentile confidence intervals and the empirical distribution of the data. With confidence intervals, it was possible to infer which sensations differed statistically or not from the others and which were considered dominant by the TDS. The results obtained with the confidence intervals via Bootstrap are in agreement with the curves constructed in the TDS analyses currently employed in the area of food science and technology, which are only descriptive, therefore, the proposal presented is an alternative of inferential analysis for studies with TDS.

Keywords: sensory analysis; grape juice; chi-square; bootstrap; temporal dominance of sensations

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - a) Avaliador durante teste de análise sensorial e b) tela do software SensoMaker .	14
Figura 2 - Curvas TDS para os atributos pastoso (azul), doce (vermelho) e pegajoso (verde), de um determinado produto. ....	15
Figura 3 - Curvas TDS para os atributos gosto ácido (vermelho), adstringência (verde), aroma de uva (azul), gosto doce (amarelo), sabor de uva (roxo), linha do nível de chance (...) e linha do nível de significância (---) para a bebida A do painel consumidor. ....	15
Figura 4 - Gráficos das curvas TDS do painel consumidor para as bebidas A e C. ....	24
Figura 5 - Distribuição ao longo do tempo da percepção de todos os avaliadores para todas as sensações para todas as bebidas A, B, C, D e E simultaneamente. ....	31
Figura 6 - Distribuição da percepção de todos os avaliadores para todas as sensações ao longo do tempo para cada bebida A, B, C, D e E separadamente. ....	32
Figura 7 - Intervalos de confiança <i>Bootstrap</i> para as sensações no tempo 13 segundos para a bebida A. ....	38
Figura 8 - Intervalos de confiança <i>Bootstrap</i> para as sensações no tempo 10 segundos para a bebida C. ....	39
Figura 9 - Distribuições empíricas das sensações para a bebida A no instante de tempo de 13 segundos. ....	41
Figura 10 - Distribuições empíricas das sensações para a bebida C no instante de tempo de 10 segundos. ....	42

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição das bebidas utilizadas na TDS e suas respectivas nomenclaturas.....	22
Tabela 2 - Proporção de avaliadores que assinalaram o atributo como dominante (Taxa de Dominância) observados em cada instante de tempo, valores utilizados no teste de Qui-quadrado para a bebida A.....	26
Tabela 3 - Proporção de avaliadores que assinalaram o atributo como dominante (Taxa de Dominância) observados em cada instante de tempo, valores utilizados no teste de Qui-quadrado para a bebida C.....	27
Tabela 4 – Resumo dos testes de Qui-quadrado para cada instante de tempo em que pelo menos uma sensação foi percebida, para a bebida A com as cinco sensações, o valor de $\chi_0^2$ e o $p$ valor.....	33
Tabela 5 – Resumo dos testes de Qui-quadrado para cada instante de tempo em que pelo menos uma sensação foi percebida, para a bebida C com as cinco sensações, o valor de $\chi_0^2$ e o $p$ valor.....	34

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ADST	Adstringente.
IC	Intervalo de Confiança.
TDS	<i>Temporal Dominance of Sensations.</i>
TI	Tempo Intensidade.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	13
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	13
2.1 Temporal dominance of sensations .....	13
2.2. Teste de Qui-Quadrado .....	17
(1).....	18
(2).....	20
(3).....	20
(4).....	20
(5).....	21
(6).....	21
3.MATERIAIS E MÉTODOS.....	22
3.1. Dados utilizados .....	22
<b><math>p = 1na</math></b> .....	24
(7).....	24
<b><math>Ps = p + 1,645p(1 - p)n</math></b> .....	24
(8).....	24
(9).....	25
3.2. Teste Qui-quadrado para aderência.....	25
3.3. Reamostragem <i>Bootstrap</i> .....	28
(10).....	29
3.4. Aspectos computacionais.....	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
4.1 Análise exploratória dos dados .....	30
4.2 Teste de qui-quadrado para aderência.....	33
4.3 Método <i>Bootstrap</i> .....	35
5. CONCLUSÕES .....	43
6- REFERÊNCIAS .....	44
7- APÊNDICE.....	47

## 1. INTRODUÇÃO

A análise sensorial é uma ciência que estuda o processo de percepção dos seres humanos com relação aos estímulos visuais, olfativos, gustativos, auditivos e táteis, originados por diferentes produtos por meio de testes afetivos, discriminativos ou descritivos. Os testes afetivos são utilizados para avaliar a preferência e/ou aceitação dos mesmos (CREPALDE et al., 2021). Os testes discriminativos visam identificar diferenças entre amostras, que podem ser qualitativas ou, algumas vezes, quantitativas. Os métodos descritivos descrevem as características do produto (sabor, odor, textura e cor) e medem sua intensidade (notas ou *scores* de preferência).

As análises descritivas podem ser avaliadas em dois contextos, pontual ou temporal. No contexto pontual qualifica-se os atributos de aparência, aroma, sabor e textura do alimento e/ou quantifica-se as intensidades destes atributos. Já no contexto temporal, foco desse trabalho, nos quais os estudos denominados como *Temporal Dominance of Sensations* (TDS) se incluem, avalia-se a percepção dos atributos durante um determinado período de tempo pré-fixado, em que o avaliador fica exposto ao produto (CREPALDE, 2018).

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Temporal dominance of sensations

O trabalho pioneiro de TDS na Ciência e Tecnologia de Alimentos foi apresentado no *Fifth Pangborn Symposium*, em julho de 2003, com o título: *Temporal dominance of sensations: A new technique to record several sensory attributes simultaneously over time* (PINEAU, SCHLICH E CORDELLE, 2003). Nesse estudo, os autores apresentaram uma nova metodologia descritiva para avaliar vários atributos sensoriais (multi-atributo) ao longo do tempo, de forma mais simples (via uma *interface* mais amigável do avaliador com o computador), rápida e eficaz, principalmente quando comparada a outros métodos tradicionais, como o de TI ou Tempo-Intensidade (NEILSON, 1958), que busca analisar a evolução temporal de um único atributo sensorial por avaliação.

Mais especificamente, conforme descrito em Pineau et al. (2009), a aplicação da TDS consiste em apresentar a amostra de um produto, a um grupo de avaliadores (repetições), todos instruídos e devidamente capacitados para conduzirem a avaliação de interesse referente

ao conjunto de atributos sensoriais previamente definidos que compõem o produto. O número de avaliadores é definido de acordo com algum delineamento experimental apropriado. Esse produto foi então degustado por esses avaliadores, que em seguida, após a degustação, cada avaliador separadamente, e em cada instante de tempo pré-estabelecido [que pode variar de acordo com a experiência do pesquisador, como de 45 segundos (CREPALDE et al., 2021), de 60 segundos (LENFANT et al., 2009) ou 70 segundos (PIENAU et al., 2009)], informou a sua percepção sensorial ou o atributo considerado dominante no produto avaliado em cada instante de tempo por meio de um *software* especializado. A Figura 1 ilustra esse procedimento utilizando o *software* livre *SensoMaker* (NUNES E PINHEIRO, 2012).

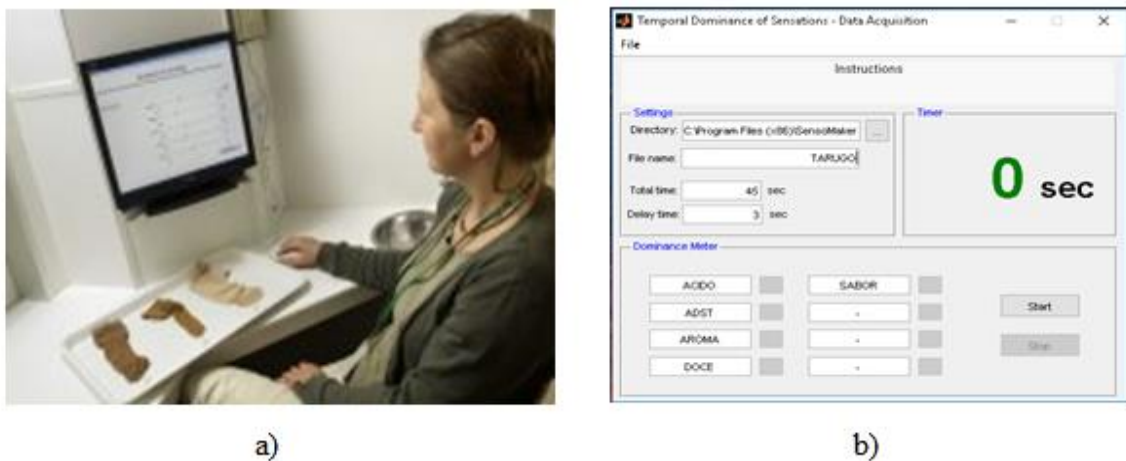


Figura 1 - a) Avaliador durante teste de análise sensorial e b) tela do software SensMaker

Fonte: a): Google. b): Elaborado pelo autor

Após a coleta dos dados são geradas as curvas da *TDS*, que propiciam uma análise descritiva do perfil sensorial temporal do produto. Basicamente, uma curva é gerada para cada atributo, porém, todas essas curvas são apresentadas em um mesmo gráfico, conforme ilustra a Figura 2. Note que para cada instante do tempo (eixo das abscissas do gráfico) é computada a proporção de avaliadores (eixo das ordenadas do gráfico) que assinalou aquele atributo como dominante.



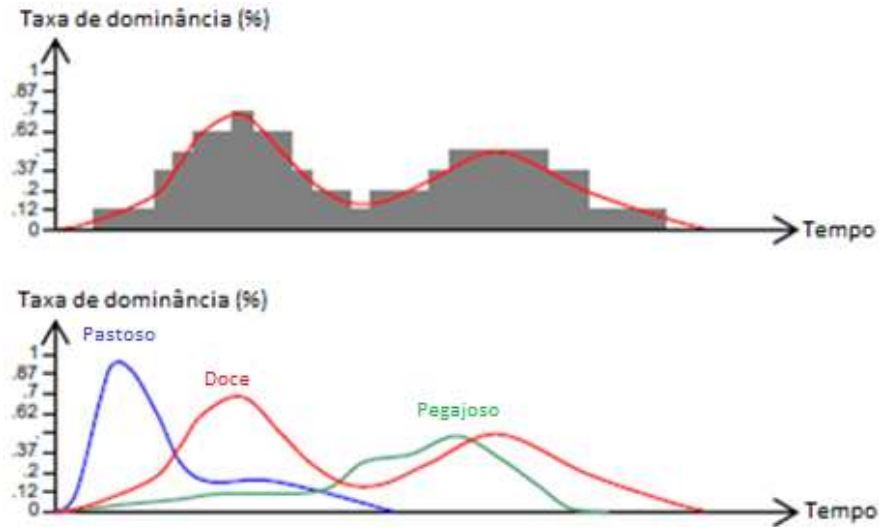


Figura 2 - Curvas TDS para os atributos pastoso (azul), doce (vermelho) e pegajoso (verde), de um determinado produto.  
Fonte: Pineau et al. (2009).

Os gráficos das curvas TDS possuem duas linhas contínuas, como visto na Figura 3.

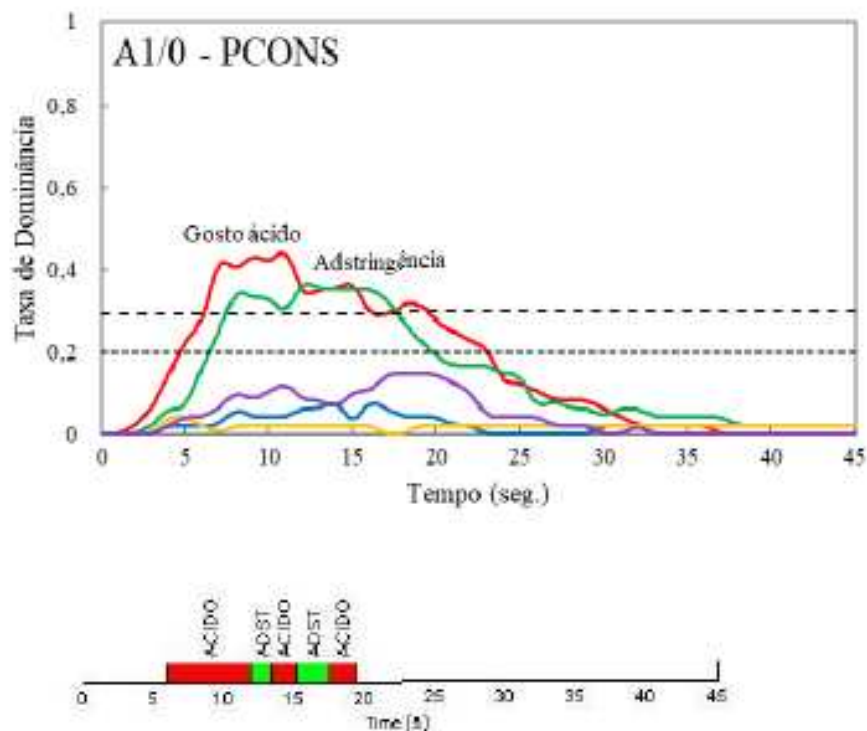


Figura 3 - Curvas TDS para os atributos gosto ácido (vermelho), adstringência (verde), aroma de uva (azul), gosto doce (amarelo), sabor de uva (roxo), linha do nível de chance (...) e linha do nível de significância (---) para a bebida A do painel consumidor.  
Fonte: Crepalde (2018)

Desde a primeira apresentação da TDS na área de Ciência e Tecnologia dos Alimentos, muitos estudos têm sido propostos para otimizar a sua eficiência, principalmente no que se refere a definição de protocolos mais adequados para a sua aplicação. Por exemplo, segundo Pineau et al. (2009), a TDS possibilita a avaliação de até 10 atributos, uma vez que acima deste limite torna-se desgastante e complexa a realização dessa tarefa. No entanto, Nora (2021), discute a possibilidade de avaliar até 12 atributos simultaneamente. Além disso, discordâncias sobre o número de amostras (avaliadores x repetições) são também encontradas. Pineau et al. (2009) sugerem que sejam coletadas um número  $n$  de amostras, tal que a condição  $np(1 - p) > 5$  seja atendida, em que  $p$  é a probabilidade de ocorrer um sucesso, isto é, a probabilidade de um atributo ser selecionado aleatoriamente como dominante, admitindo que todos os atributos são equiprováveis. Já Nora (2021) considera que são necessárias no mínimo 30 avaliações.

