

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

CELINA DUCAT ZANINI

**ANÁLISE DE FATORES PARALELOS (PARAFAC) NA EXTRAÇÃO DE
INFORMAÇÕES DE ANÁLISE SENSORIAL**

CAMPO MOURÃO

2021

CELINA DUCAT ZANINI

**ANÁLISE DE FATORES PARALELOS (PARAFAC) NA EXTRAÇÃO DE
INFORMAÇÕES DE ANÁLISE SENSORIAL**

**Parallel factors analysis (PARAFAC) in the extraction of sensory analysis
information**

Trabalho de conclusão de curso de Dissertação apresentada como requisito para obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Alimentos, do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos – PPGTA – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná/UTFPR, Campus Campo Mourão
Orientadora: Patrícia Valderrama.
Coorientador: Paulo Henrique Março

CAMPO MOURÃO

2021



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite que outros remixem, adaptem e criem a partir do trabalho para fins não comerciais, desde que atribuam o devido crédito e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

02/10/2021 18:31



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Medianeira



CELINA DUCAT ZANINI

ANÁLISE DE FATORES PARALELOS (PARAFAC) NA EXTRAÇÃO DE INFORMAÇÕES DE ANÁLISE SENSORIAL

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestra Em Tecnologia De Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Tecnologia De Alimentos.

Data de aprovação: 23 de Agosto de 2021

Prof.a Patricia Valderrama, - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.a Aline Coqueiro, Doutorado - Universidade Estadual de Ponta Grossa (Ueppg)

Prof.a Juliana Azevedo Lima Pallone, Doutorado - Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 23/08/2021.

*Dedico este trabalho em especial à minha mãe **Marcia Maria Ducat**, ao meu irmão **João Henrique Ducat Zanini**, e ao meu noivo **Rafael Eduardo Managó**. Que sempre me apoiaram e incentivaram nas minhas escolhas.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me permitido vivenciar esse ciclo cheio de desafios. A Nossa Senhora que sempre passou na frente e abriu os caminhos para passagem.

À minha família, em especial minha mãe Marcia que sempre me incentivou e acreditou que seria possível, agradeço também todo amor e carinho recebido. Ao meu irmão João que além do amor e incentivo, por muitas vezes me ajudou durante o processo com as disciplinas.

Ao meu noivo Rafael, que mesmo longe, sempre esteve presente no meu dia a dia, emanando energias positivas, amor e cuidado, fornecendo todo apoio que precisei.

Agradeço à minha orientadora Professora Patrícia Valderrama, que afora me orientar nesse estudo, contribuindo com minha formação profissional e crescimento científico, também me ensinou muito enquanto evolução pessoal. Serei sempre grata pela oportunidade de me acolher como orientanda, sem você essa trajetória não teria acontecido.

Aos amigos e colegas que conheci durante esse período, pelo companheirismo e convivência, mesmo que remotamente.

Aos Professores do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos (PPGTA) e também aos professores da banca, por aceitarem o convite para contribuir com a pesquisa.

À UTFPR, por fornecer o programa para a realização deste trabalho.

Agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para a realização dessa etapa tão importante em minha vida.

“Não disse que seria fácil, mas que valeria a pena. (São João Bosco)”

(SICCARDI, 2015)

RESUMO

A indústria de alimentos está constantemente criando novos produtos e realizando modificações em produtos já existentes, aquecendo as vendas no mercado e gerando altas receitas. Essas mudanças geralmente ocorrem para melhorar o perfil nutricional do produto e o custo de sua produção. Para que isso ocorra de forma fluida é responsabilidade das empresas de alimentos garantir a segurança e a qualidade, mas também a aceitação e a satisfação do consumidor com o produto, uma vez que o consumidor é quem decide se o produto será bem-sucedido ou não. A análise sensorial é a metodologia utilizada para avaliar atributos sensoriais e a aceitabilidade desses produtos, por meio de interações percebidas pelos sentidos da visão, gosto, tato, olfato e audição de cada avaliador. As interpretações de resultados de análise sensorial, ocorrem comumente por estatísticas convencionais de forma unidimensional. No entanto, outras metodologias multidimensionais também podem ser usadas. O uso de ferramentas quimiométricas permite maior interatividade entre os dados, possibilitando correlacionar os resultados de produto, atributo e provador com ferramentas de tratamento de dados *multi-way*. Assim, o objetivo desse trabalho foi buscar extrair informações de resultados sensoriais explorando essa maior interatividade entre produtos, atributos sensoriais avaliados, e seus respectivos provadores. Para tanto, resultados obtidos por provadores treinados na análise sensorial descritiva de cachaça e bebida café, e resultados obtidos por provadores não treinados para análise sensorial hedônica afetiva de uso doméstico (HUT) em óleos vegetais, foram avaliados empregando a ferramenta multivariada de análise de fatores paralelos (PARAFAC). Esta ferramenta quimiométrica permitiu concluir que a aromatização pode trazer características para a cachaça de modo que esta apresente notas semelhantes para alguns atributos sensoriais quando comparado a cachaças envelhecidas em barris de madeira. Também foi demonstrado que a ferramenta permite distinguir o café com maior qualidade a partir dos resultados sensoriais. Ainda, a concordância dos provadores na avaliação das amostras de um mesmo tipo de café pode ser vista como uma medida da precisão no nível de repetibilidade. Para os óleos vegetais, a aplicação da PARAFAC possibilitou verificar que a cor foi o atributo que mais contribuiu na afetividade e distinção dos diferentes óleos, enquanto o sexo e a idade dos provadores não provocavam influência na preferência por um determinado óleo.

Palavras-chave: análise sensorial; quimiometria; PARAFAC

ABSTRACT

The food industry is constantly creating new products and making modifications to existing products, boosting market sales, and generating high revenues. These changes usually occur to improve the nutritional profile of the product and the cost of its production. For this to occur smoothly, it is the responsibility of food companies to ensure safety and quality, but also consumer acceptance and satisfaction with the product, since the consumer is the one who decides whether the product will be successful or not. Sensory analysis is the methodology used to assess sensory attributes and acceptability of these products, through interactions perceived by the senses of sight, taste, touch, smell, and hearing of each evaluator. Interpretations of sensory analysis results commonly occur by conventional statistics in a one-dimensional way. However, other multidimensional methodologies can also be used. The use of chemometric tools allows for greater interactivity between data, making it possible to correlate product, attribute, and taster results with multi-way data treatment tools. Thus, the objective of this work was to seek to extract information from sensory results exploring this greater interactivity between products, sensory attributes evaluated, and their respective tasters. Therefore, results obtained by tasters trained in descriptive sensory analysis of cachaça and coffee drink, and results obtained by untrained tasters for affective hedonic sensory analysis of household use (HUT) in vegetable oils, were evaluated using the multivariate factor analysis tool parallels (PARAFAC). The results show that the tool allowed us to conclude that aromatization can bring characteristics to the cachaça so that it presents similar notes for some sensory attributes when compared to cachaça aged in wooden barrels. It was also shown that the tool allows to distinguish coffee with higher quality from sensory results. Furthermore, the agreement of tasters in the evaluation of samples of the same type of coffee can be seen as a measure of precision in the level of repeatability. For vegetable oils, the application of PARAFAC made it possible to verify that color was the attribute that most contributed to the affectivity and distinction of different oils, while sex and age of the tasters did not influence the preference for a certain oil.

Keywords: sensory analysis; chemometrics; PARAFAC.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIA – Associação Brasileira das Indústrias de Alimentação
ABIC – Associação Brasileira da Indústria do Café
ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABU – Aroma de baunilha
ACAN – Aroma de caldo de cana
ACID – Gosto ácido
ALL – Aroma alcóolico
AMA – Gosto amargo
AMAD – Aroma de madeira
ANOVA – Análise de Variância
CAM – Coloração amarela
CAR – Aroma de caramelo
CLT – Teste realizado em ambientes controlados
CONCORDIA – Diagnóstico de Consistência do Núcleo
DOCE – Gosto doce
HUT – Teste realizado em casa
IBRAC – Instituto Brasileiro da Cachaça
OLE – Oleosidade
PARAFAC – Análise de Fatores Paralelos
PCA – Análise de Componente Principal
PUN – Sabor pungente
QUI – Aroma de compostos químicos
SAD – Sabor adstringente
SAL – Sabor alcóolico
SMAD – Sabor de madeira

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Resultados obtidos em análise sensorial (A) e suas formas de organização para avaliação por teste de Tukey (B), PCA (C) e PARAFAC (D)	20
Figura 2 – Decomposição da matriz X em componentes principais por PCA utilizando média dos resultados dos provadores (A) e um provador individual (B)	21
Figura 3 – Decomposição de dados tridimensionais por PARAFAC	23
Figura 4 – Ficha de análise sensorial das amostras de cachaças	28
Figura 5 – Ficha de avaliação sensorial - Café	30
Figura 6 – Formulário de teste de aceitação Óleos Vegetais	32
Figura 7 – Arranjo dos resultados das análises sensoriais em tensor para cachaça	34
Figura 8 – Resultados do PARAFAC na avaliação sensorial de Cachaças. (A) <i>Scores</i> . (B) <i>Loadings</i> relativo às amostras. (C) <i>Loadings</i> relativo aos atributos sensoriais	36
Figura 9 – Arranjo dos resultados das análises sensoriais em tensor para bebida café	38
Figura 10 – Resultados do PARAFAC na avaliação sensorial de Cafés. (A) <i>Scores</i> . (B) <i>Loadings</i> relativo às amostras. (C) <i>Loadings</i> relativo aos atributos sensoriais	40
Figura 11 – Arranjos dos resultados das análises sensoriais de óleos vegetais em tensor	41
Figura 12 - Resultados do PARAFAC na avaliação sensorial de Óleos Vegetais. (A) <i>Scores</i> . (B) <i>Loadings</i> relativo aos atributos sensoriais. (C) <i>Loadings</i> relativo aos provadores	43

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Resultado da avaliação sensorial de cachaça do Provador 1	33
Quadro 2 - Resultado da avaliação sensorial de cachaça do Provador 2	33
Quadro 3 - Resultado da avaliação sensorial de cachaça do Provador 3	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características das amostras de cachaças	28
Tabela 2 - Atributos sensoriais e referências para ausente/fraco/forte	29
Tabela 3 - Resultado da avaliação sensorial - Café	37

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	15
2.1 Objetivo Geral	15
2.2 Objetivos Específicos	15
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
3.1 Análise Sensorial	16
3.2 Quimiometria	18
3.2.1 Análise de Componentes Principais	20
3.2.2 Análise de Fatores Paralelos	21
3.3 Cachaça	23
3.4 Café	24
3.5 Óleos Vegetais	24
4 MATERIAIS E MÉTODOS	26
4.1 Análise Sensorial da Cachaça	26
4.2 Análise Sensorial do Café	28
4.3 Análise Sensorial dos Óleos Vegetais	29
4.4 Aplicação do PARAFAC	31
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
5.1 Cachaça	32
5.2 Café	37
5.3 Óleos Vegetais	44
REFERÊNCIAS	45
APÊNDICE A - Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE).....	53
APÊNDICE B – Instruções para a realização do teste sensorial afetivo hedônico de uso doméstico (HUT).....	57

1 INTRODUÇÃO

A indústria alimentícia está cada vez mais inovadora, novos produtos, ou modificações nas formulações já existentes têm alavancado o setor alimentício, garantindo uma constante renovação e sustentação do mercado. Segundo a Associação Brasileira das Indústrias de Alimentação – ABIA (2021), o faturamento líquido no Brasil alcançou quase 800 bilhões de reais em 2020, para os produtos alimentares e bebidas, um crescimento de 12,8% em faturamento comparado ao ano de 2019.

Esse movimento se dá, tanto pelo incentivo de desenvolvimento de novos produtos que melhorem o perfil nutricional e promovam uma melhora na saúde (ANDRE; LARONDELLE; EVERS, 2010; DE SMET; VOSSEN, 2016), uma vez que há um aumento na procura por itens com essas características (KÜSTER-BOLUDA; VIDAL-CAPILLA, 2017), quanto pela redução de custo de produção de determinados produtos (PINTADO; TEIXEIRA, 2015; VIALTA et al., 2014).

Nesse sentido, as empresas do setor alimentar, além de desenvolverem e diversificarem a funcionalidade dos produtos, têm como principal objetivo assegurar a segurança e a qualidade dos gêneros alimentícios, sem alterar as propriedades sensoriais, tecnológicas e funcionais destes (MARULANDA; GRANADOS; ZAPATEIRO, 2016). Mesmo que o produto possua segurança físico-química e microbiológicas adequadas é importante destacar a necessidade de aceitação e satisfação do consumidor frente ao produto (PINHEIRO et al., 2011; SOSA et al., 2020; YU; LOW; ZHOU, 2018).

O consumidor é um objeto fundamental de medida da qualidade sensorial dos produtos alimentícios. Dessa forma, o conhecimento das propriedades sensoriais do produto já não é mais um diferencial competitivo e sim obrigatório para sobrevivência de qualquer organização (PEINADO; GRAEML, 2007).

Ao analisar o comportamento do consumidor, são considerados parâmetros intrínsecos que são voltados às características sensoriais, como as que foram realizadas na presente pesquisa, mas também os extrínsecos que permeiam muitas vezes o conceito que o consumidor já idealizou do produto associado a embalagem ou rótulo, preço, e a marca, por exemplo (DELLA LUCIA et al., 2010; ENNEKING; NEUMANN; HENNEBERG, 2007). A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2017) descreve a análise sensorial, como uma metodologia usada para evocar, medir, analisar e interpretar reações de características dos alimentos e materiais como são percebidas pelos sentidos da visão, olfato, gosto, tato e audição.

A sistemática da interpretação de dados das avaliações sensoriais, comumente acontecem de forma unidimensional, por meio de Análise de Variância (ANOVA) e comparação das médias pelo teste de *Tukey* (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008). Entretanto, essa avaliação também podem ser realizada de forma multidimensional, fornecendo uma representação de todos os produtos e suas características consideradas no momento da análise, em um formato multivariado (PAGÈS; HUSSON, 2001; VIANA et al., 2018).

Nesse sentido, a fim de buscar uma maior interatividade entre os dados, verificar semelhanças sensoriais entre as respostas dos provadores, e extrair informações de forma multivariada, foram realizadas as interpretações dos resultados obtidos por provadores treinados na análise sensorial de cachaça e da bebida café, e não treinados para análise de óleos vegetais, empregando a ferramenta multivariada de decomposição de dados de ordem superior e tridimensional, análise de fatores paralelos (PARAFAC - *PARAllel FACTor analysis*).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Aplicar a ferramenta multivariada PARAFAC na avaliação e extração de informações de resultados de análises sensoriais realizadas por provadores treinados e não treinados.

2.2 Objetivos Específicos

- ✓ Organizar e interpretar os resultados obtidos a partir de provadores treinados em análise sensorial da bebida café e de cachaças artesanais;
- ✓ Efetuar análise sensorial de óleos vegetais em provadores aleatórios não treinados;
- ✓ Investigar o método PARAFAC na avaliação e extração de informações de análises sensoriais da bebida café, cachaça e óleos vegetais.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Análise Sensorial

A classificação global da análise sensorial, fundamenta-se em um método interdisciplinar, de avaliar atributos sensoriais e a aceitabilidade dos produtos alimentícios, por meio de interações percebidas pelos sentidos da visão, gosto, tato, olfato e audição de cada avaliador (MINIM, 2010), ou seja, compreende um conjunto de dados extraídos de respostas humanas para com os produtos alimentícios.

A segunda metade do século XX, contou com uma grande expansão em vários setores comerciais, a indústria de alimentos processados e bens de consumo foi uma delas, impulsionando a relevância da avaliação sensorial (LAWLESS; HEYMANN, 2010).

Os primeiros relatos sobre o uso sensorial com métodos de degustação foram empregados inicialmente na Europa, com objetivo de fiscalizar a qualidade de cervejarias e destilarias. Porém a concepção da ciência sensorial está ligada aos Estados Unidos, no período da segunda guerra mundial, na década de 1940. A história conta que parte dos soldados do exército que foram enviados para o combate voltaram emagrecidos, devido à baixa palatabilidade dos alimentos enviados (PERYAM; PILGRIM, 1957). No Brasil esses métodos foram primeiramente empregados no laboratório de degustação da seção de tecnologia do Instituto Agrônomo de Campinas a fim de avaliar sensorialmente o café, por volta de 1954 (MONTEIRO, 1984).

Atualmente, o setor da análise sensorial continua se desenvolvendo para garantir um fornecimento de alimentos que vai além da nutrição, mas também com finalidade de satisfazer os prazeres humanos. O mercado consumidor está crescentemente mais exigente, tornando-se cada vez mais importante produzir produtos de qualidade (CHAMBERS, 2019; VIANA et al., 2018). É importante destacar que a análise sensorial possui influência em todos os momentos do desenvolvimento de novos produtos, na seleção e determinação da matéria prima, na elaboração do produto, nas condições de estocagem e armazenamento, assim como no prazo de validade (ISAAC et al., 2012).

As avaliações sensoriais endossam a assertividade e a aceitação do consumidor para com os novos produtos e/ou aperfeiçoamento de um já existente no competitivo mercado (BUSZKA et al., 2020). Logo, reduzem o risco nas decisões e estratégias que não sejam bem sucedidas por identificar, através da avaliação sensorial, quais atributos devem ser reduzidos, intensificados, retirados ou incluídos para otimizar os padrões do

produto e satisfazer as expectativas dos consumidores (STONE; SIDEL, 1993; TEIXEIRA, 2009).

O departamento de avaliação sensorial pode interagir com diversos departamentos da indústria. Sua principal interação obviamente é frente ao desenvolvimento de novos produtos como já mencionado, mas também está interligado com os departamentos de pesquisa, marketing e publicidade, de *design*, de embalagem, controle de qualidade, e até de serviços jurídicos (LAWLESS; HEYMANN, 2010).

A análise sensorial, no entanto, remete a uma subjetividade, uma vez que as respostas podem variar com o tempo e o número de amostras limitadas que podem ser avaliadas por dia. Para sua realização são fornecidas instruções na entrega das amostras, e as condições são preferencialmente controladas para que os fatores externos sejam reduzidos. Os provadores normalmente utilizam cabines individuais para os testes, assim são evitados julgamentos e influências externas. Com relação as amostras a serem avaliadas, estas são etiquetadas com números aleatórios para que não haja um preconceito com base em estigmas impostos pela coletividade e siga-se uma avaliação sensorial não rotulada (LAWLESS; HEYMANN, 2010).

A avaliação sensorial pode ser realizada por várias técnicas, cabendo ao avaliador escolher a mais apropriada, dentre as mais comuns e utilizadas são os discriminativos (triangular, duo – trio, ordenação, comparação pareada e comparação múltipla), testes descritivos (perfil de sabor, perfil de textura e análise descritiva quantitativa) e testes afetivos (preferência, aceitação por escala hedônica, aceitação por escala ideal e intenção de compra) (ABNT, 2017; PIMENTEL; GOMES DA CRUZ; DELIZA, 2015).

Neste trabalho, tanto para avaliação sensorial de cachaças, quanto para a avaliação da bebida café, foi empregado o método descritivo, sendo de maneira simples explicada por um método sensorial que descreve quantitativa e qualitativamente as amostras, por painéis de avaliadores treinados. Ele quantifica as intensidades percebidas das características sensoriais de um determinado produto, ou seja, ela traz a descrição das propriedades sensoriais de uma amostra por meio do atributo sensorial, como: aroma, aparência, sabor, textura, seguidamente com seus valores de intensidade (ABNT, 2017; LAWLESS; HEYMANN, 2010). A análise descritiva se demonstra como uma ferramenta de avaliação altamente informativa e mais abrangente, sendo aplicável em caracterização de inúmeras alterações relacionados a pesquisa de desenvolvimento de produtos (MURRAY; DELAHUNTY; BAXTER, 2001).

Para a avaliação sensorial dos óleos vegetais foi utilizado o método afetivo, por meio do teste hedônico. Necessariamente, esse tipo de teste é usado com provadores não

treinados, já que possivelmente se fossem treinados teriam percepções não espontâneas para a avaliação, no qual são essenciais para a sistemática do teste. O mesmo, tem por objetivo maior, entender e medir a percepção hedônica do produto por consumidores, ou seja, avaliar a aceitabilidade e a preferência da população em gostar ou não de determinado produto. Porém, tal método pode trazer desvantagem, como por exemplo, estar sujeito a avaliação por um público não consumidor daquele tipo de produto, uma vez que são escolhidos provadores aleatórios que estejam dispostos a participar do teste (ABNT, 2016).

Na avaliação da aceitabilidade de um produto (método afetivo), a análise sensorial pode ser realizada através do método hedônico de caráter quantitativo, e realizado em ambiente não controlado. Trata-se do teste com uso domiciliar (HUT, *do inglês Home Use Test*), que contrário ao teste realizado em ambientes controlados (CLT, *Central Location Tests*) com período programado, o HUT é realizado na casa do consumidor, sem tempo programado, e muitas vezes podendo se assimilar ao consumo autêntico do dia a dia (LAWLESS; HEYMANN, 2010).

Ainda existe outro tipo de método que não foi utilizado no presente estudo, conhecidos como testes discriminativos, que são testes sensoriais mais simples e de mais fácil interpretação. Eles estabelecem diferenças qualitativas ou quantitativas e suas similaridades, para testar a precisão e a confiabilidade dos provadores (DUTCOSKY, 2013).

3.2 Quimiometria

Para todas as análises de resultados de dados em pesquisa científica, assim como as obtidas por meio de uma avaliação sensorial, são necessários métodos estatísticos para auxiliar na interpretação dos resultados. A grande maioria da interpretação de dados provenientes de análise sensorial ocorre por estatística unidimensional, com teste de médias ou estatística descritiva. Marconato et al. (2020), ao avaliar sensorialmente a farinha de casca de batata-doce, empregou a análise de variância (ANOVA), com comparação de médias pelo Teste de Tukey, assim como Polizer et al. (2018); Silva et al. (2019); Vieira et al. (2015); e Zanini et al., (2013).

Os dados que são tratados com variáveis contínuas normalmente são centralizados pela média dos avaliadores, ou seja, se tem uma pontuação média para cada atributo. Assim não há mensuração quanto aos avaliadores e sim para com os produtos e atributos isoladamente (HIBBERT, 2009).