Adicionalmente, a importância da aleatorização ou de se mudar a ordem de apresentação dos produtos quando são apresentados aos avaliadores também é um ponto importante, uma vez que essa ordem, se não alterada, pode induzir a algum tipo de viés psicológico na avaliação dos mesmos. O estudo pioneiro sobre delineamentos experimentais foi o de Williams (1949), que propôs um delineamento em quadrado latino quando o número de amostras em estudo é par e um delineamento com dois quadrados latinos quando o número de amostras é ímpar. No entanto, na área de Tecnologia de Alimentos, foram MacFie et al. (1989) que aplicaram esses delineamentos a situações práticas e reais. A ideia da aplicação desses delineamentos é que a ordem de apresentação de cada amostra seja diferente para cada avaliador. Além disso, cada amostra aparece precedida e sucedida por todas as demais o mesmo número de vezes. Vale também mencionar que, delineamentos mais complexos, como o proposto por Patterson e Thompson (1971), que combinam o uso do delineamento de Williams com delineamento em blocos incompletos balanceados, também são empregados em situações reais, porém, com menor frequência.

Com relação aos *softwares* para coleta e análises dos dados de TDS, o *software* FIZZ (*FIZZ Biosystèmes, Couternon, France*) (BIOSYSTÈMES, 2009), foi o primeiro disponível (no ano de 1989) para realizar a coleta e análise de dados. No entanto, atualmente, já há no mercado uma gama de *softwares* para coletar e analisar os dados de TDS, em sua maioria livres e com interfaces amigáveis, que acompanharam as necessidades dos usuários, a evolução da tecnologia e das metodologias de coleta, como é o caso do *software* *SensoMaker* (NUNES E PINHEIRO, 2012), utilizado para a coleta dos dados de TDS no presente trabalho.

Outros *softwares* para obter e analisar os dados da TDS, que também merecem destaque pela quantidade de citações em artigos, são os seguintes: SIMS (*The Sensory Information Management System*) (SIMS, 2021) e TimeSens (TimeSens, 2020). Alternativamente aos *softwares* específicos para a TDS, o *software* livre R (*package “tempR”* e função “*get.significance*”) (R Core Team, 2023) e o SAS (*Statistical Analysis System*) (*proc TRANSREG*) (SAS Institute Inc, 2013), que são *softwares* estatísticos, também podem ser utilizados para as análises dos dados obtidos nos estudos com TDS.

Foram encontrados trabalhos com TDS que envolvem histogramas, Análise de agrupamentos, Análise de componentes principais, ANOVA, MANOVA, Testes de comparações múltiplas de média (Teste de Tukey), Análise de variáveis canônicas (CVA), teste T<sup>2</sup>-Hotteling, aproximação de Monte Carlo, Teste F e cadeias de semi-Markov, em trabalhos de Crepalde (2018), Oberrauter et al (2018), Lecuelle et al (2018), Lorido, Estévez e Ventana (2018) e Visalli et al (2020).

## 2.2. Teste de Qui-Quadrado

O teste de Qui-quadrado ( $\chi^2$ ) para aderência, ou teste para a qualidade do ajuste de uma distribuição de frequências observadas a uma distribuição de frequências esperadas, foi implementado pela primeira vez por Karl Pearson no ano de 1900 (PEARSON, 1900). É um teste não paramétrico, pois a distribuição de sua estatística, sob a condição de que a hipótese nula seja verdadeira, não depende de nenhuma pressuposição paramétrica ou distribucional dos dados.

O teste de Qui-quadrado para aderência ou homogeneidade, visa testar hipóteses sobre a igualdade de duas ou mais proporções populacionais, utilizando como valores amostrais as frequências observadas para a realização de um evento e como frequências teóricas as frequências esperadas sob uma determinada distribuição de probabilidades. Basicamente, a hipótese nula ( $H_0$ ) e a hipótese alternativa ( $H_1$ ) para o teste de aderência são:

$$\begin{cases} H_0: p_1 = p_2 = \dots = p_k \\ H_1: \text{Pelo menos uma das proporções difere} \end{cases}$$

em que  $p_k$  é a proporção teórica de elementos classificados ou associados a  $k$ -ésima categoria.

Para definição da estatística do teste, admita que  $n$  observações (em que  $n$  é um valor fixado à priori pelo pesquisador) sejam agrupadas em  $k$  categorias mutuamente exclusivas, cujas frequências observadas são especificadas por  $O_i$  e as frequências esperadas por  $E_i$ , para  $i = 1, 2, \dots, k$ . A decisão do teste deve ser concluída sobre os desvios  $O_i - E_i$ . Porém, a soma desses desvios é nula. Por esse motivo o teste elaborado por Karl Pearson, trabalha com a soma dos quadrados desses desvios, normalizados pela frequência esperada, isto é:

$$Q = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \xrightarrow{d} \chi_{k-1}^2. \quad (1)$$

Pearson mostrou que, assintoticamente, a estatística  $Q$  desse teste se distribui segundo o modelo de Qui-quadrado, com  $k - 1$  graus de liberdade. Adicionalmente, cada frequência esperada ou cada  $E_i$  é obtida a partir de, ou sob  $H_0$  verdadeira, isto é:

$$E_i = n \times p_i, \quad i = 1, 2, \dots, k$$

Observe que valores grandes ou valores extremos de  $Q$  indicam diferenças entre a distribuição das frequências observadas e das esperadas, conduzindo o pesquisador a rejeição da hipótese de nulidade. O valor-p ou o nível crítico ou a probabilidade de significância, regra clássica e usualmente empregada para a tomada de decisão em um teste de hipótese com nível  $\alpha$  de significância, é definido por:

$$valor - p = P\{Q - E(Q) \geq q_{\text{obs}} - E(Q)\}$$

$$valor - p = P\{Q \geq q_{\text{obs}}\}$$

em que  $E(Q) = E(\chi_{k-1}^2) = k - 1$ . Nesse sentido, a hipótese de nulidade ou  $H_0$  será rejeitada se  $valor - p = P\{Q \geq q_{\text{obs}}\} \leq \alpha$ .

### 2.3. Reamostragem com reposição ou Bootstrap

O método *Bootstrap* foi inicialmente proposto por Efron (1979) com a finalidade de obter informações de características da distribuição de uma variável aleatória. É uma alternativa metodológica que permite obter a distribuição empírica de um determinado estimador ou a distribuição empírica de uma determinada estatística ou função dos valores amostrais. Nesse método as distribuições empíricas de interesse são estimadas a partir de reamostras dos dados com reposição. Sua principal vantagem com relação a outras alternativas teóricas é que o método *Bootstrap* não requer que se conheça a distribuição amostral de um estimador ou de uma estatística, sendo esse um ponto importante, já que essa tarefa muitas vezes não é trivial. Consequentemente, devido a predição das distribuições empíricas, pode-se acessar estimativas de erro-padrão de qualquer estatística de interesse e obter intervalos de confiança para as mesmas, o que proporciona ao pesquisador a possibilidade de realizar testes de hipóteses e comparações estatísticas (COSTA, 2011).

No estudo feito por TACHI e OKAMOTO (2015), aplicou o método Bootstrap às curvas TDS das respostas ao consumo de morangos e ameixas em conserva. Com a necessidade de aumentar o número de amostras, a reamostragem foi feita para obter 51 amostras com substituições do conjunto amostral original (17 participantes, 3 repetições, 51 amostras no total) para elaborar um conjunto de curvas TDS. Em seguida, esse processo foi repetido por dez vezes, para obter os dez conjuntos de curvas TD.

Novamente, SHIMAOKA, N. et al. (2022), em continuidade ao estudo já iniciado no trabalho anterior, relacionou os resultados da TDS aplicados a morangos para dois grupos formados por atributos primários e multissensoriais, respectivamente, usando análise de correlação canônica. Este método liga os dois grupos usando variáveis latentes, o que explica as relações entre múltiplas variáveis nos dois grupos. Um dos métodos usados foi a reamostragem Bootstrap, em que foram reamostradas 51 amostras com substituições do conjunto amostral original (17 participantes, 3 repetições, 51 amostras no total) para calcular um conjunto de curvas TDS. Em seguida, repetiram esse processo dez vezes. Posteriormente, obtiveram dez conjuntos de curvas TDS. Os modelos ajudaram a entender e alavancar os valores sensoriais dos produtos alimentícios.

No contexto frequentista, o método *Bootstrap* pode ser realizado sob o enfoque paramétrico ou não paramétrico (CAETANO, 2007). O enfoque paramétrico é adotado quando existem informações sobre a distribuição de probabilidade da população de interesse

ou da variável aleatória  $X$  de interesse, e assim, as reamostras são geradas a partir da respectiva distribuição de probabilidades acumuladas ou  $F_X(x)$  do modelo probabilístico adotado, distribuição essa que já é conhecida ou documentada na literatura. Já no enfoque não-paramétrico, foco desse trabalho, as reamostras são obtidas com reposição a partir da amostra original (BARBOSA, 2017). Mais especificamente, a ideia principal desse enfoque é que a reamostragem seja realizada a partir da distribuição de probabilidades acumulada da amostra original, ou seja, reamostrando a partir de  $F_n$ .

O método *Bootstrap* não paramétrico consiste em considerar inicialmente uma amostra  $\mathbf{X} = (x_1, x_2, \dots, x_n)^T$  de observações independentes e identicamente distribuídas (i.i.d.). A partir dessa amostra original geram-se  $M$  reamostras *Bootstrap* com reposição, definidas por  $\mathbf{X}_i^* = (x_{1i}^*, x_{2i}^*, \dots, x_{ni}^*)^T$ , para  $i = 1, 2, \dots, M$ . Basicamente, cada uma dessas  $M$  reamostras são reorganizações da amostra original  $\mathbf{X}$ , com reposição e de mesmo tamanho  $n$ , admitindo que cada particular valor de  $x_i$  tem a mesma probabilidade,  $\frac{1}{n}$ , de pertencer a uma determinada reamostra.

Admita então que  $\theta$  seja um parâmetro de interesse da população sob a qual a amostra original foi retirada. Admita ainda que o estimador de  $\theta$  seja  $\hat{\theta} = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ , ou seja, uma função dos valores amostrais. Logo, em cada rodada do método *Bootstrap*, a estimativa de  $\theta$  na  $i$ -ésima reamostra é obtida e definida como  $\hat{\theta}_i^*$ . O resultado final desse algoritmo fornece ao analista um conjunto de  $M$  estimavas *Bootstrap* de  $\theta$ , ou  $M$  valores de  $\hat{\theta}^*$ , que constituem a distribuição empírica estimada ou aproximada de  $\theta$ . A partir desse conjunto de valores tem-se, respectivamente, as estimativas *Bootstrap* de média, variância, erro padrão da média e o viés:

$$\overline{\hat{\theta}^*} = \hat{\theta}_B = \hat{E}(\hat{\theta}^*) = \frac{1}{M} \sum_{b=1}^M \hat{\theta}^{(b)}, \quad (2)$$

$$\widehat{Var}(\hat{\theta}^*) = \frac{\sum_{k=1}^M (\hat{\theta}_k^* - \hat{\theta}_B)^2}{M-1}, \quad (3)$$

$$\widehat{DP}(\hat{\theta}^*) = \sqrt{\widehat{Var}(\hat{\theta}^*)}, \quad (4)$$

$$\hat{B}(\hat{\theta}^*) = \hat{\theta}_B - \hat{\theta}. \quad (5)$$

Os intervalos de confiança percentis foram definidos pelos percentis da distribuição empírica de  $\hat{\theta}^*$ . Logo, considere os valores  $\hat{\theta}_{(1)}^*, \hat{\theta}_{(2)}^*, \dots, \hat{\theta}_{(M)}^*$ , tal que  $\hat{\theta}_{(1)}^* \leq \hat{\theta}_{(2)}^* \leq \dots \leq \hat{\theta}_{(M)}^*$  (menor ou igual em todos os sinais) sejam as estatísticas de ordem da distribuição de  $\hat{\theta}^*$ . O intervalo com  $100(1 - \alpha)\%$  de confiança para o parâmetro  $\theta$  é definido conforme em (6), citando Efron (1981):

$$IC_{(1-\alpha)}(\theta) = [\hat{\theta}_{(L)}^*; \hat{\theta}_{(U)}^*], \quad (6)$$

em que  $L = \lfloor \frac{(M+1)\alpha}{2} \rfloor$ ,  $U = \lfloor (M+1) \left(1 - \frac{\alpha}{2}\right) \rfloor$  e  $\lfloor x \rfloor$  representa o maior número inteiro menor ou igual à  $x$ .