No entanto, os resultados sensoriais também podem ser avaliados por ferramentas multivariadas da quimiometria que avançam na avaliação sensorial da qualidade de alimentos e bebidas (BORRÀS et al., 2015) (SILVA et al., 2020).

A quimiometria é definida como a aplicação de métodos estatísticos e matemáticos para planejar e avaliar dados de maneira otimizada. Ela traz essa junção de inovação tecnológica com a análise de dados químicos de natureza multivariada, fornecendo o máximo de informação química através dos dados obtidos (OTTO, et al., 1999; SZMECHTYK; NOWAK; KREGIEL, 2018).

Hibbert (2009), salienta que as ferramentas da quimiometria caminham em conformidade com os resultados obtidos através de análise sensorial, visto que o conjunto de dados da análise sensorial por si só já são multivariados, tendo mais de uma dimensão (produto x atributo sensorial).

Kowalski; Seasholtz (1991); Szmechtyk; Nowak; Kregiel, (2018), afirmam que através da avaliação de resultados da análise sensorial por análise multivariada é possível chegar a resultados mais significativos, além de oferecer vantagens comparadas a métodos comuns unidimensionais. Essas vantagens consistem na obtenção de resultados relativos ao produto (semelhanças ou diferenças, por exemplo), de acordo com os parâmetros sensoriais investigados, bem como informações relativas aos consumidores, dependendo da ferramenta multivariada empregada na avaliação dos resultados. A Figura 1 ilustra como os resultados dos provedores são organizados para extração de informações a partir da estatística univariada por diferença de médias, e através de ferramentas quimiométrica que permitem avaliações em duas ou três dimensões, como a análise de componentes principais (PCA – do inglês, *Principal Component Analysis*) e a análise de fatores paralelos (PARAFAC – do inglês, *PARAllel FACTor analysis*), respectivamente.

Figura 1 – Resultados obtidos em análise sensorial (A) e suas formas de organização para avaliação por teste de Tukey (B), PCA (C) e PARAFAC (D).

A					
Provedor 1		Provedor 2			Provedor n
Amostra 1	Atributo 1	Atributo 2	Atributo 3	Atributo 4	Atributo 5
Amostra 2					
Amostra 3					
Amostra 4					
Amostra 5					
Amostra 6					
...					
Amostra 1	Atributo 1	Atributo 2	Atributo 3	Atributo 4	Atributo 5
Amostra 2					
Amostra 3					
Amostra 4					
Amostra 5					
Amostra 6					

B					
Teste de Tukey					
Diferença entre médias					
	Resultado médio Atributo 1	Resultado médio Atributo 2	Resultado médio Atributo 3	Resultado médio Atributo 4	Resultado médio Atributo 5
Amostra 1					
Amostra 2					
Amostra 3					
Amostra 4					
Amostra 5					
Amostra 6					

C					
PCA					
Relação entre as amostras (scores) e os atributos (loadings)					
	Resultado médio Atributo 1	Resultado médio Atributo 2	Resultado médio Atributo 3	Resultado médio Atributo 4	Resultado médio Atributo 5
Amostra 1					
Amostra 2					
Amostra 3					
Amostra 4					
Amostra 5					
Amostra 6					

D					
PARAFAC					
Relação entre as amostras (scores) e os atributos (loadings 1) e os provedores (loadings 2)					
	Atributo 1	Atributo 2	Atributo 3	Atributo 4	Atributo 5
Amostra 1					
Amostra 2					
Amostra 3					
Amostra 4					
Amostra 5					
Amostra 6					
Provedor 1					
Provedor 2					
Provedor n					

Fonte: Autoria própria (2021)

3.2.1 Análise de Componentes Principais

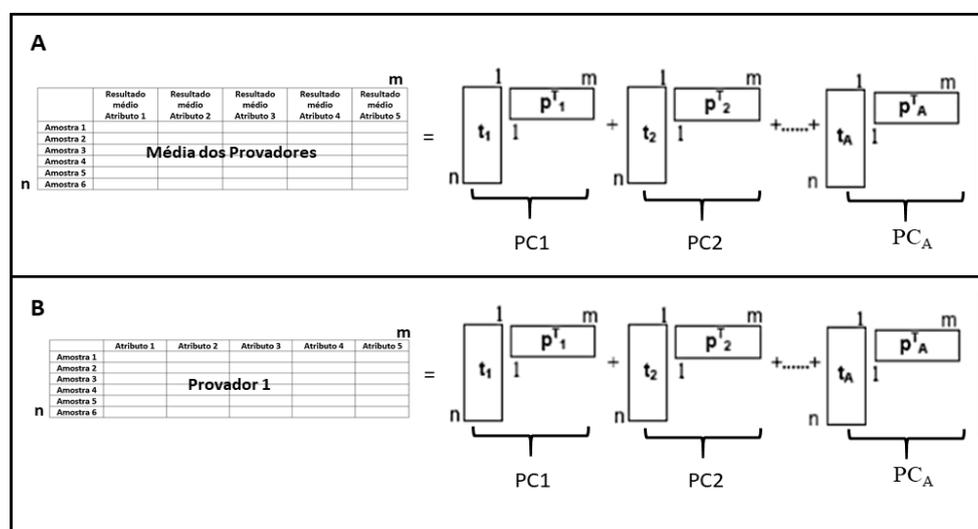
Dentre as ferramentas multivariadas da quimiometria, a usada com maior frequência em avaliação de resultados de análise sensorial é a PCA (HIBBERT, 2009; VIANA et al., 2018).

PCA é uma ferramenta de reconhecimento de padrões não supervisionado, exploratório, capaz de transformar dados complexos em gráficos informativos quanto as similaridades apresentadas entre as amostras (diferentes produtos) e as respectivas variáveis (atributos sensoriais), possibilitando assim o reconhecimento desses padrões (NOBRE; NEVES, 2019).

Por se tratar de uma ferramenta bidimensional, para aplicação da PCA, normalmente são empregados os resultados médios dos provadores para cada atributo, e para cada um dos produtos (Figura 2A). Outra possibilidade consiste em avaliar os resultados individuais de cada um dos provadores. Por exemplo, uma análise PCA para o provador 1 (Figura 2B), outra para o provador 2, e assim sucessivamente.

A tabela de resultados sensoriais (matriz X), ao ser avaliada por PCA, é decomposta em um produto de duas matrizes, chamadas de *scores* (T) e *loadings* (P) (Figura 2), obtidas sucessivamente através das componentes principais (PCs), que são traçados ortogonalmente no espaço n -dimensional. Os *scores* apresentam informações a respeito da similaridade das amostras, enquanto os *loadings* possuem as informações quanto as variáveis (atributos sensoriais) da matriz X (BEEBE; PELL, 1998).

Figura 2 – Decomposição da matriz X em componentes principais por PCA utilizando a média dos resultados dos provadores (A) e um provador individual (B).



Fonte: Adaptado de Otto (1999)

Lawless; Heymann (2010), destacam que a primeira PC é, normalmente, responsável pela máxima variância explicada, e as PCs subsequentes por variâncias menores. Ainda, ressaltam que para avaliadores treinados (também chamados de provadores especialistas), a primeira PC apresenta uma variância explicada entre 50 a 70 %.

Quando a análise de uma amostra é realizada por meio de várias variáveis diferentes, consegue-se ter uma maior correlação entre a similaridade e as diferenças das amostras (SILVESTRI et al., 2014).

Dentre as aplicações da PCA na interpretação de resultados de análise sensorial, Almeida et al. (2020), a empregou para extrair informações dos dados obtidos para avaliação sensorial da bebida alcóolica de mangaba; Silva et al. (2020) aplicou PCA na análise do perfil sensorial de chocolate ao leite de cabra; Jesús et al. (2013), avaliou por PCA os resultados das análises sensoriais de aceitação de sobremesas preparadas com ovos em diferentes formas (*in natura*, e ovos em pó obtidos por *freeze* e *spray drying*); Pagamunici et al. (2014), utilizou a PCA na extração de informações de resultados sensoriais para barra de cereais sem glúten. Além desses exemplos, ainda foram encontrados na literatura inúmeros outros estudos que também fizeram emprego da PCA para extração de informação em dados de análise sensorial (ADINSI et al., 2019; BARRIENTOS et al., 2019; DONADINI; FUMI, 2010; LEIGHTON; SCHÖNFELDT; KRUGER, 2010; NIIMI et al., 2015; PFLANZER et al., 2010).

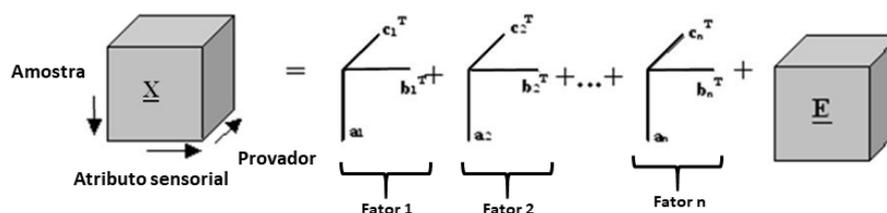
3.2.2 Análise de Fatores Paralelos

PARAFAC é uma ferramenta de decomposição de dados de segunda ordem, tridimensional, que consiste em uma generalização da PCA para dados de ordem superior. Nesse sentido, enquanto a PCA é baseado em modelos bilineares (decomposição da matriz \mathbf{X} em um produto de duas outras matrizes), PARAFAC baseia-se em um modelo trilinear em que decomposição de um tensor de dados $\underline{\mathbf{X}}$ (formado por uma matriz de respostas para cada amostra) é realizada em um produto de três matrizes (BRO; KIERS, 2003; MURPHY et al., 2013).

As matrizes obtidas da deconvolução do tensor de dados consistem em *scores* (com informação sobre as amostras), e duas matrizes de *loadings* (que correspondem às variáveis) (VALDERRAMA, 2009). Dessa forma, na avaliação de resultados sensoriais com a ferramenta PARAFAC, o tensor pode ser organizado de modo obter informações

sobre as amostras (produtos) na matriz de *scores*, enquanto nas matrizes de *loadings* as informações refletem sobre os atributos considerados, bem como as informações dos respectivos provadores (Figura 3).

Figura 3 - Decomposição de dados tridimensionais por PARAFAC.



Fonte: Adaptado de Valderrama (2009)

Uma das etapas mais importantes ao utilizar o método PARAFAC, consiste em estimar o número dos fatores (BRO, 1997), de certa forma análogo ao número de PCs na PCA. Para tanto, o diagnóstico de consistência do núcleo (CONCORDIA) é um dos critérios que pode ser utilizado (BRO; KIERS, 2003).

O emprego da PARAFAC na interpretação de dados provenientes de análise sensorial ainda é pouco utilizado, talvez porque dispõe de um modelo matemático mais complexo. No entanto, essa ferramenta apresenta vantagens já que considera a ficha de avaliação sensorial de cada provador como uma matriz de dados, que organizadas no formato do tensor, permite adquirir também informações sobre esses provadores, como por exemplo relacionar o produto e os atributos com a idade ou o sexo dos provadores.

Dentre os trabalhos já publicados, são exemplos de emprego da PARAFAC, a investigação de resultados de análise sensorial de aceto balsâmico *di modena* (COCCHI et al., 2006), queijos cremosos (BRO et al., 2008), iogurtes enriquecidos com probióticos (CRUZ et al., 2012), suco de uva, torta de ervas e hambúrguer de carne (NUNES; PINHEIRO; BASTOS, 2011; NUNES et al., 2012) e sobremesas (MORAIS et al., 2015). Em um estudo de desenvolvimento de geleia de frutas a PARAFAC foi empregada para avaliar a relevância das variáveis na otimização de uma metodologia de superfície de resposta (SOUZA et al., 2012). No entanto, apesar da PARAFAC ser uma ferramenta promissora na extração de informações obtidos em análise sensorial, o emprego da PCA ainda parece ser mais comum.

Diante do exposto, e considerando as vantagens apresentadas pela PARAFAC, bem como a escassez de trabalhos utilizando essa ferramenta de segunda ordem na avaliação de dados sensoriais, essa pesquisa empregou a PARAFAC como uma

ferramenta exploratória para obter mais interação e uma interpretação mais relevante dos conjuntos de respostas sensoriais.

3.3 Cachaça

A cachaça, também conhecida como aguardente é uma bebida alcoólica de nacionalidade Brasileira, produzida a partir da fermentação da cana-de-açúcar (FERNANDES et al., 2019). Inicialmente essa bebida era um produto de origem secundária da indústria açucareira, mas que aos poucos foi ganhando espaço social e econômico, como produto de troca na época colonial (ALCARDE, 2017).

Hoje, a cachaça é uma bebida de alta importância comercial, segundo o Instituto Brasileiro da Cachaça (IBRAC, 2021) apesar de no ano de 2020 ter reduzido a exportação da bebida, provavelmente em decorrência da pandemia. Em 2019 a cachaça Brasileira foi exportada para 67 países, gerando uma receita de 14.6 milhões de dólares.

Após a fabricação e a destilação da cachaça, outro processo pelo qual a bebida pode passar é o envelhecimento, sendo um processo não é obrigatório. Esse é o processo onde a bebida recém destilada é armazenada em barris de madeira. Nacionalmente as madeiras utilizadas na fabricação desses barris são: umburana, amendoim, ararubá, bálsamo, cabreúva, cedro, cerejeira, freijó, ipê, jequitibá, peroba, vinhático, entre outras. Os barris de carvalho são os mais comuns, sendo reutilizados da importação de outras bebidas como uísque, conhaque e vinhos (ZACARONI et al., 2014).

Durante o processo de envelhecimento nesses tonéis de madeira, ocorrem reações químicas entre a bebida e a madeira, como processo de oxidação e esterificação, gerando ácidos e aldeídos aromáticos, alterações na cor, melhoria no sabor e aroma da bebida, assim como um leve decréscimo no teor alcóolico (ODELLO et al., 2009).

O envelhecimento das cachaças, influenciam diretamente no sabor, nas características e conseqüente no valor agregado do produto (ALCARDE; DE SOUZA; BELLUCO, 2010). Pela regulamentação, cachaça envelhecida é denominada a bebida que contiver no mínimo 50% de aguardente de cana envelhecida em barris de madeira, por um período não inferior a 1 ano, podendo ser adicionada de caramelo para a correção da cor (BRASIL, 2005).

3.4 Café

O café é considerado um dos principais produtos no agronegócio mundial e brasileiro. Segundo a ABIC (2020), o consumo nacional de 2020 alcançou um crescimento de 1,34%, registrando 21,2 milhões de sacas.

Embora existam mais de 100 espécies de café conhecidas, as principais produzidas mundialmente são as espécies *Coffea arabica* (Arábica) e *Coffea canephora* (Robusta), sendo que a espécie Arábica é considerada superior em relação as características sensoriais, possuindo um valor de comercio maior frente as outras espécies (KATHURIMA et al., 2009).

A bebida de café possui inúmeras características benéficas, é uma bebida apreciada e consumida além das propriedades organolépticas, mas também por seus efeitos antioxidantes e estimulantes oriundos da cafeína (OLIVEIRA et al., 2014). Suas propriedades sensoriais e sua qualidade são diretamente relacionadas a sua forma de produção, desde fatores ambientais, processos de torrefação e moagem (BRESSANELLO et al., 2017). Baqueta; Coqueiro; Valderrama (2019), apresentam o grau de torra como um fator decisor no controle da qualidade do café.

3.5 Óleos Vegetais

Um dos produtos mais consumidos e produzidos pelas indústrias no mundo são os óleos vegetais, tendo além de uma função energética, uma função nutricional essencial ao organismo humano. Os óleos vegetais estão dentro do grupo dos lipídeos e constituem os principais componentes dos alimentos insolúveis em água (ARAÚJO, 1999).

Os óleos vegetais são constituídos principalmente por triacilgliceróis e fotoquímicos. Dentre os óleos vegetais popularmente utilizados para a alimentação humana, o óleo de soja é mais comum, sendo oriundo da semente de soja, possuindo em sua composição cerca de 23% de lipídeos (VIEIRA, 1999).

Além do óleo de soja, outros óleos são bastante utilizados em processos culinários, para cozinhar, temperar, fritar, elaborar bolos, doces, sorvetes, bolachas, etc, como: óleos de canola, girassol, milho, gergelim, linhaça, palma e azeite de oliva (JORGE, 2009). Além desses exemplos existem alguns menos usuais como o óleo da semente de maracujá, que apesar de possuir um alto teor lipídico na sua semente chegando a 30,39%, ainda é pouco utilizado (MALACRIDA, 2012).

O óleo de maracujá apresenta características físico-químicas semelhantes a alguns óleos comestíveis, havendo maior predominância em gorduras insaturadas, com maiores

concentrações em ácido linoleico(ω -6), ácido oleico, palmítico e esteárico (SANTOS, et al. 2019; MALACRIDA, 2012; PIOMBO, et al. 2006) demonstrando assim um alto potencial para aproveitamento na alimentação humana, uma vez que ácidos os graxos insaturados desempenham importantes funções, produzindo efeitos benéficos para saúde humana (ARMENTA, 2013), atuando com propriedades antioxidantes, impedindo a oxidação lipídica, ajudando a prevenir o envelhecimento e o desencadeamento de doenças como o câncer e doenças cardiovasculares (MALACRIDA, 2012; OLIVEIRA, 2016).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Os dados de análises sensoriais empregados nesta dissertação foram obtidos por Cruz et al. (2020), para a análise de cachaça. Para avaliação da bebida café os dados foram obtidos por Baqueta; Coqueiro; Valderrama, (2019).

Para as análises de óleos vegetais foi realizado teste sensorial afetivo hedônico de uso doméstico (HUT), em que os óleos foram avaliados pelos provadores não treinados em casa, no ambiente familiar. Esse teste pode facilitar uma avaliação mais crítica do produto, isto porque o consumidor está em seu ambiente real de seu uso (LAWLESS; HEYMANN, 2010).

4.1 Análise Sensorial da Cachaça

No trabalho de Cruz et al. (2020), foram consideradas 20 amostras de cachaça, conforme a Tabela 1, sendo treze amostras produzidas em Morretes (Paraná), seis amostras produzidas em Minas Gerais e uma amostra de cachaça popular brasileira. Dentre as amostras de Morretes, duas apresentavam sabor natural (12,13), e as demais eram aromatizadas. Das amostras de Minas Gerais, três eram envelhecidas em barris de carvalho (14, 15, 16), uma amostra envelhecida em barril de bálsamo (17), uma amostra envelhecida em barril de umburana (18) e uma amostra do estado de Minas Gerais feita em alambique (19). Uma cachaça popular brasileira comercializada em todo território nacional também foi considerada neste trabalho (20).

A análise sensorial foi realizada segundo Araújo, (2010), Cardello; Faria, (1998) com adaptações, por três provadores treinados (especialistas) que avaliaram 15 atributos para cada amostra: coloração amarela, oleosidade, aroma alcóolico, aroma de caldo de cana, aroma de madeira, aroma de baunilha, aroma de compostos químicos, aroma de caramelo, gosto doce, gosto ácido, gosto amargo, sabor alcóolico, sabor de madeira, sabor adstringente e sabor pungente, conforme apresentado na Tabela 2. Para cada atributo avaliado, os avaliadores lançaram uma nota de 0 a 10 de acordo com sua intensidade (fraco/ausente a forte, respectivamente), conforme a ficha de avaliação apresentada na Figura 4.

O projeto dessa pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UTFPR sob protocolo número 02983818.3.0000.5547.

Tabela 1 - Características das amostras de cachaças

Número da amostra	Tipo de Cachaça	Origem
1	Pêssego	Morretes-PR
2	Abacaxi	Morretes-PR
3	Laranja	Morretes-PR
4	Jabuticaba	Morretes-PR
5	Maracujá	Morretes-PR
6	Banana	Morretes-PR
7	Milho	Morretes-PR
8	Gengibre	Morretes-PR
9	Canela	Morretes-PR
10	Catuaba	Morretes-PR
11	Cataia	Morretes-PR
12	Natural	Morretes-PR
13	Pura	Morretes-PR
14	Carvalho1	Minas Gerais
15	Carvalho2	Minas Gerais
16	Carvalho3	Minas Gerais
17	Bálsamo	Minas Gerais
18	Umburana	Minas Gerais
19	Alambique	Minas Gerais
20	Popular	Brasil

Fonte: Cruz (2020)

Figura 4 - Ficha de análise sensorial das amostras de cachaças

TESTE SENSORIAL DAS CACHAÇAS	
Nome: _____	Data: ____/____/____
Por favor, assinale na escala o ponto que melhor descreve a intensidade de cada característica da amostra de cachaça. Considerando 0 (zero) como fraco ou ausente e 10 (dez) forte.	
Amostra: _____	
APARÊNCIA:	
Coloração Amarela - CAM	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10
Oleosidade - OLE	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10
AROMA:	
Aroma Alcoólico - ALL	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10
Aroma Caldo de Cana - ACAN	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10
Aroma de Madeira - AMAD	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10
Aroma de Baunilha - ABU	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10
Aroma Comp. Quím. - QUI	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10
Aroma de Caramelo - CAR	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10
SABOR:	
Gosto Doce - DOCE	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10
Gosto Ácido - ACID	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10
Gosto Amargo - AMA	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10
Sabor Alcoólico - SAL	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10
Sabor de Madeira - SMAD	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10
Sabor Adstringente - SAD	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10
Sabor Pungente - PUN	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10

Fonte: Cruz (2020)