A atual proposta de análise consiste em inicialmente aplicar o teste de Qui-quadrado para aderência (PEARSON, 1900), com o intuito de averiguar em quais tempos pelo menos uma das proporções de dominância se difere das demais. Em seguida, nos tempos em que divergências forem verificadas, aplica-se a abordagem de reamostragem com reposição ou *Bootstrap*, proposta inicialmente por Tibshirani & Efron (1993). Por meio deste método, podemos obter reamostras dos dados dos avaliadores, em cada instante de tempo, e então construir a distribuição empírica das proporções de dominância de cada sensação. Estas distribuições permitem estimar percentis e conseqüentemente estabelecer limites de confiança que permitem testar as comparações desejadas. Vale ainda destacar que essa proposta difere das demais já apresentadas nos estudos de TDS, visto que a maioria das propostas utiliza apenas métodos descritivos e gráficos para a análise, desconsiderando completamente qualquer tipo de informação probabilística.

### 3.MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1. Dados utilizados

No presente trabalho foi utilizado o banco de dados oriundo da pesquisa de mestrado de Crepalde (CREPALDE, 2018), do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa (DTA-UFV). Tal banco consiste em dados relativos à avaliação sensorial de cinco bebidas de uva elaboradas conforme Tabela 1 abaixo:

Tabela 1 – Composição das bebidas utilizadas na TDS e suas respectivas nomenclaturas.

Nomenclatura da bebida	Proporção suco:água	Concentração de açúcar em massa (m) / volume (v)
A1/0	1:1	0%
B1/6	1:1	6%
C3/6	1:3	6%
D3/0	1:3	0%
E1,7/3	1:1,7	3%

Fonte: Adaptado de Crepalde (2018)

Na formulação das bebidas usou-se água, suco concentrado de uva (Bela Ischia ®) e açúcar refinado (União ®). Após a realização de pré-testes, as bebidas foram preparadas segundo esquema fatorial com ponto central, sendo dois fatores (diluição do suco concentrado e concentração de açúcar) em dois níveis, mais um ponto central ( $2^2 + 1$ ), totalizando 5 bebidas. Todas as bebidas durante o teste foram refrigeradas e servidas a uma temperatura de  $4 \pm 1^\circ \text{C}$ . No que se refere aos dados de TDS, foco desse trabalho, a avaliação foi constituída por 16 avaliadores e 3 repetições, portanto para cada atributo e em cada instante de tempo, foram geradas 48 observações (0's e 1's). Portanto, após degustar a bebida, cada avaliador num intervalo de tempo de 0 a 45 segundos, para todos os atributos, (CREPALDE, 2018) indicou com o valor igual a um quando teve a sensação do atributo, ou, com o valor igual a zero, quando nenhuma sensação do atributo foi percebida.

Os cinco atributos ou sensações (gosto ácido, adstringente, aroma de uva, gosto doce e sabor de uva) foram pré-estabelecidas para a TDS a partir do método conhecido como “lista



prévia”, de acordo com Crepalde (2018) conforme recomendação de Damásio e Costell (1991). Adicionalmente, foi incluído na avaliação uma opção denominada SEM SENSAÇÃO que permitia ao avaliador não marcar nenhuma sensação como dominante naquele determinado tempo. A aleatorização da ordem de apresentação das sensações ocorreu via *software Sensomaker* (NUNES E PINHEIRO, 2012), conforme proposto por Pineau e Schlich (2015). Para exemplificar, uma pequena parte do arquivo de dados gerado por esse *software* é apresentado no quadro 1 abaixo:

Quadro 1 – Parte do arquivo com dados de TDS para o avaliador codificado como 1, durante a primeira repetição para a bebida A.

<b>Avaliador</b>	<b>Tempo</b>	<b>Gosto ácido</b>	<b>Adstringência</b>	<b>Aroma de uva</b>	<b>Gosto doce</b>	<b>Sabor de uva</b>	<b>SEM SENSAÇÃO</b>
1	0	0	0	1	0	0	0
1	1	1	0	0	0	0	0
1	2	0	0	0	0	0	1
1	3	1	0	0	0	0	0
...	...	...	...	...	...	...	...

Fonte: Arquivos de dados usados em Crepalde (2018)

Definiu-se a proporção de dominância como a razão entre o número de 1's que uma sensação obteve em um determinado tempo e o total possíveis de 1's que se poderia ter, sendo que o total possível seriam 48, caso em que todos os 16 avaliadores marcassem 1 para uma sensação nas 3 repetições.

Observe que o avaliador 1 considerou a sensação ACIDO como dominante no tempo de 1 segundo, bem como nenhuma das sensações foram consideradas dominantes no tempo de 2 segundos. Para ilustrar, a Figura 4 apresenta o gráfico de TDS do painel consumidor para as bebidas A e C. A proporção de dominância apresentada na Figura 4 é a proporção de avaliadores que indicou a sensação (com o valor um) daquele atributo naquele tempo.

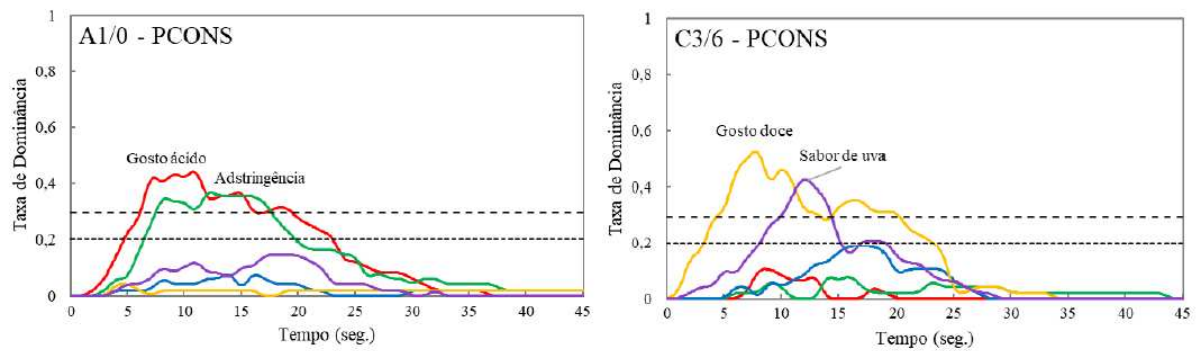


Figura 4 - Gráficos das curvas TDS do painel consumidor para as bebidas A e C.  
Fonte: Adaptado de Crepalde (2018).

Dois valores, denominados nível de chance e nível de significância, são de interesse e são indicados como linhas horizontais nas curvas TDS. O “nível de chance ( $p$ )”, também denominado taxa de dominância é determinada pela razão entre um e o número de atributos avaliados ( $na$ ) durante a avaliação de TDS:

$$p = \frac{1}{na}. \quad (7)$$

No estudo descrito em Crepalde (2018), foram 5 atributos avaliados, logo,  $p = \frac{1}{5} = 0,2$ . Esse valor da proporção pode ser interpretado como a estimativa da probabilidade de se indicar aleatoriamente um atributo como dominante em dado tempo.

O “nível de significância ( $P_s$ )”, é o valor mínimo para o qual a sensação é considerada significativa, calculada por meio de um teste binomial com aproximação normal, segundo Crepalde (2018) citando Pineau e Schlich (2015), que resulta na equação

$$P_s = p + 1,645 \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \quad (8)$$

em que:

$P_s$  é o menor valor (com  $\alpha = 0,05$ ) em qualquer instante da curva TDS, que considera a sensação significativa,

$n$  é o número de observações (avaliadores x repetições) e  $p$  é o “nível de chance” encontrado na Equação (7).

No estudo feito por Crepalde (2018), temos:

$$P_s = 0,2 + 1,645 \sqrt{\frac{0,2(1 - 0,2)}{16 \times 3}} \Rightarrow P_s = 0,294974 \quad (9)$$

ou seja, pela equação (9) temos que para ser considerada uma sensação dominante em qualquer instante de tempo, o menor valor de  $P_s$  deve ser igual a 0,294974.

### 3.2. Teste Qui-quadrado para aderência

A partir dos dados apresentados no Quadro 1, foram excluídas as linhas e, consequentemente, as proporções associadas ao avaliador que não sentiu nenhuma sensação. Isto é, a análise de Qui-quadrado teve por objetivo testar hipóteses, em cada um dos instantes de tempo ( $t$ ), exclusivamente sobre as proporções associadas as sensações que foram consideradas dominantes conforme as seguintes hipóteses estatísticas:

$$\begin{cases} H_{0t}: P_{ACIDO_t} = P_{ADST_t} = P_{AROMA_t} = P_{DOCE_t} = P_{SABOR_t} \\ H_{1t}: \text{Pelo menos uma das proporções é diferente das demais} \end{cases}, \quad t = 0, 1, 2, \dots, 45.$$

Nas Tabelas 2 e 3, são apresentados os dados ou as proporções encontradas para as bebidas A e C, objeto de estudo desse trabalho. Destaca-se que foram removidas das tabelas os valores associados aos tempos em que todas as proporções foram nulas. Adicionalmente, as bebidas A e C foram escolhidas, pois pela análise tradicional da TDS algumas sensações foram classificadas como dominantes.

Tabela 2 - Proporção de avaliadores que assinalaram o atributo como dominante (Taxa de Dominância) observados em cada instante de tempo, valores utilizados no teste de Qui-quadrado para a bebida A.

<b>Tempo</b>	<b>Gosto ácido</b>	<b>Adstringência</b>	<b>Aroma de uva</b>	<b>Gosto doce</b>	<b>Sabor de uva</b>
2	2%	0%	0%	0%	0%
3	6%	2%	0%	0%	0%
4	15%	6%	2%	4%	2%
5	23%	6%	2%	4%	4%
6	27%	17%	2%	2%	4%
7	44%	25%	2%	0%	6%
8	40%	35%	6%	2%	10%
9	44%	33%	4%	2%	8%
10	42%	33%	4%	2%	10%
11	46%	29%	4%	2%	13%
12	33%	38%	6%	2%	8%
13	35%	35%	6%	2%	8%
14	35%	35%	8%	2%	6%
15	38%	35%	2%	2%	10%
16	29%	35%	8%	2%	10%
17	29%	33%	6%	0%	15%
18	31%	27%	4%	0%	15%
19	31%	23%	4%	2%	15%
20	27%	19%	4%	2%	15%
21	25%	17%	2%	2%	13%
22	23%	17%	2%	2%	10%
23	21%	17%	0%	2%	4%
24	13%	15%	0%	2%	4%
25	13%	15%	0%	2%	4%
26	10%	6%	0%	2%	4%
27	8%	8%	0%	2%	2%
28	8%	6%	0%	2%	2%
29	8%	6%	0%	2%	2%
30	6%	4%	2%	2%	0%
31	4%	6%	2%	2%	0%
32	2%	6%	2%	2%	2%
33	2%	4%	0%	2%	0%
34	2%	4%	0%	2%	0%
35	2%	4%	0%	2%	0%
36	2%	4%	0%	2%	0%
37	0%	4%	0%	2%	0%
38	0%	2%	0%	2%	0%
39	0%	2%	0%	2%	0%
40	0%	2%	0%	2%	0%

41	0%	2%	0%	2%	0%
42	0%	2%	0%	2%	0%
43	0%	2%	0%	2%	0%
44	0%	2%	0%	2%	0%
45	0%	2%	0%	2%	0%

Fonte: Adaptado de Crepalde (2018)

Tabela 3 - Proporção de avaliadores que assinalaram o atributo como dominante (Taxa de Dominância) observados em cada instante de tempo, valores utilizados no teste de Qui-quadrado para a bebida C.

<b>Tempo</b>	<b>Gosto ácido</b>	<b>Adstringência</b>	<b>Aroma de uva</b>	<b>Gosto doce</b>	<b>Sabor de uva</b>
1	0%	0%	0%	2%	0%
2	0%	0%	0%	15%	2%
3	0%	0%	0%	17%	4%
4	0%	0%	0%	29%	4%
5	0%	0%	0%	31%	10%
6	0%	2%	4%	46%	8%
7	2%	2%	4%	50%	15%
8	10%	2%	0%	54%	19%
9	10%	6%	6%	40%	27%
10	8%	4%	4%	48%	29%
11	6%	0%	6%	42%	38%
12	6%	0%	8%	31%	44%
13	8%	0%	13%	31%	40%
14	0%	8%	13%	27%	35%
15	0%	6%	17%	33%	21%
16	0%	8%	19%	35%	15%
17	0%	4%	19%	35%	21%
18	4%	2%	19%	31%	21%
19	2%	2%	17%	31%	21%
20	0%	2%	8%	31%	15%
21	0%	2%	10%	25%	13%
22	0%	2%	10%	23%	13%
23	0%	6%	10%	21%	8%
24	0%	4%	10%	17%	6%
25	0%	4%	6%	2%	6%
26	0%	4%	4%	2%	4%
27	0%	4%	2%	4%	2%
28	0%	4%	0%	4%	2%
29	0%	4%	0%	4%	0%
30	0%	2%	0%	2%	0%
31	0%	2%	0%	2%	0%
32	0%	2%	0%	2%	0%
33	0%	2%	0%	2%	0%
34	0%	2%	0%	0%	0%
35	0%	2%	0%	0%	0%

36	0%	2%	0%	0%	0%
37	0%	2%	0%	0%	0%
38	0%	2%	0%	0%	0%
39	0%	2%	0%	0%	0%
40	0%	2%	0%	0%	0%
41	0%	2%	0%	0%	0%
42	0%	2%	0%	0%	0%
43	0%	2%	0%	0%	0%
44	0%	0%	0%	0%	0%
45	0%	0%	0%	0%	0%

Fonte: Adaptado de Crepalde (2018)

O teste de Qui-quadrado teve como principal objetivo auxiliar a decidir em quais instantes de tempo ocorreu diferença em pelo menos uma das proporções associadas às 5 sensações. Nos tempos indicados pelo teste foram realizadas as reamostragens com reposição ou *Bootstrap*. Vale ressaltar que uma das pressuposições do teste, por ser assintótico, é que a frequência esperada seja no mínimo igual a 5 em cada célula. Apesar desta exigência, optou-se por utilizar o teste como um guia para a escolha dos tempos de interesse, ao invés de uma escolha meramente observacional.

### 3.3. Reamostragem *Bootstrap*

A partir dos dados, conforme exemplificado no Quadro 1, foram selecionadas as informações, isto é, os tempos com diferença em pelo menos uma proporção de dominância entre os atributos, indicados pelo teste de Qui-quadrado, considerando todos os 16 avaliadores e as 3 repetições. Apenas para as bebidas A e C (Tabela 1) foram detectados tempos com diferenças entre as proporções de dominância para os cinco atributos, e, portanto, foram realizadas reamostragens. O algoritmo utilizado para as reamostragens é descrito resumidamente a seguir:

1) Definição de quais tempos receberam a análise *Bootstrap* (via teste de Qui-quadrado). A informação utilizada, para cada tempo, envolveu todos os 16 avaliadores e as 3 repetições, portanto a reamostragem de 48 valores, 0 e 1.

2) Reamostragem com reposição realizada por linhas desse novo banco de dados, a fim de considerar a dependência entre as 5 sensações. Cada reamostra *Bootstrap* foi constituída por 48 linhas de observações, para cada atributo.

3) Repetiu-se esse procedimento  $M=1000$  vezes e em cada rodada ou a cada reamostragem, estimou-se as proporções de dominância associadas a cada sensação ou  $\hat{p}_i^*$ , para  $i = 1,2,3,4$  e 5. Construir a distribuição empírica das proporções;

4) De posse das distribuições empíricas das proporções de dominância para cada atributo, obteve-se os intervalos de confiança percentis para as proporções de dominância da seguinte forma:

$$IC_{(95\%)}(p) = [\hat{p}_{(2,5\%)}^*; \hat{p}_{(97,5\%)}^*]. \quad (10)$$

5) Verificou-se a sobreposição entre os intervalos percentis, a fim de proceder às comparações estatísticas, da forma usual, havendo sobreposição indicou-se não haver diferença e não havendo sobreposição indicou-se diferença.

Neste sentido, o objetivo do presente trabalho é propor uma metodologia diferente das citadas, que permita avaliar, comparar ou testar hipóteses, em cada instante de tempo, sobre a proporção de dominância de uma determinada sensação. As curvas de TDS são construídas por métodos descritivos, assim, a proposta é construir intervalos de confiança percentis e verificar a distribuição empírica dos dados para cada sensação e para cada instante de tempo.

### 3.4. Aspectos computacionais

Utilizou-se o *software* livre R (R Core Team, 2023) para condução das análises estatísticas. A manipulação dos dados para aplicação do teste Qui-quadrado foi realizada com o auxílio da função *chisq.test*, do pacote *stats* (R Core Team, 2023). A reamostragem *Bootstrap* foi realizada com a função *boot* do pacote *boot* (DAVISON E HINKLEY, 1997). Já os gráficos dos intervalos de confiança *Bootstrap* foram gerados utilizando-se as funções *tibble* e *geom\_errorbar* dos pacotes *tidyverse* (WICKHAM et al., 2019) e *ggplot2* (WICKHAM, 2016), respectivamente.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Análise exploratória dos dados

A Figura 5 ilustra o *Box Plot* dos tempos em que cada uma das sensações dos atributos foi considerada como dominante. Esse gráfico foi construído inicialmente para todas as bebidas do estudo inicial, mesmo que neste trabalho apenas as bebidas A e C sejam objetos de análise, ou seja, nesta figura, o foco principal são as sensações, em todas as bebidas e com todos os avaliadores. Neste gráfico percebe-se que a opção de resposta que envolve o avaliador “não sentir nenhuma sensação” (ou não considerar “nenhuma sensação dominante”) foi a opção mais marcada ou mais informada no software durante a avaliação ao longo do tempo pelos avaliadores. Esse resultado reforça a exclusão dessa característica da análise. Adicionalmente, um ponto que pôde ser observado é que a sensação AROMA de uva não foi sentida ou não foi considerada uma sensação dominante por nenhum avaliador, em nenhuma das repetições, após os 45 segundos da análise, diferentemente de todas as demais sensações.

Ainda de acordo com a Figura 5, para todas as sensações, em pelo menos 75% das vezes em que as mesmas foram consideradas como sensações dominantes, isso ocorreu antes dos 20 segundos de coleta. E também, em pelo menos 25% das vezes, depois dos 20 segundos (uma observação geral dos limites superiores ou 3º's quartis dos *Box Plot's*). Um outro ponto interessante é que para quase todas as sensações, os avaliadores só começaram a considerá-las como sensações dominantes após cerca de 10 segundos de análise (uma observação geral dos limites inferiores ou 1º's quartis dos *box plot's*). Ou seja, pode-se verificar que todas as sensações foram predominantemente indicadas, de forma geral, entre 9 e 20 segundos após a degustação da bebida.

As linhas horizontais dentro do “*box*” indicam o tempo mediano. Os pontos acima das linhas verticais de cada “*box plot*” indicam *outliers*, ou seja, são observações raras que foram percebidas nos instantes de tempo nos quais estão representadas.

Esses resultados indicam ou, ao menos sugerem, porque as análises *Bootstrap* foram realizadas, principalmente, entre os tempos de 10 segundos e 30 segundos, pois neste intervalo de tempo os dados foram mais homogêneos e com menos valores *outliers*. Este fato foi evidenciado, conforme mostrado mais adiante pelo teste de Qui-quadrado para aderência.



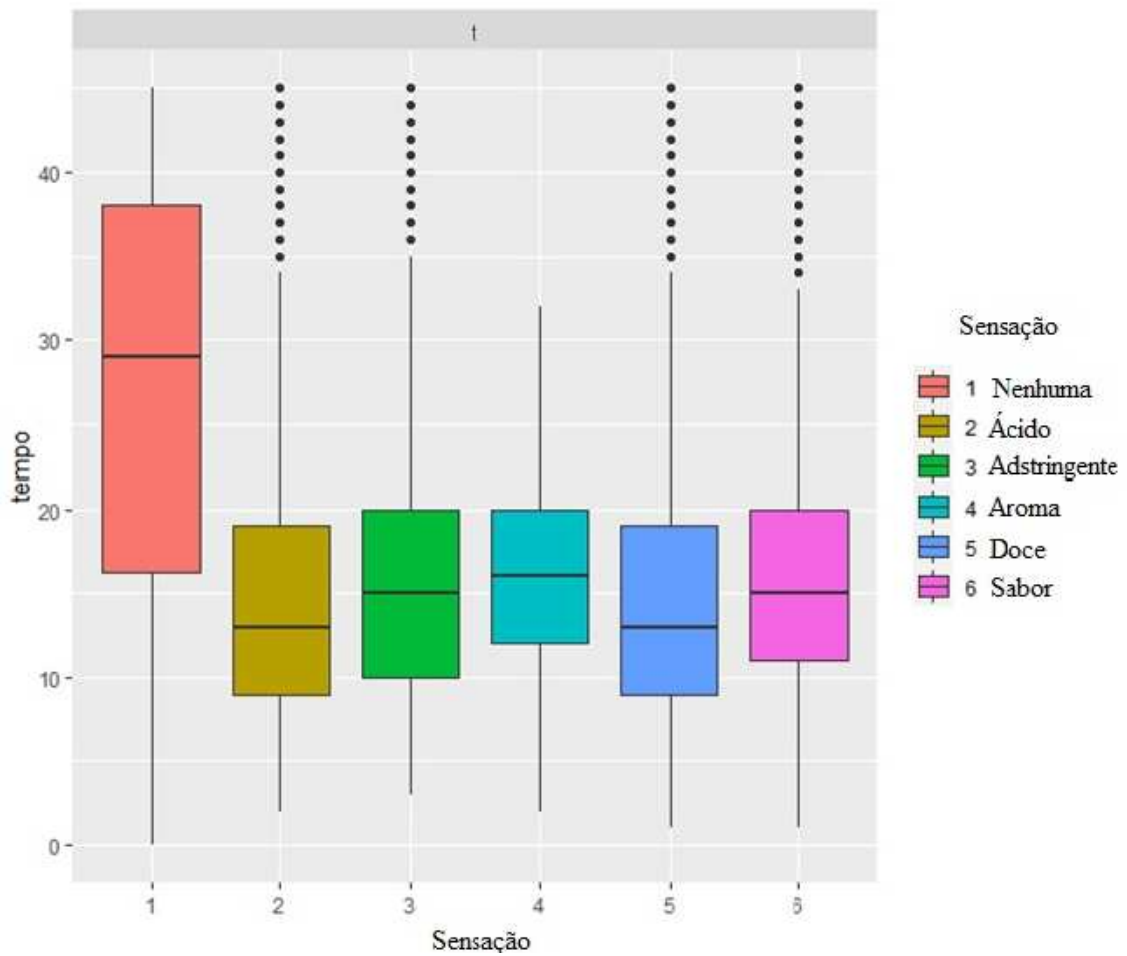


Figura 5 - Distribuição ao longo do tempo da percepção de todos os avaliadores para todas as sensações para todas as bebidas A, B, C, D e E simultaneamente.  
Fonte: Elaborado pelo autor.

Adicionalmente, na Figura 6, estão apresentados os *Box Plot's* para cada bebida separadamente. Nesta figura, o foco principal são as sensações separadas por bebida, para todas as bebidas e com todos os avaliadores.