Tabela 2 – Atributos sensoriais e referências para ausente/fraco/forte

Atributo	Descrição	Referência
Aparência		
Coloração Amarela (CAM)	Coloração amarela translúcida característica de cerveja tipo “pilsen” sem gás e sem espuma, em um cálice transparente	Ausente: solução de etanol a 30% Forte: solução de etanol a 30% com 0,2 g/L de corante tartrazina e 0,2 g/L de corante caramelo
Oleosidade (OLE)	Característica oleosa, observada no deslocamento da bebida pela taça após leve agitação	Fraco: solução de etanol a 10% Forte: solução de etanol a 54% com 10% de glicerina
Aroma		
Aroma Alcoólico (ALL)	Aroma característico de etanol	Fraco: solução de etanol a 30% Forte: solução de etanol a 54%
Aroma de Caldo de Cana (ACAN)	Aroma característico do caldo de cana	Ausente: solução de etanol a 30% Forte: solução de etanol a 30% com 10% de melado de cana
Aroma de Madeira (AMAD)	Aroma característico da madeira utilizada no tonel para envelhecimento da cachaça	Ausente: solução de etanol a 30% Forte: solução de etanol a 30% com 10% de extrato de madeira
Aroma de Baunilha (ABU)	Aroma característico de baunilha	Ausente: solução de etanol a 30% Forte: solução de etanol a 30% com 5 g/L de vanilina.
Aroma de Compostos Químicos (QUI)	Aromas relacionados a solventes orgânicos, como cetona, formol, gasolina e diesel	Ausente: solução de etanol a 30% Forte: solução de etanol a 30% com 0,05% de acetato de etila
Aroma de Caramelo (CAR)	Aroma característico de açúcar caramelizado, chocolate, mel	Ausente: solução de etanol a 30% Forte: solução de etanol a 30% com 0,25% de aroma de caramelo
Sabor		
Gosto Doce (DOCE)	Gosto percebido pela mucosa oral semelhante aquele provocado pela sacarose	Fraco: solução de etanol a 30% Forte: solução de etanol a 30% com 9 g/L de sacarose
Gosto Ácido (ACID)	Gosto associado ao ácido acético (que lembra vinagre)	Fraco: solução de etanol a 30% Forte: solução de etanol a 30% com 0,1% de ácido acético.
Gosto Amargo (AMA)	Gosto de quinina, característico de água tônica	Fraco: solução de etanol a 30% Forte: solução de etanol a 30% com 0,75 g/L de cafeína
Sabor Alcoólico (SAL)	Sabor característico do etanol	Fraco: solução de etanol a 30% Forte: solução de etanol a 54% vol
Sabor de Madeira (SMAD)	Sabor característico promovido pela madeira utilizada no tonel para envelhecimento da cachaça	Ausente: solução de etanol a 30% Forte: solução de etanol a 30% com 10% de extrato de madeira
Sabor Adstringente (SAD)	Sensação de secura na mucosa oral, semelhante àquela causada de forma intensa pelas frutas verdes, como o caqui e a banana	Fraco: solução de etanol a 30% Forte: solução de etanol a 30% com 2 g/L de ácido tânico
Sabor Pungente (PUN)	Sabor agressivo, irritante, repulsivo	Fraco: solução de etanol a 30% Forte: solução de etanol a 54%

Fonte: Cruz (2020)

4.2 Análise Sensorial do Café

Baqueta (2019), obteve os resultados da avaliação sensorial de café com um total de 2 provadores especialistas, chamados de degustadores oficiais, com mais de 20 anos de experiência na avaliação de bebidas de café.

Os provadores treinados analisaram a qualidade dos cafés, frente ao grau de torra avaliando o conjunto de atributos sensoriais das amostras e forneceram uma nota, de 1 a 10, para cada atributo, sendo a média dos valores obtidos a qualidade global. Esta metodologia é recomendada pela Associação Brasileira da Indústria do Café (ABIC, 2018) e por diretrizes brasileiras (BRASIL, 2010) e é baseada em guias profissionais de *Cupping* descritos por Lingle; Menon (2017), SCA (2020), e Bressanello et al. (2017). Os provadores avaliaram os seguintes atributos sensoriais: fragrância do pó, aroma da bebida, acidez, amargor, sabor, corpo, adstringência e sabor residual, utilizando a ficha de avaliação sensorial apresentada na Figura 5.

Essa pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UTFPR sob o número de protocolo 2.810.398.

Figura 5 – Ficha de avaliação sensorial - Café

Marca:		n° da amostra:			Lote:	Fabricação:		Validade:	
Nota	Atributos	Fragrância do pó	Aroma da bebida	Acidez	Amargor	Sabor	Corpo	Adstringência	Sabor residual
1	Péssimo								
1,5 a 3	Muito ruim								
3,1 a 4	Ruim								
4,1 a 4,5	Regular								
4,6 a 7	Bom								
7,1 a 9	Muito bom								
9,1 a 10	Excelente								
Obs:								Nota final:	

Fonte: Baqueta (2019)

4.3 Análise Sensorial dos Óleos Vegetais

Para a realização da análise sensorial dos óleos vegetais comestíveis foram utilizados 6 tipos de óleos vegetais: óleo de semente de maracujá prensado a frio de origem brasileira, azeite de oliva extravirgem de origem português, óleos refinados de soja, canola, milho e girassol. Todas as amostras foram adquiridas em comércios locais.

Participaram da análise sensorial 120 provadores voluntários, com idade acima de 18 anos que aceitaram participar do teste. Para cada provador foi entregue um kit com as amostras codificadas com número de três dígitos de forma casualizadas (um volume de 4 mL de cada amostra, em frasco de polipropileno lacrados), acompanhadas por torradas embaladas comercialmente em um total de 6 unidades (composição: farinha de trigo enriquecida com ferro e ácido fólico, farinha de arroz, farinha de milho enriquecida com ferro e ácido fólico, açúcar, amido, soro de leite em pó, sal, antiemectante carbonato de cálcio e fermento químico bicarbonato de sódio). Também era conteúdo do kit um copo de 200 mL de água mineral fluoretada sem gás (Local da fonte: Rolândia-PR), o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) (Anexo I), o formulário do teste de aceitação e as instruções para a realização da análise sensorial (Anexo II).

A análise sensorial foi realizada pelos provadores em suas respectivas residências, e a avaliação de 6 provadores foram excluídas pois não estavam totalmente respondidas, ou estavam com rasuras prejudicando a interpretação das respostas.

Os atributos considerados foram cor, sabor, aroma, aparência e impressão global, através do teste afetivo de aceitação por escala hedônica de nove pontos, variando de 1 (“Desgostei muitíssimo”) a 9 (“Gostei muitíssimo”), adaptadas de Dutcosky (2013), conforme formulário de teste de aceitação apresentado na Figura 6.

O projeto dessa pesquisa foi aprovado pelo número de protocolo do Comitê de Ética em Pesquisa da UTFPR sob número: 31701420.7.0000.5547.

Figura 6 – Formulário de teste de aceitação Óleos Vegetais



FORMULÁRIO DE TESTE DE ACEITAÇÃO



- Nome: - Idade: - Gosta de temperar a salada com óleo/azeite de oliva? - Usa azeite de oliva frequentemente? - Escolhe óleo/azeite de oliva pela informação nutricional do produto? - Teve covid-19?																																															
Avalie cada amostra usando a escala abaixo para descrever o quanto você gostou ou desgostou do produto																																															
9 Gostei muitíssimo 8 Gostei muito 7 Gostei moderadamente 6 Gostei ligeiramente 5 Nem gostei nem desgostei 4 Desgostei ligeiramente 3 Desgostei moderadamente 2 Desgostei muito 1 Desgostei muitíssimo																																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Amostra</th> <th>Cor</th> <th>Sabor</th> <th>Aroma</th> <th>Aparência</th> <th>Impressão Global</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>						Amostra	Cor	Sabor	Aroma	Aparência	Impressão Global																																				
Amostra	Cor	Sabor	Aroma	Aparência	Impressão Global																																										

Fonte: Adaptado de Dutcosky (2013)

4.4 Aplicação da PARAFAC

Os dados das respostas sensoriais foram avaliados pela ferramenta quimiométrica PARAFAC, e os cálculos foram realizados usando o software Matlab R2007b com o algoritmo do PARAFAC versão 3.1.

A escolha do número de fatores foi realizada empregando a ferramenta de diagnóstico matemático denominada CORCONDIA (BRO; KIERS, 2003), em que, um resultado de CORCONDIA acima de 90% indica uma adequação do modelo PARAFAC e, conseqüentemente, trilinearidade adequada. Resultados de CORCONDIA próximos a 50 % são indicativos de deficiência de trilinearidade, enquanto que resultados em torno de 0% ou negativos apontam inconsistência trilinear (SENA; TREVISAN; POPPI, 2005).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Cachaça

Na avaliação sensorial realizada para amostras de cachaça, cada provador conferiu uma nota para cada um dos 15 atributos. Esses resultados são apresentados nos Quadros 1, 2 e 3, e cada tabela corresponde à avaliação de um provador para as 20 amostras de cachaça e seus respectivos 15 atributos considerados no estudo.

Quadro 1 – Resultado da avaliação sensorial de cachaça do Provador 1

	Pêssego	Abacaxi	Laranja	Jabuticaba	Maracujá	Banana	Milho	Gengibre	Canela	Catuaba	Cataia	Natural	Pura	Carvalho 1	Carvalho 2	Carvalho 3	Bálsamo	Umburana	Alambique	Popular
CAM	7	6	2	5	4	3	5	1	7	0	6	0	0	4	2	2	1	1	0	0
OLE	7	7	7	7	6	8	7	7	8	9	6	8	7	6	5	8	7	6	6	6
ALL	4	3	0	3	1	0	3	4	1	2	3	3	4	5	4	3	4	2	4	6
ACAN	0	3	0	0	0	0	2	5	0	2	3	4	3	2	1	2	1	1	2	3
AMAD	8	7	0	4	8	4	7	5	8	9	7	7	6	7	4	6	8	9	6	6
ABU	3	5	0	2	6	6	4	3	4	1	4	4	5	3	3	3	4	5	3	3
QUI	5	2	3	1	2	3	1	4	0	6	2	4	4	1	0	0	0	3	6	4
CAR	2	2	3	2	3	1	1	2	4	1	2	1	2	1	2	0	0	3	0	2
DOCE	0	1	10	4	10	3	2	3	2	1	2	2	1	4	4	4	4	5	3	3
ACID	3	0	1	2	1	3	3	1	3	3	2	2	1	3	2	3	3	5	2	2
AMAD	3	6	0	3	1	2	2	2	3	4	4	3	2	2	3	3	3	3	4	2
SAL	3	5	4	4	1	4	4	3	4	6	3	3	4	5	3	4	3	4	6	5
SMAD	7	7	0	7	6	6	8	4	9	7	9	8	7	7	7	7	6	7	7	5
SAD	4	5	0	4	4	5	3	3	3	5	4	3	2	4	2	4	4	5	3	2
PUN	1	4	0	2	1	3	2	2	1	4	2	1	1	3	2	2	3	2	1	1

CAM = coloração amarela, OLE = oleosidade, ALL = aroma alcóolico, ACAN = aroma de caldo de cana, AMAD = aroma de madeira, ABU = aroma de baunilha, QUI = aroma de compostos químicos, CAR = aroma de caramelo, DOCE = gosto doce, ACID = gosto ácido, AMAD = gosto amargo, SAL = sabor alcóolico, SMAD = sabor de madeira, SAD = sabor adstringente, PUN = sabor pungente. **Fonte: Autorial própria (2021)**