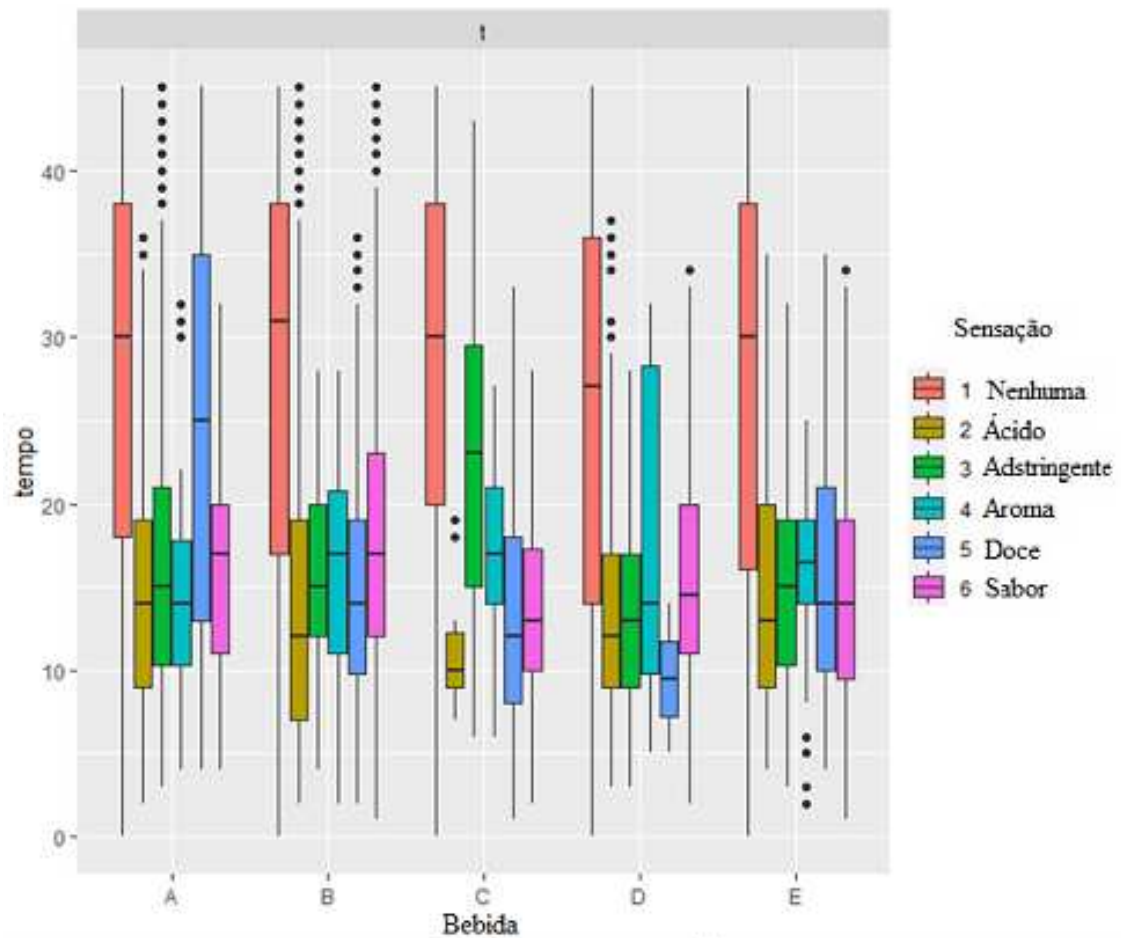


Figura 6 - Distribuição da percepção de todos os avaliadores para todas as sensações ao longo do tempo para cada bebida A, B, C, D e E separadamente.  
 Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota-se também que, por bebidas, a opção de não sentir nenhuma sensação ou não considerar nenhuma delas como dominante, foi o resultado mais presente ou informado nos instantes finais da análise. Pode-se verificar na Figura 6 que para a bebida A, a sensação de sabor DOCE, além de ter apresentado maior variabilidade (caixa mais ampla), também foi considerada como dominante mais próximo dos instantes finais. Por isso ela foi selecionada como objeto de estudo nesse trabalho. Adicionalmente, para a bebida C, o sabor adstringente apresentou maior variabilidade e a sensação ÁCIDA se destacou de todas as demais, já que foi considerada dominante mais no início da análise, sendo esse o motivo pelo qual ela foi selecionada para o estudo desse trabalho.

## 4.2 Teste de qui-quadrado para aderência

Nas Tabelas 4 e 5, respectivamente para as bebidas A e C, são apresentados os resultados do teste de Qui-quadrado para aderência. Para proceder esse teste utilizou-se os dados de proporções informados nas Tabelas 2 e 3. Mais especificamente são apresentados nessa tabela os desvios quadráticos normalizados  $[(O_i - E_i)^2/E_i]$ , para  $i = 1, 2, 3, 4, 5$ , o valor da estatística do teste calculada sob  $H_0$  verdadeira e o respectivo valor-p, bem como a conclusão do teste considerando-se 5% como nível de significância, ou seja, a decisão final do teste sobre a rejeição ou não de  $H_{0t}: P_{ACIDO_t} = P_{ADST_t} = P_{AROMA_t} = P_{DOCE_t} = P_{SABOR_t}$ , para os tempos selecionados ( $t = 0, 1, \dots, 45$  segundos).

Tabela 4 – Resumo dos testes de Qui-quadrado para cada instante de tempo em que pelo menos uma sensação foi percebida, para a bebida A com as cinco sensações, o valor de  $\chi_0^2$  e o p valor.

Tempo	ACIDO	ADST	AROMA	DOCE	SABOR	$\chi_0^2$	Valor-p
2	3,20	0,20	0,20	0,20	0,20	4,00	0,4060
3	6,05	0,05	0,80	0,80	0,80	8,50	0,0749
4	6,30	0,01	1,16	0,23	1,16	8,86	0,0647
5	13,64	0,17	2,06	0,85	0,85	17,58	0,0015*
6	12,80	1,80	3,20	3,20	1,80	22,80	0,0001*
7	24,99	2,86	5,54	7,40	2,62	43,41	<0,0001*
8	11,11	7,11	4,00	7,11	1,78	31,11	<0,0001*
9	16,91	5,89	5,25	6,91	2,62	37,59	<0,0001*
10	14,25	5,89	5,25	6,91	1,64	33,95	<0,0001*
11	18,78	2,78	5,44	7,11	1,00	35,11	<0,0001*
12	6,88	10,97	3,47	6,52	2,30	30,14	<0,0001*
13	8,80	8,80	3,47	6,52	2,30	29,90	<0,0001*
14	8,80	8,80	2,30	6,52	3,47	29,90	<0,0001*
15	10,97	8,80	6,52	6,52	1,38	34,19	<0,0001*
16	4,10	9,44	2,15	6,32	1,25	23,27	0,0001*
17	4,50	8,00	3,12	8,00	0,13	23,75	0,0001*
18	7,81	4,24	3,94	7,40	0,02	23,41	0,0001*
19	8,45	2,01	3,76	5,34	0,01	19,56	0,0006*
20	6,81	1,06	3,02	4,56	0,06	15,50	0,0038*
21	7,31	1,03	3,78	3,78	0,03	15,93	0,0031*
22	6,47	1,51	3,39	3,39	0,01	14,77	0,0052*
23	8,01	3,44	4,20	2,44	1,15	19,24	0,0007*
24	2,45	4,51	3,20	1,51	0,45	12,12	0,0165*
25	2,45	4,51	3,20	1,51	0,45	12,12	0,0165*
26	3,56	0,29	2,20	0,65	0,02	6,73	0,1509
27	2,00	2,00	2,00	0,50	0,50	7,00	0,1359
28	2,69	0,80	1,80	0,36	0,36	6,00	0,1991
29	2,69	0,80	1,80	0,36	0,36	6,00	0,1991

30	1,83	0,26	0,11	0,11	1,40	3,71	0,4467
31	0,26	1,83	0,11	0,11	1,40	3,71	0,4467
32	0,11	1,83	0,11	0,11	0,11	2,29	0,6826
33	0,05	1,80	0,80	0,05	0,80	3,50	0,4779
34	0,05	1,80	0,80	0,05	0,80	3,50	0,4779
35	0,05	1,80	0,80	0,05	0,80	3,50	0,4779
36	0,05	1,80	0,80	0,05	0,80	3,50	0,4779
37	0,60	3,27	0,60	0,27	0,60	5,33	0,2551
38	0,40	0,90	0,40	0,90	0,40	3,00	0,5578
39	0,40	0,90	0,40	0,90	0,40	3,00	0,5578
40	0,40	0,90	0,40	0,90	0,40	3,00	0,5578
41	0,40	0,90	0,40	0,90	0,40	3,00	0,5578
42	0,40	0,90	0,40	0,90	0,40	3,00	0,5578
43	0,40	0,90	0,40	0,90	0,40	3,00	0,5578
44	0,40	0,90	0,40	0,90	0,40	3,00	0,5578
45	0,40	0,90	0,40	0,90	0,40	3,00	0,5578

$$\text{Valor - p} = P(\chi_4^2 \geq \chi_0^2). \chi_0^2 = \chi_{\text{Calculado}}^2.$$

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 5 – Resumo dos testes de Qui-quadrado para cada instante de tempo em que pelo menos uma sensação foi percebida, para a bebida C com as cinco sensações, o valor de  $\chi_0^2$  e o p valor.

Tempo	ACIDO	ADST	AROMA	DOCE	SABOR	$\chi_0^2$	Valor de p
1	0,20	0,20	0,20	3,20	0,20	4,00	0,4060
2	1,60	1,60	1,60	18,22	0,23	23,25	0,0001*
3	2,00	2,00	2,00	18,00	0,00	24,00	0,0001*
4	3,20	3,20	3,20	36,45	0,45	46,50	<0,0001*
5	4,00	4,00	4,00	30,25	0,25	42,50	<0,0001*
6	5,80	3,97	2,49	45,25	0,56	58,07	<0,0001*
7	5,14	5,14	3,57	41,29	0,00	55,14	<0,0001*
8	1,25	6,32	8,20	38,64	0,08	54,49	<0,0001*
9	1,51	3,65	3,65	12,58	2,25	23,63	0,0001*
10	2,78	5,44	5,44	21,78	2,78	38,22	<0,0001*
11	3,82	8,80	3,82	14,25	9,62	40,32	<0,0001*
12	3,65	8,60	2,46	4,76	17,88	37,35	<0,0001*
13	2,62	8,80	0,89	4,37	11,82	28,50	<0,0001*
14	8,00	2,00	0,50	3,12	10,13	23,75	0,0001*
15	7,40	2,62	0,05	9,99	0,91	20,97	0,0003*
16	7,40	1,56	0,35	12,45	0,02	21,78	0,0002*
17	7,60	4,13	0,26	11,63	0,76	24,37	0,0001*
18	3,94	5,54	0,35	7,81	0,91	18,54	0,0010*
19	5,14	5,14	0,14	9,14	1,29	20,86	0,0003*
20	5,40	3,59	0,36	17,07	0,47	26,89	<0,0001*
21	4,80	3,01	0,01	10,80	0,30	18,92	0,0008*
22	4,60	2,82	0,03	8,90	0,43	16,78	0,0021*
23	4,40	0,45	0,08	7,13	0,04	12,09	0,0167*
24	3,60	0,71	0,54	5,38	0,10	10,33	0,0352*
25	1,80	0,02	0,80	0,36	0,80	3,78	0,4366

26	1,40	0,26	0,26	0,11	0,26	2,29	0,6826
27	1,20	0,53	0,03	0,53	0,03	2,33	0,6753
28	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	4,00	0,4060
29	0,80	1,80	0,80	1,80	0,80	6,00	0,1991
30	0,40	0,90	0,40	0,90	0,40	3,00	0,5578
31	0,40	0,90	0,40	0,90	0,40	3,00	0,5578
32	0,40	0,90	0,40	0,90	0,40	3,00	0,5578
33	0,40	0,90	0,40	0,90	0,40	3,00	0,5578
34	0,20	3,20	0,20	0,20	0,20	4,00	0,4060
35	0,20	3,20	0,20	0,20	0,20	4,00	0,4060
36	0,20	3,20	0,20	0,20	0,20	4,00	0,4060
37	0,20	3,20	0,20	0,20	0,20	4,00	0,4060
38	0,20	3,20	0,20	0,20	0,20	4,00	0,4060
39	0,20	3,20	0,20	0,20	0,20	4,00	0,4060
40	0,20	3,20	0,20	0,20	0,20	4,00	0,4060
41	0,20	3,20	0,20	0,20	0,20	4,00	0,4060
42	0,20	3,20	0,20	0,20	0,20	4,00	0,4060
43	0,20	3,20	0,20	0,20	0,20	4,00	0,4060

$$\text{Valor - p} = P(\chi_4^2 \geq \chi_0^2). \chi_0^2 = \chi_{\text{Calculado}}^2$$

Fonte: Elaborado pelo autor.

Utilizou-se os dados dos instantes de tempo em que a hipótese  $H_0$  foi rejeitada, ou seja, nos tempos em que existem evidências estatísticas de que as sensações são diferentes ou de que as proporções de dominância são diferentes. Para a bebida A, nota-se que isso ocorreu entre os instantes de 5 e 25 segundos. Já para a bebida C, entre 2 e 24 segundos. Nesses instantes foi aplicado o método *Bootstrap*.

### 4.3 Método *Bootstrap*

Os Quadros 2 e 3 apresentam os limites inferior (percentis 2,5% ou  $P_{2,5\%}$ ) e superior (percentil 97,5% ou  $P_{97,5\%}$ ) dos intervalos de confiança percentis construídos com base nas distribuições empíricas obtidas via metodologia *Bootstrap*, para os instantes de tempo informados como significativos pelo teste Qui-quadrado, para as bebidas A e C, respectivamente.

Quadro 2 - Limites inferior e superior dos intervalos de confiança, para cada sensação, nos instantes de tempo de 5 a 25 segundos, para a bebida A.

TEMPO	ÁCIDO		ADST		AROMA		DOCE		SABOR	
	$P_{2,5\%}$	$P_{97,5\%}$	$P_{2,5\%}$	$P_{97,5\%}$	$P_{2,5\%}$	$P_{97,5\%}$	$P_{2,5\%}$	$P_{97,5\%}$	$P_{2,5\%}$	$P_{97,5\%}$
5	12,50%	35,42%	0,00%	14,58%	0,00%	6,25%	0,00%	10,42%	0,00%	10,42%
6	14,58%	41,67%	6,25%	27,08%	0,00%	6,25%	0,00%	6,25%	0,00%	10,42%
7	31,25%	58,33%	14,58%	39,58%	0,00%	6,25%	0,00%	0,00%	0,00%	12,55%
8	25,00%	52,08%	22,92%	50,00%	0,00%	14,58%	0,00%	6,25%	2,08%	18,80%
9	29,17%	58,33%	20,83%	47,92%	0,00%	10,42%	0,00%	6,25%	2,08%	16,67%
10	27,08%	54,17%	20,83%	47,92%	0,00%	10,42%	0,00%	6,25%	2,08%	18,75%
11	33,33%	60,42%	16,67%	43,75%	0,00%	10,42%	0,00%	6,25%	4,17%	22,92%
12	20,83%	47,92%	24,95%	50,05%	0,00%	14,58%	0,00%	8,33%	2,08%	16,67%
13	22,92%	50,00%	20,83%	50,00%	0,00%	14,58%	0,00%	6,25%	2,08%	16,67%
14	22,92%	50,00%	20,83%	50,00%	2,08%	16,67%	0,00%	6,25%	0,00%	14,58%
15	25,00%	52,08%	22,92%	47,92%	0,00%	6,30%	0,00%	6,25%	2,08%	18,75%
16	16,61%	41,67%	20,83%	50,00%	2,08%	16,67%	0,00%	6,25%	2,08%	20,83%
17	16,67%	41,67%	20,83%	45,83%	0,00%	14,58%	0,00%	0,00%	6,25%	25,00%
18	18,75%	43,75%	14,58%	39,58%	0,00%	10,42%	0,00%	0,00%	6,25%	25,00%
19	18,75%	45,83%	10,42%	35,42%	0,00%	10,42%	0,00%	6,25%	6,25%	25,00%
20	16,67%	39,58%	8,33%	29,17%	0,00%	10,42%	0,00%	6,30%	6,20%	25,00%
21	12,50%	37,50%	6,25%	27,08%	0,00%	6,25%	0,00%	6,25%	4,17%	22,92%
22	10,42%	35,42%	6,25%	27,14%	0,00%	6,25%	0,00%	6,25%	2,08%	18,75%
23	10,42%	33,33%	6,25%	27,14%	0,00%	0,00%	0,00%	6,25%	0,00%	10,42%
24	4,17%	22,92%	6,25%	25,00%	0,00%	0,00%	0,00%	6,25%	0,00%	10,42%
25	4,17%	22,92%	6,25%	25,00%	0,00%	0,00%	0,00%	6,25%	0,00%	10,42%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 3 - Limites inferior e superior dos intervalos de confiança, para cada sensação nos instantes de tempo de 2 a 24 segundos, para a bebida C.

TEMPO	ÁCIDO		ADST		AROMA		DOCE		SABOR	
	$P_{2,5\%}$	$P_{97,5\%}$	$P_{2,5\%}$	$P_{97,5\%}$	$P_{2,5\%}$	$P_{97,5\%}$	$P_{2,5\%}$	$P_{97,5\%}$	$P_{2,5\%}$	$P_{97,5\%}$
2	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	6,25%	25,00%	0,00%	6,25%
3	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	6,25%	27,08%	0,00%	10,42%
4	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	16,67%	41,67%	0,00%	10,42%
5	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	18,75%	45,83%	2,08%	20,83%
6	0,00%	0,00%	0,00%	6,25%	0,00%	10,42%	33,28%	60,42%	2,08%	16,67%
7	0,00%	6,25%	0,00%	6,25%	0,00%	10,42%	37,50%	64,58%	6,25%	25,00%
8	2,08%	18,75%	0,00%	6,25%	0,00%	0,00%	39,58%	66,67%	8,33%	31,25%
9	2,08%	20,83%	0,00%	14,58%	0,00%	14,58%	27,08%	54,17%	14,58%	41,67%
10	2,08%	16,67%	0,00%	10,42%	0,00%	10,42%	33,33%	62,50%	16,67%	41,72%
11	0,00%	14,58%	0,00%	0,00%	0,00%	12,50%	27,08%	54,17%	24,95%	52,08%

12	0,00%	14,58%	0,00%	0,00%	2,08%	16,67%	18,75%	43,75%	29,17%	56,25%
13	2,08%	16,67%	0,00%	0,00%	4,17%	22,92%	18,75%	45,83%	27,08%	52,08%
14	0,00%	0,00%	2,08%	16,67%	4,17%	22,92%	16,61%	39,58%	22,92%	47,92%
15	0,00%	0,00%	0,00%	14,58%	6,25%	27,08%	20,83%	45,83%	10,42%	33,33%
16	0,00%	0,00%	2,08%	16,67%	8,33%	29,17%	20,83%	47,92%	6,25%	27,08%
17	0,00%	0,00%	0,00%	10,42%	8,33%	29,17%	22,92%	47,92%	10,42%	31,30%
18	0,00%	10,42%	0,00%	6,25%	8,33%	31,25%	18,75%	43,75%	10,42%	31,30%
19	0,00%	6,25%	0,00%	6,30%	6,25%	27,08%	18,75%	45,83%	10,42%	33,33%
20	0,00%	0,00%	0,00%	6,25%	2,08%	16,67%	18,75%	45,83%	6,25%	25,00%
21	0,00%	0,00%	0,00%	6,25%	2,08%	20,83%	12,50%	37,50%	4,17%	22,92%
22	0,00%	0,00%	0,00%	6,25%	2,08%	18,75%	12,50%	35,42%	4,17%	20,83%
23	0,00%	0,00%	0,00%	12,50%	2,08%	18,75%	10,42%	33,33%	2,08%	16,67%

Fonte: Elaborado pelo autor.

A fim de ilustrar como os intervalos *Bootstrap* podem ser utilizados inferencialmente, foi escolhido para a bebida A, o tempo de 13 segundos e para a bebida C, o tempo de 10 segundos. Um resumo é apresentado nas Figuras 7 e 8. Vale ressaltar que os valores percentuais apresentados se referem aos percentuais de avaliadores do estudo que indicaram a dominância temporal da sensação.

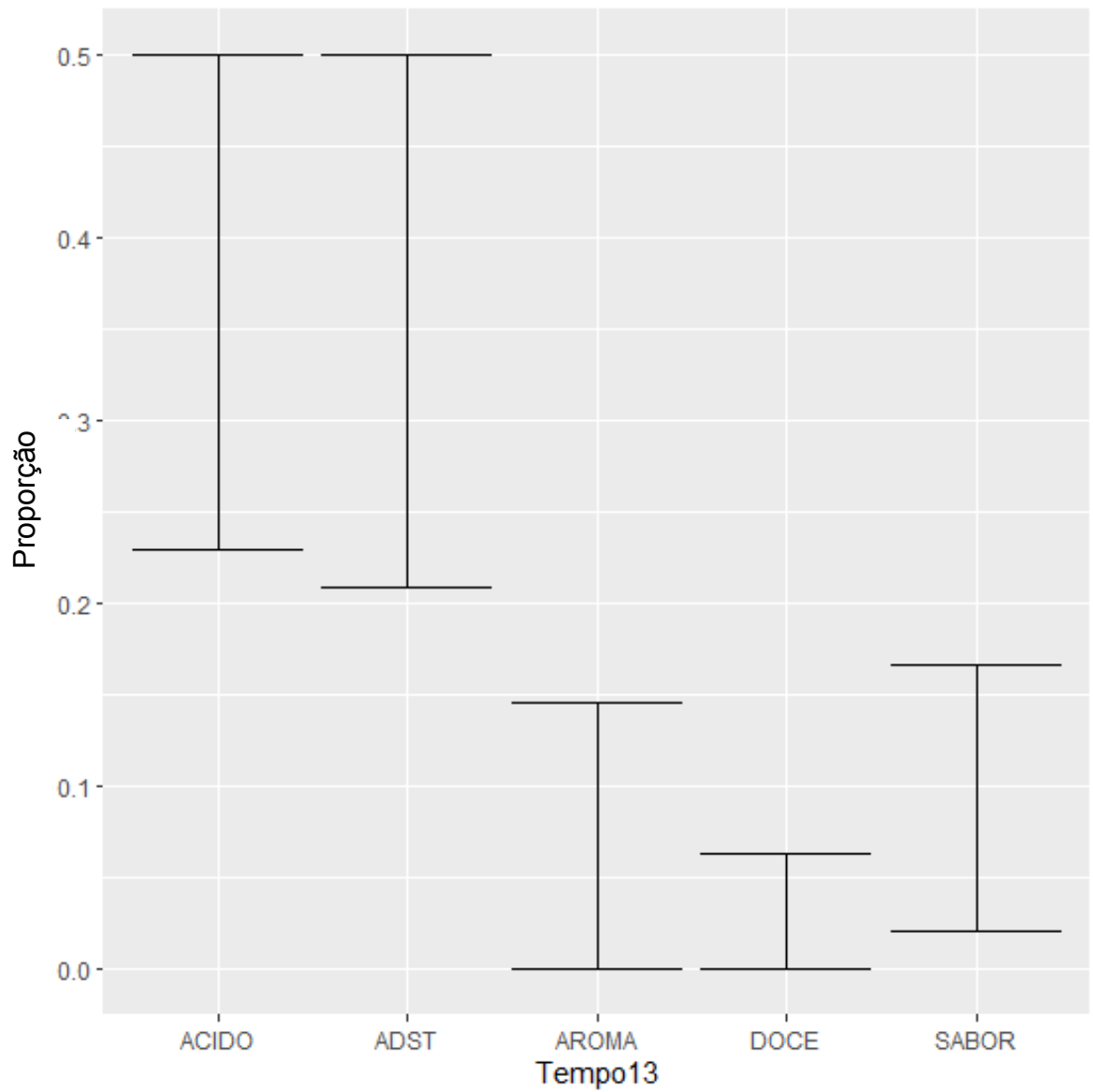


Figura 7 - Intervalos de confiança *Bootstrap* para as sensações no tempo 13 segundos para a bebida A.

Fonte: Elaborado pelo autor.



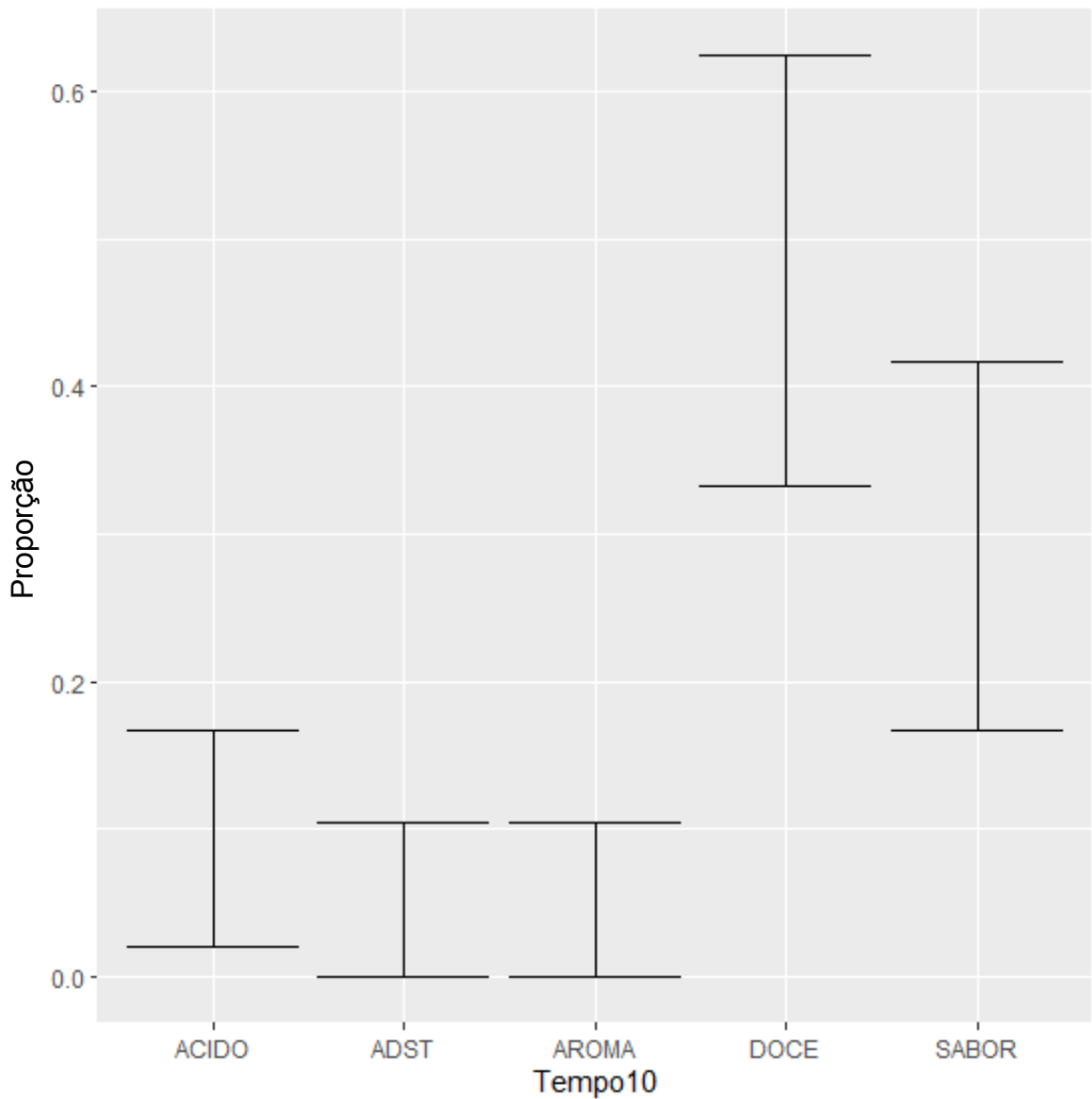


Figura 8 - Intervalos de confiança *Bootstrap* para as sensações no tempo 10 segundos para a bebida C.