Quadro 2 – Resultado da avaliação sensorial de cachaça do Provador 2

	Pêssego	Abacaxi	Laranja	Jabuticaba	Maracujá	Banana	Milho	Gengibre	Canela	Catuaba	Cataia	Natural	Pura	Carvalho 1	Carvalho 2	Carvalho 3	Bálsamo	Umburana	Alambique	Popular
CAM	4	6	3	4	4	3	2	0	10	0	5	0	0	1	1	1	1	1	0	0
OLE	10	7	7	7	5	8	3	6	8	4	8	4	8	5	10	7	8	7	8	1
ALL	0	4	3	4	3	3	2	3	6	5	6	4	4	6	5	8	6	5	3	9
ACAN	1	1	0	1	5	0	1	0	1	1	2	0	1	1	0	0	1	0	0	9
AMAD	5	9	2	5	6	4	4	5	8	4	5	1	0	9	4	7	7	6	6	0
ABU	10	7	1	5	6	10	7	6	6	6	3	0	2	7	2	8	8	8	7	0
QUI	4	6	2	1	1	1	1	4	3	1	0	4	0	0	0	0	0	4	0	2
CAR	8	5	4	10	7	10	6	9	7	8	5	0	1	6	3	6	9	9	8	0
DOCE	4	9	10	0	10	7	0	3	8	2	2	0	5	3	4	7	6	1	6	3
ACID	1	2	0	6	5	3	4	1	2	4	2	3	2	2	1	0	3	4	0	2
AMAD	0	1	4	3	0	0	3	0	4	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
SAL	4	7	4	5	4	6	4	5	3	8	7	5	4	6	7	6	6	6	5	6
SMAD	6	9	0	7	0	7	6	7	7	1	7	0	5	8	1	6	5	6	3	0
SAD	2	2	0	7	1	1	5	2	5	9	0	8	0	1	0	1	0	1	0	1
PUN	2	0	2	10	2	1	7	1	7	10	0	7	0	0	0	0	0	5	0	0

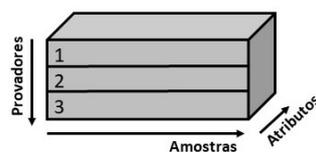
CAM = coloração amarela, OLE = oleosidade, ALL = aroma alcóolico, ACAN = aroma de caldo de cana, AMAD = aroma de madeira, ABU = aroma de baunilha, QUI = aroma de compostos químicos, CAR = aroma de caramelo, DOCE = gosto doce, ACID = gosto ácido, AMAD = gosto amargo, SAL = sabor alcóolico, SMAD = sabor de madeira, SAD = sabor adstringente, PUN = sabor pungente. **Fonte: Autorial própria (2021)**

Quadro 3 – Resultado da avaliação sensorial de cachaça do Proveedor 3

	Pêssego	Abacaxi	Laranja	Jabuticaba	Maracujá	Banana	Milho	Gengibre	Canela	Catuaba	Cataia	Natural	Pura	Carvalho 1	Carvalho 2	Carvalho 3	Bálsamo	Umburana	Alambique	Popular
CAM	7	7	6	6	3	5	4	1	8	4	7	0	0	2	3	3	2	3	0	0
OLE	5	4	8	5	6	1	3	0	3	5	2	2	0	0	1	9	4	7	0	1
ALL	4	6	7	5	6	6	6	4	4	5	2	7	5	6	6	5	7	7	5	5
ACAN	0	0	1	2	4	3	4	0	1	0	3	0	0	2	0	5	0	0	0	8
AMAD	4	7	3	6	8	5	4	6	3	4	3	5	3	4	8	6	6	4	3	5
ABU	4	2	0	0	4	4	0	0	6	8	2	3	4	3	0	0	2	0	2	2
QUI	2	4	8	5	0	7	0	8	2	3	6	9	6	6	4	9	1	10	2	0
CAR	5	2	0	2	3	3	4	0	6	1	2	0	6	3	0	0	3	0	2	5
DOCE	2	6	8	3	6	7	6	4	5	5	1	0	2	6	0	6	2	5	3	7
ACID	5	8	2	8	6	4	7	4	8	8	6	6	4	2	9	5	8	7	2	7
AMAD	7	2	0	3	2	4	3	0	2	2	2	4	2	0	4	4	5	5	2	0
SAL	7	4	4	3	7	5	7	5	8	6	6	9	4	4	6	8	5	8	4	7
SMAD	5	4	1	4	7	3	3	4	3	4	6	5	5	4	6	6	5	5	3	4
SAD	0	0	0	1	0	0	2	0	6	2	2	0	4	0	4	0	0	0	0	0
PUN	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	4	0	3	0	0	5	0	0

CAM = coloração amarela, OLE = oleosidade, ALL = aroma alcóolico, ACAN = aroma de caldo de cana, AMAD = aroma de madeira, ABU = aroma de baunilha, QUI = aroma de compostos químicos, CAR = aroma de caramelo, DOCE = gosto doce, ACID = gosto ácido, AMAD = gosto amargo, SAL = sabor alcóolico, SMAD = sabor de madeira, SAD = sabor adstringente, PUN = sabor pungente. **Fonte: Autoria própria (2021)**

A ferramenta PARAFAC foi aplicada ao arranjo de dados organizados no formato de um tensor (Figura 7) com dimensões de 3 x 20 x 15, referente aos provedores, amostras e atributos, respectivamente. Na deconvolução do tensor através da PARAFAC foram utilizados dois fatores, expondo valor para CORCONDIA de 100 %. Considerando que a escolha adequada do número de fatores a ser usado na deconvolução por PARAFAC é uma etapa fundamental para a análise (BRO; KIERS, 2003; ROSA et al., 2019), nesse conjunto de dados o resultado de CORCONDIA indica trilinearidade adequada para o emprego da PARAFAC.

Figura 7 – Arranjo dos resultados das análises sensoriais em tensor para a cachaça

Fonte: Autoria própria (2021)

Os resultados alcançados pela PARAFAC são apresentados na Figura 8. Os *scores* representados na Figura 8(A) mostra concordância entre os provedores no fator 2 (representado pelo quadrado em verde). Apesar de serem necessários 2 fatores para alcançar um CORCONDIA adequado, será discutido somente os resultados no fator 2, para os *loadings* das amostras e atributos. Pois o fator 2 possui informações mais relevantes, expondo uma concordância entre os provedores.

Os *loadings* relativos às amostras na figura 8(B) revelam que a cachaça popular é a mais distinta na parte positiva, enquanto as cachaças de Morretes sem aromatização (natural e pura), juntamente com as aromatizadas com laranja e gengibre apresentam

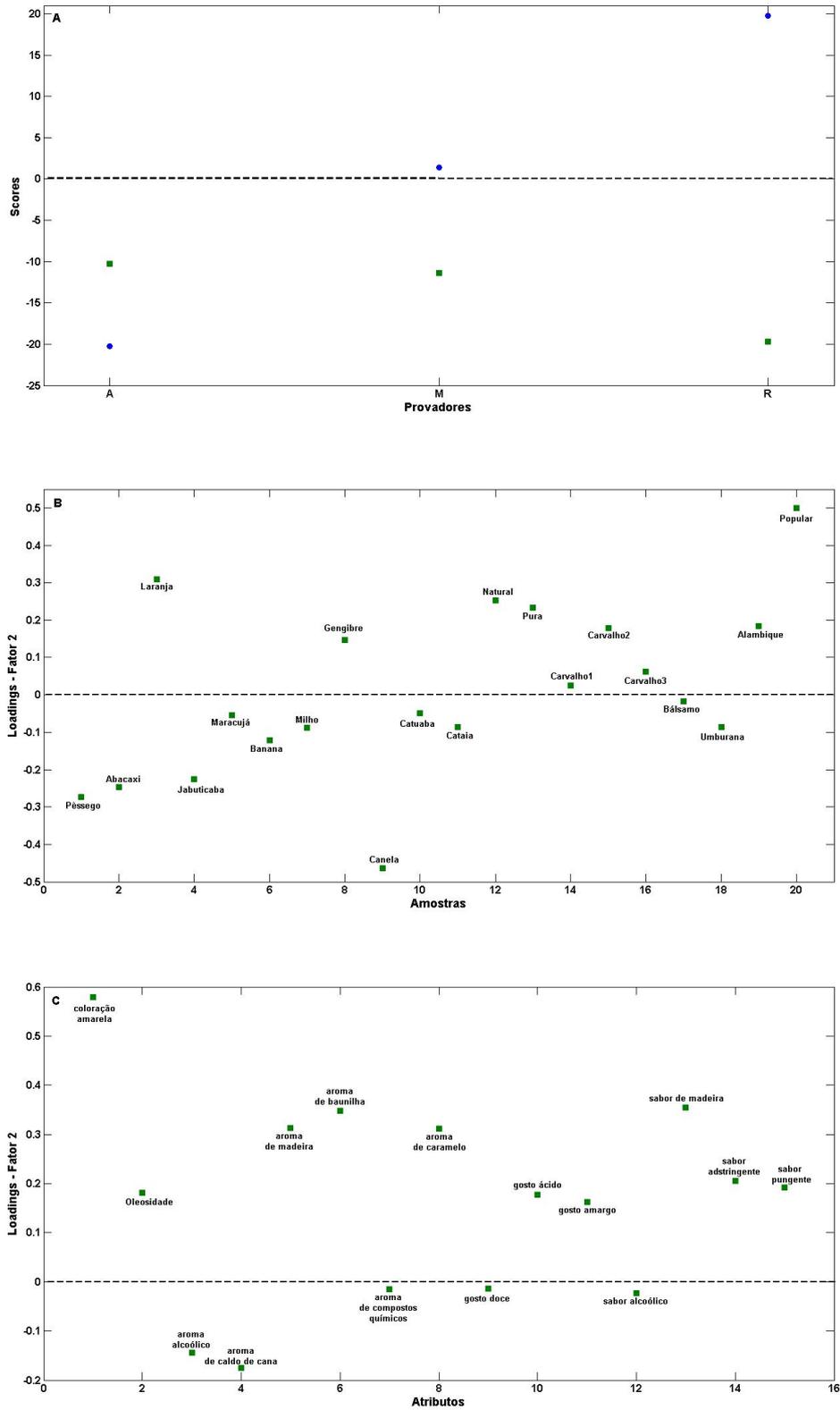
semelhança com as cachaças mineiras envelhecidas em carvalho ou produzida em alambique. Essas semelhanças podem ser explicadas a partir dos *loadings* relativo aos atributos sensoriais revelados na figura 8(C). A cachaça popular é distinta pelo atributo coloração amarela. De fato, essa cachaça é totalmente transparente e não apresenta vestígios de coloração amarela. Por outro lado, as cachaças de Morretes foram similares às cachaças mineiras envelhecidas em barril de carvalho, e apresentaram notas sensoriais semelhantes para os atributos oleosidade, aromas de madeira, baunilha e caramelo, gosto ácido e amargo, e sabores de madeira, adstringente e pungente.

A cachaça de Morretes aromatizada com canela é a mais distinta das demais na parte negativa dos *loadings* relativo às amostras. Considerando os *loadings* relativos aos atributos sensoriais, essa distinção da cachaça aromatizada com canela ocorre devido aos atributos de aroma alcoólico e de caldo de cana.

As cachaças aromatizadas com maracujá, banana, milho, catuaba, cataia apresentam maior semelhança com as cachaças mineiras envelhecidas em barris de bálsamo e umburana, enquanto as cachaças aromatizadas com pêssego, abacaxi, jabuticaba apresentam essa característica de semelhança, porém de forma menos acentuada. A semelhança das cachaças aromatizadas em relação às cachaças envelhecidas em barris de bálsamo e umburana são devido aos atributos sensoriais referentes ao aroma de compostos químicos, gosto doce e sabor alcoólico, conforme *loadings* relativo aos atributos sensoriais na parte negativa.