Fonte: Elaborado pelo autor.

É interessante notar que, de acordo com a Figura 4, para a bebida A e nesse mesmo tempo de 13 segundos, as sensações *ÁCIDO* e *ADST* foram consideradas dominantes. E também, de acordo com os intervalos percentis fornecidos pelo método *Bootstrap* (Figura 7), foi possível concluir, pela sobreposição dos limites de confiança, que essas duas sensações (*ÁCIDO* e *ADST*) são estatisticamente igualmente dominantes. Adicionalmente, as sensações *ÁCIDO* e *ADST* foram sensações estatisticamente diferente das demais (*AROMA*, *SABOR* e *DOCE*).

Ainda de acordo com a Figura 4, para a bebida C e no tempo de 10 segundos, as sensações *DOCE* e *SABOR* foram consideradas dominantes. E também de acordo com os

intervalos percentis fornecidos pelo método *Bootstrap* (Figura 8), foi possível concluir, pela sobreposição dos limites de confiança, que essas duas sensações (DOCE e SABOR) são estatisticamente igualmente dominante. Adicionalmente, as sensações ÁCIDO, ADST e AROMA são estatisticamente igualmente dominantes. Neste caso, as sensações ÁCIDO e SABOR possuem sobreposição no limite superior da primeira sensação e no limite inferior da segunda, indicando que estas não podem ser consideradas estatisticamente distintas pelo intervalo percentil *Bootstrap*, porém, a sensação ÁCIDO não atingiu o valor mínimo ( $P_s \approx 29,49\%$ ) para ser considerada dominante.

As Figuras 9 e 10 ilustram as distribuições empíricas ou distribuições *Bootstrap* com esses respectivos intervalos percentis *Bootstrap* apresentados, para as bebidas A e C nos tempos de 13 e 10 segundos, respectivamente.

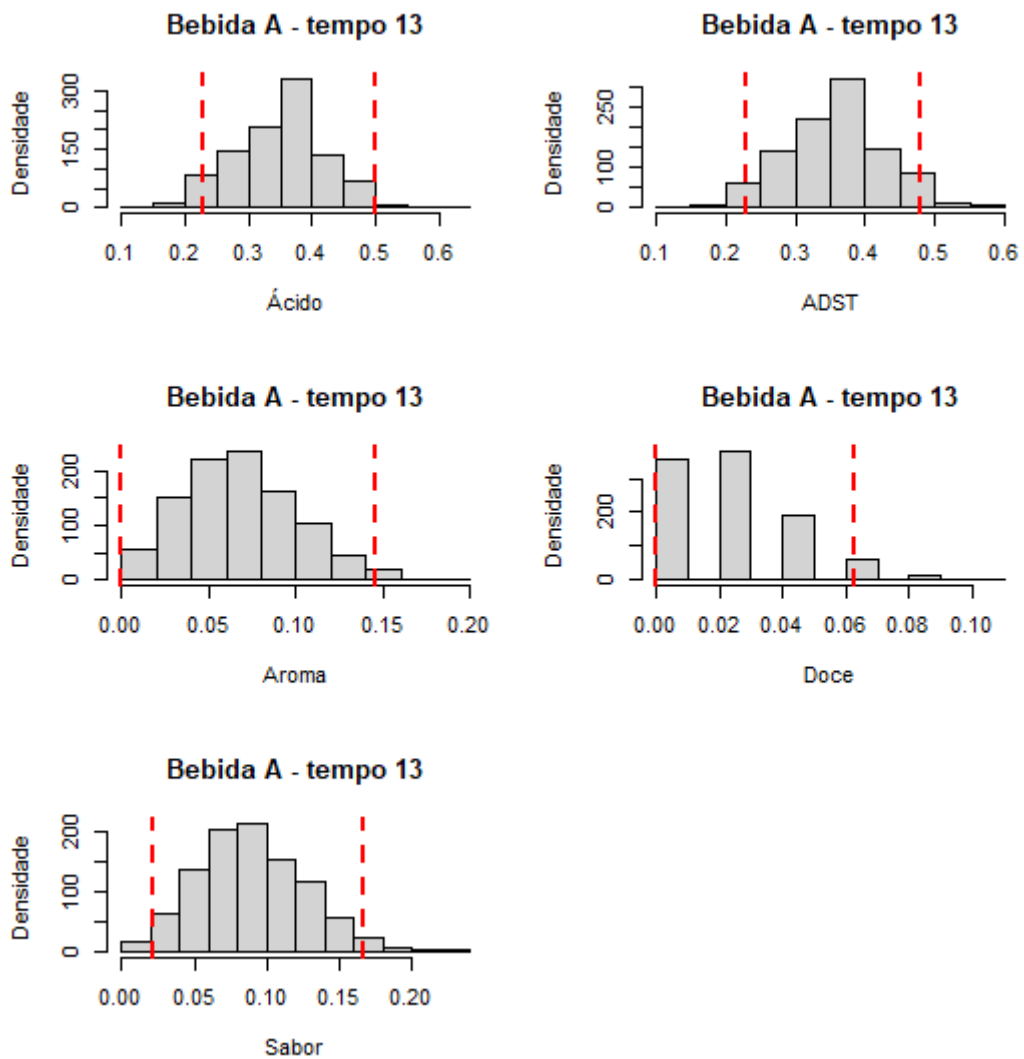


Figura 9 - Distribuições empíricas das sensações para a bebida A no instante de tempo de 13 segundos.

Fonte: Elaborado pelo autor.

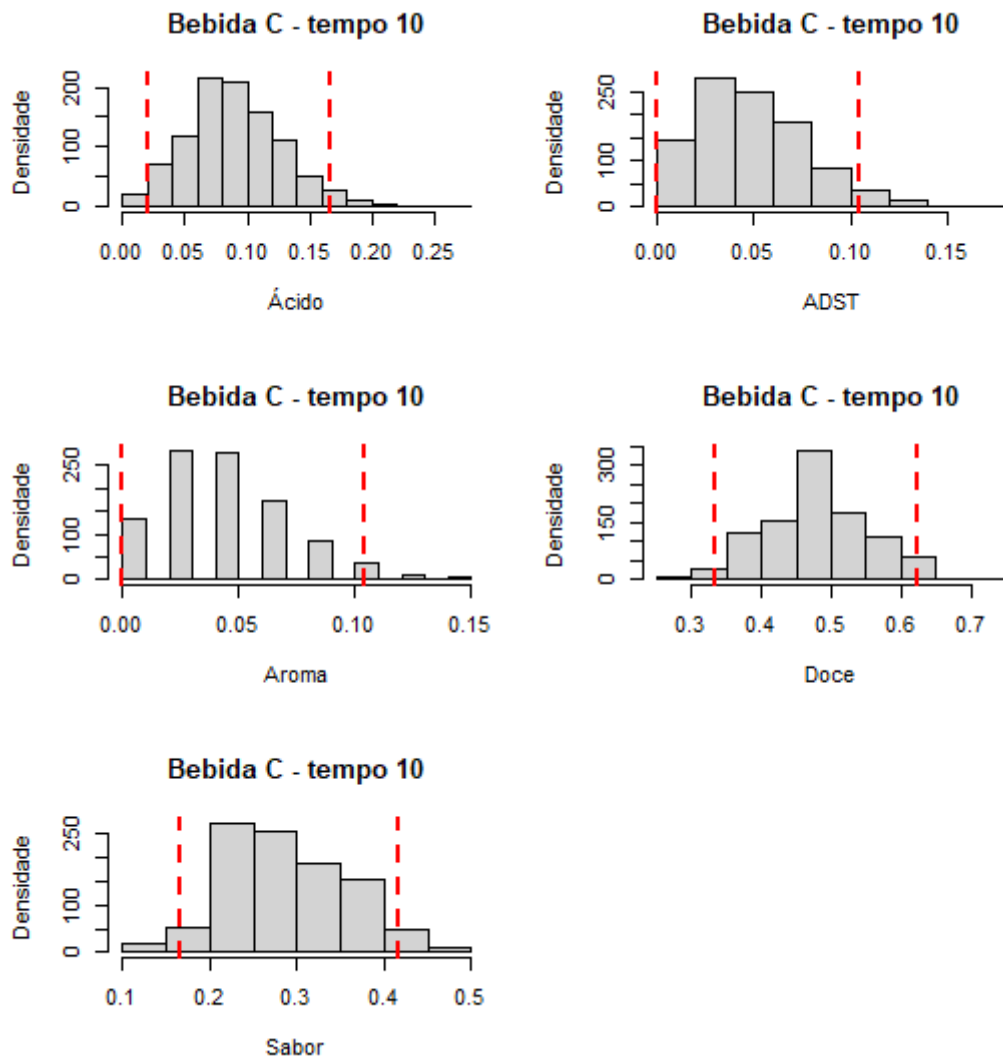


Figura 10 - Distribuições empíricas das sensações para a bebida C no instante de tempo de 10 segundos.

Fonte: Elaborado pelo autor.

## 5. CONCLUSÕES

A proposta de análise dos dados dos estudos de TDS apresentada é simples de ser executada, pois não requer elevados recursos computacionais e nem metodologias estatísticas sofisticadas, e, mais importante, os resultados podem ser apresentados de uma forma facilmente compreensível com a indicação de quais instantes de tempo os atributos são de sensação dominante. Resumidamente, o teste de Qui-quadrado para a Aderência indicou em quais tempos de avaliação poderia haver pelo menos uma sensação que diferiria das demais.

Para a bebida A, no instante de tempo de 13 segundos, pode-se notar que as sensações “ácido” e “adstringente” não se diferem entre si, bem como as sensações “aroma”, “doce” e “sabor” também não se diferem. Porém, percebe-se que existe diferença entre as primeiras sensações das demais, o que nos faz concluir que as sensações “ácido” e “adstringente” podem ser consideradas dominantes.

Para a bebida C, no instante de tempo de 10 segundos, pode-se notar as sensações “doce” e “sabor” não se diferem entre si, bem como as sensações “ácido”, “adstringente” e “aroma” também não se diferem. Porém, percebe-se que existe diferença entre as primeiras sensações citadas e as demais, o que nos faz concluir que as sensações “doce” e “sabor” podem ser consideradas dominantes.

Acessando os dados desses tempos com o método de reamostragem *Bootstrap* foi possível estabelecer intervalos de confiança percentis para a proporção de dominância de todas as sensações, o que permitiu testar hipóteses e fazer comparações estatísticas entre os atributos para qualquer bebida e em qualquer tempo de interesse.