Cruz et al. (2020) verificou que a ferramenta quimiométrica denominada *Projection Pursuit* evidenciou 6 atributos (aroma de caramelo, alcoólico e de madeira, gosto doce e amargo, e sabor adstringente), dentre os quinze considerados, para relacionar as amostras de cachaças artesanais de Morretes com as amostras de cachaças envelhecidas em barris de madeira de Minas Gerais. De acordo com os autores, as cachaças aromatizadas com gengibre e laranja, bem como as não aromatizadas de Morretes, foram semelhantes às cachaças mineiras envelhecidas em barris de carvalho ou produzidas em alambique devido aos atributos gosto amargo e aroma de caramelo. Os autores também chegaram à conclusão de que a cachaça aromatizada com abacaxi, maracujá e banana apresentaram semelhança com as amostras mineiras envelhecidas em barris de bálsamo e umburana através do atributo gosto doce. Com relação ao aroma de madeira a cachaça aromatizada com gengibre apresentou semelhança com as cachaças mineiras envelhecidas em barris de carvalho e a produzida em alambique. Por outro lado, com relação ao sabor adstringente, os autores apontam semelhança entre a cachaça aromatizada com laranja e envelhecida em barris de carvalho.

Figura 8 – Resultados da PARAFAC na avaliação sensorial de cachaças. (A) Scores. (B) Loadings relativo às amostras. (C) Loadings relativo aos atributos sensoriais.



(●) Fator 1. (■) fator 2.

Fonte: Autoria própria (2021)

Os resultados alcançados mostram que a aromatização pode trazer características para a cachaça de modo que esta apresente notas semelhantes para alguns atributos sensoriais, quando comparado a cachaças envelhecidas em barris de madeira. Embora a avaliação desse conjunto de dados através da ferramenta PARAFAC tenha alcançado resultados semelhantes aos de Cruz et al. (2020), com a ferramenta PARAFAC foi possível também verificar a concordância entre os provadores e extrair as informações mais condizentes relativa à essa concordância, uma vez que com a ferramenta *Projection Pursuit* foram utilizados os resultados médios dos três provadores e na PARAFAC a resposta individual de cada avaliador.

Além disso, com a PARAFAC foi possível uma avaliação e interpretação de todos os atributos sensoriais considerados no estudo.

5.2 Café

Para a bebida café os provadores treinados atribuíram uma pontuação entre 1 e 10 para cada um dos 9 atributos. O resultado de cada atributo foi considerado, neste trabalho, como a média das notas obtidas pelos dois provadores especialistas, conforme apresenta a Tabela 3.

Tabela 3 – Resultado da avaliação sensorial Café

Tipo de bebida	ATRIBUTOS								
	Fragrância do pó	Aroma da bebida	Acidez	Amargor	Sabor	Corpo	Adstringência	Sabor residual	Qualidade Global
1	5.2	5.2	4.7	4.9	5.2	6.2	4.9	4.9	5.15
1	5.2	5.2	4.7	4.8	5.2	6.2	4.9	4.9	5.14
1	5.2	5.2	4.7	4.9	5.2	6.2	4.9	4.9	5.15
2	5	4.9	4.7	4.7	4.9	5.7	4.9	4.8	4.95
2	5	4.9	4.7	4.7	5	5.8	4.9	4.8	4.98
2	5	4.9	4.7	4.7	4.9	6	4.8	4.8	4.98
3	4.8	4.7	4.7	4.8	4.7	5	4.6	4.6	4.74
3	4.8	4.8	4.7	4.7	4.8	5	4.6	4.6	4.76
3	4.8	4.8	4.7	4.8	4.8	4.9	4.6	4.6	4.75
4	7	7.1	7	7	7	7	6.8	7	6.99
4	7	7.1	7	7	7	7	6.8	7	6.99
4	7	7.1	7	7	7	7	6.8	7	6.99

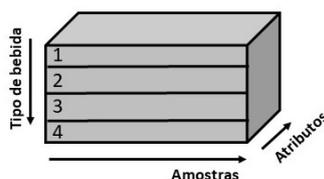
Fonte: Autoria própria (2021)

As amostras apresentaram 4 características diferentes para o tipo de torra e por isso foram divididas obedecendo a essa classificação, sendo elas: torra escura, torra média escura, torra média e torra clara. Desta forma, tem-se 4 tipos diferentes de bebidas. Segundo Baqueta; Coqueiro; Valderrama, (2019) o grau de torra, influencia no controle qualidade do café e no seu processamento industrial.

As amostras da mistura com torrefação clara tiveram as notas mais altas, classificando essas amostras como uma bebida de qualidade superior. Isso se dá porque em cafés de torras mais leves é possível preservar compostos voláteis, sabor, entre outros marcadores da qualidade elevada (BAQUETA; COQUEIRO; VALDERRAMA, 2019).

Para cada tipo de torra foram oferecidas 3 amostras diferentes aos provadores especialistas, totalizando 12 amostras. Os dados organizados no formato de um tensor (Figura 9) com dimensões 4 x 3 x 9, representada pelos 4 tipos de bebidas, 3 amostras de cada tipo de bebida, e 9 atributos sensoriais, respectivamente.

Figura 9 – Arranjo dos resultados das análises sensoriais em tensor para a bebida café



Fonte: Autoria própria (2021)

Ao tensor da Figura 9 aplicou-se a ferramenta quimiométrica PARARAC com dois fatores. O CORCONDIA apresentou resultado de 100% indicando trilinearidade adequada para emprego da PARAFAC, cujos resultados são apresentados na Figura 10.

Os *scores* na Figura 10(A), mostram no fator 1 (representado pelo círculo preenchido em azul) que as bebidas do tipo 1, 2 e 3 são semelhantes entre si, estando na parte negativa dos *scores* e de maneira decrescente. É possível verificar que as notas sensoriais diminuem do café 1 para o 3, respectivamente. O tipo de bebida 4 é completamente diferente no fator 1 e encontra-se na parte positiva desse fator.

O fator 2 (representado pelo quadrado preenchido em verde) mostra as bebidas 1 e 2 na parte positiva, enquanto as bebidas 3 e 4 estão na parte negativa. Embora essa distinção seja adequada em função do grau de torra, e considerando que foram necessários 2 fatores para alcançar trilinearidade nos dados, o conhecimento do sistema em estudo acerca da qualidade superior da bebida número 4, separada das demais no fator 1, sugeriu

que esse fator 1 seria interessante para demonstrar a aplicabilidade da PARAFAC na extração de informações de dados sensoriais. Dessa forma, somente os resultados do fator 1 serão discutidos para os *loadings* relativos às amostras e aos atributos.

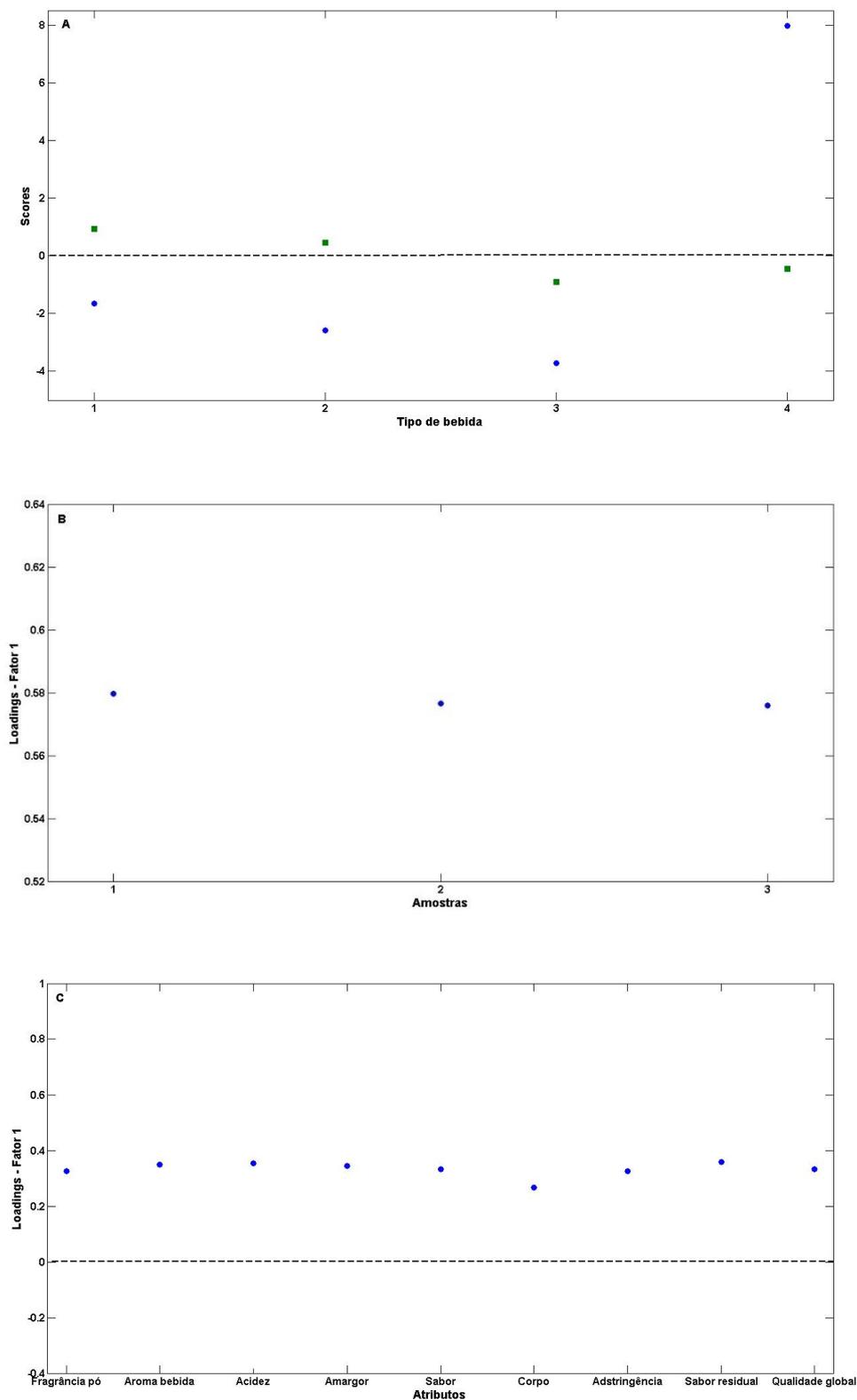
Os *loadings* relativo às amostras, mostrados na figura 10(B), podem ser comparado a uma medida da precisão no nível de repetibilidade (BRUNI et al., 2021). Os resultados mostram que houve repetibilidade na avaliação das 3 amostras diferentes para o mesmo tipo de bebida considerado.

Os *loadings*, relativos aos atributos sensoriais, apresentados na Figura 10(C) mostram que a bebida café do tipo 4, se diferenciou das demais bebidas de café em função de todos os atributos sensoriais avaliados. De fato, a bebida café do tipo 4 apresenta notas maiores em todos os atributos sensoriais.

Nos trabalhos desenvolvidos por Baqueta et al. (2021a, 2019), os resultados de cada um dos atributos sensoriais foram correlacionados com a espectroscopia na região do infravermelho próximo (NIR) em modelos multivariados quantitativos e classificatórios, onde a ideia era propor uma alternativa à análise sensorial por espectroscopia NIR aliada a regressão multivariada, e fazer uma atribuição dos tipos de bebidas a partir da espectroscopia NIR com modelos multivariados classificatórios, respectivamente. Ainda, os atributos sensoriais foram relacionados com os resultados de análises físico-químicas de controle de qualidade, espectroscopia NIR e ressonância magnética Nuclear de hidrogênio através de análise multivariada multi-blocos. Nesse caso, o objetivo foi buscar por marcadores (constituintes químicos) que melhor caracterizassem a bebida nos diferentes graus de torra (BAQUETA et al., 2021b). Em um outro trabalho, foi avaliada a influência do tipo de bebida (de acordo com o grau de torra) em testes psicológicos de atenção (BAQUETA et al., 2020), nesse trabalho foi utilizado a ferramenta quimiométrica com base no mínimo quadrados parciais (PLS), expondo uma classificação frente ao atributo sensorial ligado apenas ao olfato.