## 6- REFERÊNCIAS

- BARBOSA, E. C. **Inferência via bootstrap na Conjoint Analysis**. 2017. Tese (Doutorado em Estatística Aplicada e Biometria) – Departamento de Estatística, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2017.
- Biosystèmes, **Fizz Software Solutions for Sensory and Consumer Tests**, Version 2.20E, 2009. URL <https://www.biosystemes.com/en/fizz-software.php>
- CHERNICK, M. R.; LABUDDE, R. A. **An introduction to bootstrap methods with applications to R**. John Wiley e Sons, 2014.
- COSTA, G. G. O. Estimativa bootstrap para o enviesamento, erro padrão e intervalo de confiança do coeficiente de elasticidade da curva de Pareto. **GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, Ano 6, nº 1, p. 67-82, 2011.
- CREPALDE, L. T. **Integralização das metodologias perfil descritivo otimizado e dominância temporal de sensações na caracterização sensorial**. 2018. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2018.
- CREPALDE, L. T., VIDIGAL, M.T. R., CARNEIRO, J. D. S., MINIM, V. P. R. Integration Of the Optimized Descriptive Profile (ODP) and Temporal Dominance of Sensations (TDS) Methodologies. **Journal of Sensory Studies** (Online), v. 36, p. e12651, 2021.
- DAMÁSIO, M. H., COSTELL, E. Análisis sensorial descriptivo: Generación de descriptores y selección de catadores. **Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos**, n 31, p.165-178, 1991.
- DAVISON, A. C.; HINKLEY, D. V. **Bootstrap Methods and their Applications**. Cambridge University Press, Cambridge, 1997.
- EFRON, B. Bootstrap methods: another look at the jackknife. **Annals of Statistics**, n. 7, p. 1 – 26, 1979.
- EFRON, B. Nonparametric standard errors and condence intervals (with discussion). **Canadian Journal of Statistics**, v. 9, p. 139-172, 1981.
- TIBSHIRANI, R. J., EFRON, B. An Introduction to the Bootstrap. **Chapman and Hall**, New York, 1993.
- GUARÇONI, R. C., PEREIRA, L. L., GALVÃO, R. N., FAVARATO, L. F., RODRIGUES, F. C., SILVA, S. S., GOMES, S. A., CARDOSO, W. S., CAETANO, L. C. S., PASCHOALINO, R. S. Número de frutos para determinar o tamanho de amostra para avaliar características de tangerina utilizando os métodos bootstrap e regressão linear com resposta em platô. **Revista Científica Intelletto**, v.3, n.2, p. 1-12, 2018.
- KAMONDETDACHA, R. Adoption of Mobile Applications in Agriculture among Farmers in Nan, **Thailand. NBTC Journal**, 6(6), p. 69–96, 2022. [https://so04.tci-thaijo.org/index.php/NBTC\\_Journal/article/view/260371](https://so04.tci-thaijo.org/index.php/NBTC_Journal/article/view/260371)

- TACHI, K., OKAMOTO, S. Dynamic State-Space Modeling with Factorial Memories in Temporal Dominance of Sensations, Emotions and Temporal Liking. **Journal of Latex Class Files**, v 14, n 8, 2015
- LECUELLE, G., VISALLI, M., CARDOT, H., SCHLICH, P. Modeling Temporal Dominance of Sensations with semi-Markov chains, **Food Quality and Preference**, volume 67, pages 59-66, 2018.
- LENFANT, F., LORET, C., PINEAU, N. HARTMANN, C. MARTIN, N. Perception of oral food breakdown. The concept of sensory trajectory. **Appetite**, v. 52, p. 659–667, 2009.
- LORIDO, L., ESTÉVEZ, M., VENTANA, S. Fast and dynamic descriptive techniques (Flash Profile, Time-intensity and Temporal Dominance of Sensations) for sensory characterization of dry-cured loins. **Meat Science**, Volume 145, Pages 154-162, 2018.
- MACFIE, H. J. BRATCHELL, N., GREENFHOFF, K., VALLIS, L. V. Designs to balance the effect of order of presentation and first-order carry-over effects in hall tests. **Journal of Sensory Studies**, Westport, v. 4, n. 2, p. 129-148, 1989
- NEILSON, A. J. Time-intensity studies. In NIEMAN, C. (ed.), **Flavor Research and Food Acceptance**, p. 88–93. New York: Reinhold Publ. Corp, 1958.
- NORA, F. M. D., **Análise sensorial clássica [livro eletrônico]: fundamentos e métodos**. Canoas, RS: Mérida Publishers, 2021.
- NUNES, C. A.; PINHEIRO, A. C. M. **Sensomaker**. Version 1.8. Lavras: UFLA, Software, 2012.
- OBERRAUTER, L. M., JANUSZEWSKA, R., SCHLICH, P. MAJCHRZAK, D. Sensory evaluation of dark origin and non-origin chocolates applying Temporal Dominance of Sensations (TDS). *Food Research International*, 111, 39-49, 2018
- OKAMOTO, S. Bootstrap Resampling of Temporal Dominance of Sensations Curves to Compute Uncertainties. **Foods**, 2021, 10, 2472. <https://doi.org/10.3390/foods10102472>
- PATTERSON, H. K.; THOMPSON, R. Recovery of inter-block information when block sizes are unequal. **Biometrika**, v. 58, p.545-554, 1971.
- PEARSON, K. On the criterion that a given system of deviations from the probable in the case of a correlated system of variables is such that it can be reasonably supposed to have arisen from random sampling (PDF). **Philosophical Magazine**, Series 5. 50 (302): p. 157-175, 1900. doi:10.1080/14786440009463897
- PÉREZ, F. L., Departamento de Estatística da Universidade Federal do Paraná, 2018, <http://leg.ufpr.br/~lucambio/Nonparam/NparamII.html#NparamII.0>, acesso em 16/01/2022.
- PINEAU, N.; CORDELLE, S.; SCHLICH, P. Temporal dominance of sensations: A new technique to record several sensory attributes simultaneously over time. **Fifth Pangborn, Symposium**, p. 121, jul. 2003.

PINEAU, N., SCHLICH, P., CORDELLE, S., MATHONNIÈRE, C. Temporal Dominance of Sensations: Construction of the TDS curves and comparison with time–intensity. **Food Quality and Preference**, v. 20, p. 450–455, 2009.

PINEAU, N.; SCHLICH, P. Temporal dominance of sensation (TDS) as a sensory profiling technique. **Rapid Sensory Profiling Techniques and Related Methods**, Cambridge: Woodhead Publishing, 2015, 884 p.

R Core Team, R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria, 2023. <http://www.r-project.org> .

SAS Institute Inc 2013. SAS/ACCESS® 9.4 Interface to ADABAS: Reference. Cary, NC: SAS Institute Inc.

SIMS 2000 Sensory Software, Morristown, NJ, USA, 2021. URL <https://www.sims2000.com>

SHIMAOKA, N., OKAMOTO, S., AKIYAMA, Y., YAMADA, Y. Linking Temporal Dominance of Sensations for Primary-Sensory and Multi-Sensory Attributes Using Canonical Correlation Analysis. **Foods**, 11, 781, 2022. <https://doi.org/10.3390/foods11060781>

TimeSens, INRA, CSGA, Dijon, France, 2020. URL <https://www.timesens.com/v2/website/index.html>.

VISALLI, M., MAHIEU, B., THOMAS, A., SCHLICH, P. Concurrent vs. retrospective temporal data collection: Attack-evolution-finish as a simplification of Temporal Dominance of Sensations. **Food Quality and Preference**, v. 85, 2020.

WICKHAM, H., AVERICK, M., BRYAN, J., CHANG, W., MCGOWAN, L. D., FRANÇOIS, R., GROLEMUND, G., HAYES, A. HENRY, L., HESTER, J., KUHN, M., PEDERSEN, T. L., MILLER, E., BACHE, S. M., MULLER, K., OOMS, J., ROBINSON, D., SEIDELL, D. P., SPINU, V., TAKAHASHI, K., VAUGHAN, D., WILKER, C., WOO, K., YUTANI, H. Welcome to the tidyverse. **Journal of Open Source Software**, 4(43), 1686. 2019. doi:10.21105/joss.01686 <https://doi.org/10.21105/joss.01686>

WICKHAM, H. ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis. Springer-Verlag. New York, 2016.

WILLIAMS, E.J. Experimental designs for the estimation of residual effects of treatments. **Australian Journal of Scientific Research**, Series A: Physical Sciences, v.2, p.149-168, 1949



## 7- APÊNDICE

```

library("boot")

setwd("C:/Users/Alex Temoteo/Desktop/Alex/DOCTORADO/2022_2/Bootstrap")

# Quando for alterar os valores, rodar rm(x) para limpar os dados

rm(x)

x = read.table("TEMPOSC.txt", h = T, sep = "\t"); head(x); tail(x)

x1 = x[x$TEMPO == 10,]; head(x1); tail(x1)

dados = x1[,-c(1)]; head(dados); tail(dados)

p = matrix(NA,1000,5)

for (i in 1:1000)

{

    getBootSample <- function(X)

    {

        X[sample(1:nrow(X), replace = TRUE),]

    }

    p[i,] = colMeans(getBootSample(dados)

    )

}

p

LI = matrix(NA,1,5)

LS = matrix(NA,1,5)

```

```

for (j in 1:5)
{
LI[,j] = quantile(p[,j], c(.025))[[1]]
LS[,j] = quantile(p[,j], c(.975))[[1]]
}

q = rbind(LI,LS)

colnames(q) = c("ACIDO", "ADST", "AROMA", "DOCE", "SABOR")

q

#####

### Gráficos com IC

#####

#Bebida A, tempo 13

LI = c(0.2291667, 0.2083333, 0, 0, 0.02083333)

LI

LS = c(0.5, 0.5, 0.1458333, 0.0625, 0.16666667)

LS

Tempo13 =c("ACIDO", "ADST", "AROMA", "DOCE", "SABOR")

library(tidyverse)

d <- tibble(

  ymin = LI,

```

```
ymax = LS
)
d %>%
  ggplot(aes(x = Tempo13,
             xlab = "Tempo 13", ymain = "Proporção" )) +
  geom_errorbar(aes(ymin = ymin, ymax = ymax))

#Bebida C, tempo 10

LIC = c(0.02083333, 0, 0, 0.33333333, 0.16666667)
LIC
LSC = c(0.16666667, 0.1041667, 0.1041667, 0.625, 0.4171875)
LSC
Tempo10 =c("ACIDO", "ADST", "AROMA", "DOCE", "SABOR")

library(tidyverse)
d <- tibble(

  ymin = LIC,
  ymax = LSC
```

)

d %>%

```
ggplot(aes(x = Tempo10,
           xlab = "Tempo 10", ymain = "Proporção" )) +
  geom_errorbar(aes(ymin = ymin, ymax = ymax))
```

# Gráficos da distribuição empírica da bebida A no instante de tempo 13 s

```
par(mfrow=c(3,2))
```

```
hist(p[,1], main = "Bebida A - tempo 13", xlab = "Ácido", ylab = "Densidade")
```

```
abline(v=0.2291667, col = "red", lty = 2,lwd =2)
```

```
abline(v=0.5, col = "red", lty = 2,lwd =2)
```

```
hist(p[,2], main = "Bebida A - tempo 13", xlab = "ADST", ylab = "Densidade")
```

```
abline(v=0.2291667, col = "red", lty = 2,lwd =2)
```

```
abline(v=0.4791667, col = "red", lty = 2,lwd =2)
```

```
hist(p[,3], main = "Bebida A - tempo 13", xlab = "Aroma", ylab = "Densidade")
```

```
abline(v=0, col = "red", lty = 2,lwd =2)
```

```
abline(v=0.1458333, col = "red", lty = 2,lwd =2)
```

```
hist(p[,4], main = "Bebida A - tempo 13", xlab = "Doce", ylab = "Densidade")
```

```
abline(v=0, col = "red", lty = 2,lwd =2)
```

```
abline(v=0.0625, col = "red", lty = 2,lwd =2)
```

```
hist(p[,5], main = "Bebida A - tempo 13", xlab = "Sabor", ylab = "Densidade")
```

```
abline(v=0.02083333, col = "red", lty = 2,lwd =2)
```

```
abline(v=0.16666667, col = "red", lty = 2,lwd =2)
```

```
# Gráficos da distribuição empírica da bebida C no instante de tempo 10 s
```

```
par(mfrow=c(3,2))
```

```
hist(p[,1], main = "Bebida C - tempo 10", xlab = "Ácido", ylab = "Densidade")
```

```
abline(v=0.02083333, col = "red", lty = 2,lwd =2)
```

```
abline(v=0.16666667, col = "red", lty = 2,lwd =2)
```

```
hist(p[,2], main = "Bebida C - tempo 10", xlab = "ADST", ylab = "Densidade")
```

```
abline(v=0, col = "red", lty = 2,lwd =2)
```

```
abline(v=0.1041667, col = "red", lty = 2,lwd =2)
```

```
hist(p[,3], main = "Bebida C - tempo 10", xlab = "Aroma", ylab = "Densidade")
```

```
abline(v=0, col = "red", lty = 2,lwd =2)
```

```
abline(v=0.1041667, col = "red", lty = 2,lwd =2)
```

```
hist(p[,4], main = "Bebida C - tempo 10", xlab = "Doce", ylab = "Densidade")
```

```
abline(v=0.3333333, col = "red", lty = 2,lwd =2)
```

```
abline(v=0.625, col = "red", lty = 2,lwd =2)
```

```
hist(p[,5], main = "Bebida C - tempo 10", xlab = "Sabor", ylab = "Densidade")
```

```
abline(v=0.1666667, col = "red", lty = 2,lwd =2)
```

```
abline(v=0.4171875, col = "red", lty = 2,lwd =2)
```