Já com a avaliação realizada através da ferramenta PARAFAC foi possível distinguir a bebida café, obtida a partir de diferentes graus de torra, em função das notas de todos os atributos sensoriais avaliados. Ainda, a concordância na avaliação das amostras de um mesmo tipo de bebida café pode ser vista como uma medida da precisão no nível de repetibilidade. Desta forma, um olhar analítico é vislumbrado na extração de informações somente relativas aos dados sensoriais a partir da ferramenta quimiométrica PARAFAC.

Figura 10 – Resultados da PARAFAC na avaliação sensorial de cafés. (A) *Scores*. (B) *Loadings* relativo às amostras. (C) *Loadings* relativo aos atributos sensoriais.



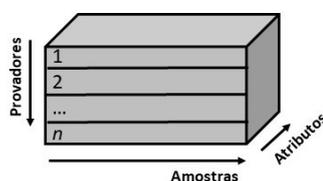
(●) Fator 1. (■) fator 2.

Fonte: Autoria própria (2021)

5.3 Óleos Vegetais

Na avaliação sensorial dos óleos vegetais, cada um dos provadores forneceu uma nota, que variou de 1 a 9, para cada um dos 5 atributos investigados. As respostas de cada um dos avaliadores corresponderam a uma matriz, resultando em 114 matrizes de respostas, organizadas no formato de um tensor (Figura 11) com dimensões 114 x 6 x 5, que representa os provadores, tipos de óleos vegetais e atributos, respectivamente.

Figura 11 – Arranjo dos resultados das análises sensoriais de óleos vegetais em tensor



Fonte: Autoria própria (2021)

O azeite de oliva foi a amostra que apresentou a maioria das notas superiores, seguida do óleo de semente de maracujá. O consumo do azeite de oliva tem se tornado cada vez mais popular, uma vez que grande parte da população já relaciona o seu consumo com características benéficas à saúde. Segundo o *International Olive Oil Concil* (IOC, 2020), nos últimos anos o Brasil teve a maior importação de azeite de oliva da história, aumentando cerca de 12% no ano de 2018/19 em comparação com anos anteriores.

Considerando a busca por informações afetivas acerca dos diferentes óleos investigados, bem como suas similaridades, PARAFAC foi aplicada ao arranjo dos resultados sensoriais com 2 fatores, alcançando 100% como resultado de CORCONDIA, revelando assim uma adequada trilinearidade para aplicação dessa ferramenta quimiométrica.

A Figura 12 expressa os resultados alcançados com a aplicação da ferramenta PARAFAC na extração de informações da análise sensorial de óleos vegetais. Os *scores* na Figura 12 (A) mostram que no fator 1 o azeite de oliva foi distinto dos demais óleos vegetais na parte positiva. Na parte negativa dos *scores* do fator 1 observa-se o óleo de maracujá, e um *cluster* formado pelos óleos refinados de soja, canola, milho e girassol. Essa disposição dos óleos nos *scores* do fator 1 é condizente com o observado em relação

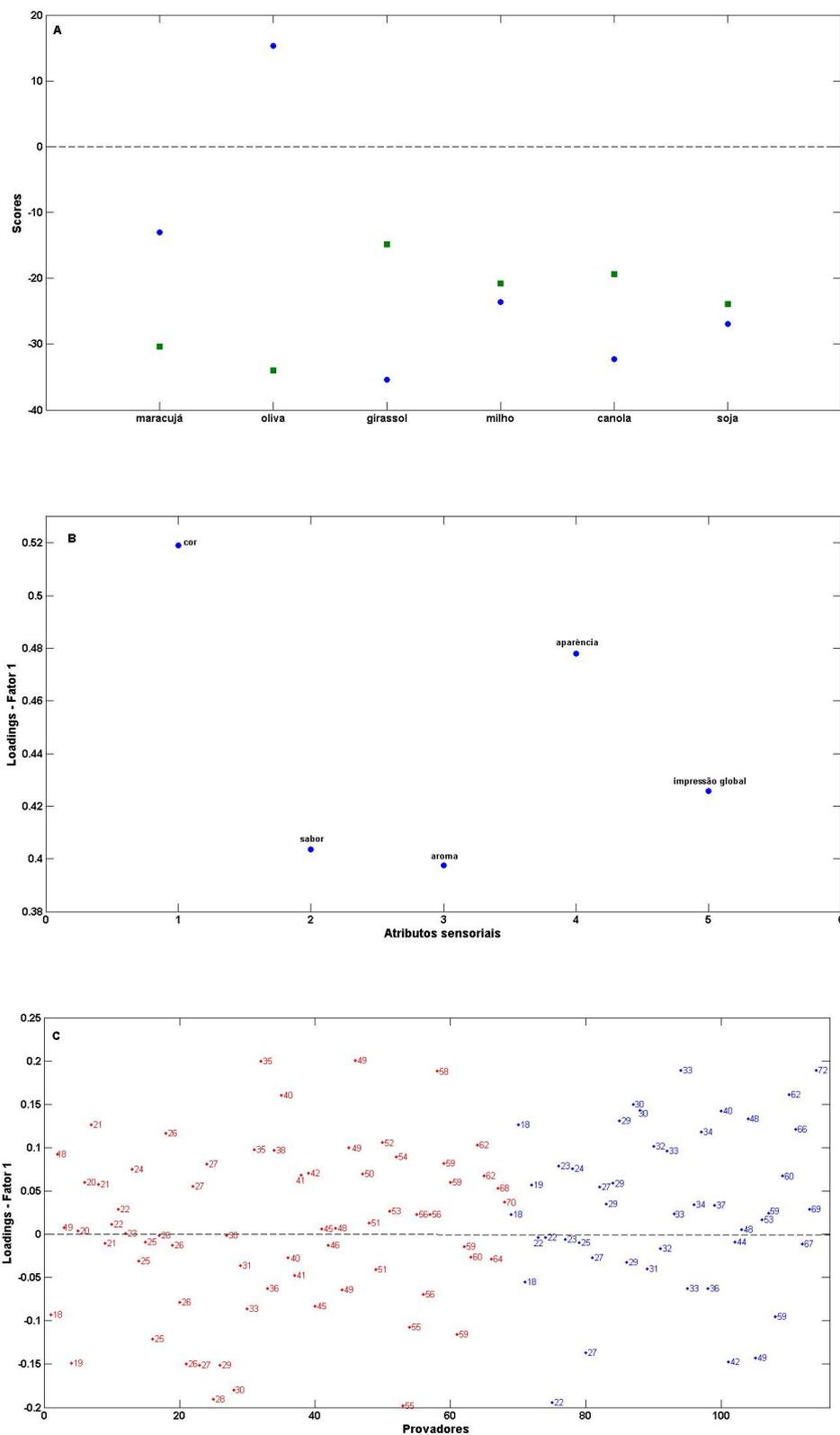
às maiores notas terem sido atribuídas, em sua maioria ao azeite de oliva, e ao óleo de maracujá.

Com relação ao óleo de maracujá, Santos et al. (2019), o descreve como um óleo de coloração amarela clara, sabor agradável e odor suave, que pode ter contribuído para que os atributos sensoriais desse óleo apresentasse suas notas mais similares ao do azeite de oliva. Considerando a composição nutricional do óleo extraído de sementes de maracujá, a literatura o apresenta com alto teor de ácido linoleico (55 a 66%), oleico (18 a 20%) e ácido palmítico (10 a 14%), grande quantidade de carotenoides (75,63 mg de β caroteno/100g de óleo), vitaminas C, A, E, e vitaminas do complexo B, bem como sais minerais, como fósforo, zinco e ferro (SANTANA et al., 2015), e ácidos graxos como ômega 3, 6 e 9 (ZANETTI, 2018).

Os *loadings* relativos aos atributos sensoriais na Figura 12 (B) indicam o atributo cor como o mais importante na distinção dos óleos pelos provadores, seguido pelos atributos aparência, impressão global, sabor e aroma. Em um estudo sensorial de percepção, atitudes, gostos e preferências dos consumidores por azeite, realizado por Cicerale; Liem; Keast (2016), trouxe que a cor mais clara dos óleos remete a uma menor qualidade e mais barato, destacando o atributo cor na decisão de compra desses produtos. Além disso, os óleos de soja, canola, milho e girassol passam por processo de clarificação para atingirem características visuais requeridas pelos consumidores (BASSETTI, 2019).

Os *loadings* relacionado aos provadores, Figura 12 (C), mostram que não houve uma predominância em relação ao sexo e a idade para a distinção e preferência dos óleos vegetais investigados no estudo. Verifica-se a preferência dos provadores do sexo feminino com idades entre 18 e 70 anos, e masculino com idades entre 18 e 72 anos, foram distribuídas ao longo das partes positiva e negativa do fator 1, permitindo verificar que no presente estudo estas variáveis não foram determinantes nas avaliações dos óleos vegetais.

Figura 12 – Resultados da PARAFAC na avaliação sensorial de óleos Vegetais. (A) Scores. (B) Loadings relativo aos atributos sensoriais. (C) Loadings relativo aos provadores.



(●) Fator 1. (■) Fator 2. (♦) Feminino. (◆) Masculino

Fonte: Autoria própria (2021)

As informações extraídas a partir da análise sensorial dos óleos vegetais mostraram que a ferramenta PARAFAC possibilita identificar os atributos sensoriais que são capazes de distinguir os tipos de óleos vegetais de acordo com a afetividade dos provadores. Além disso, foi possível avaliar se o sexo e a idade dos provadores provocavam influência na preferência por um determinado óleo. Essa informação pode ser interessante para o setor produtivo no lançamento de novos produtos.

6 CONCLUSÕES

Através desse estudo, foi possível mostrar o emprego da ferramenta quimiométrica PARAFAC na interpretação de resultados obtidos através de análise sensorial. O método pode ser considerado promissor, visto que o conjunto de dados proveniente de análise sensorial apresenta dimensões multivariadas. Desta forma, a PARAFAC torna possível observar a relação entre os provadores, produtos e atributos sensoriais.

Os resultados alcançados na avaliação sensorial de cachaças permitiram concluir que a aromatização pode trazer características para a cachaça de modo que esta apresente notas semelhantes para alguns atributos sensoriais quando comparado a cachaças envelhecidas em barris de madeira.

Os cafés de qualidade superior podem ser distinguidos a partir da análise sensorial e sua interpretação a partir da ferramenta PARAFAC. A concordância dos provadores na avaliação das amostras de um mesmo tipo de café pode ser vista como uma medida da precisão no nível de repetibilidade.

A aplicação da PARAFAC na extração de informações da análise sensorial dos óleos vegetais possibilitou verificar que a cor foi o atributo que mais contribuiu na afetividade e distinção dos diferentes óleos. Além disso, a ferramenta permitiu concluir que o sexo e a idade dos provadores não provocavam influência na preferência por um determinado óleo.

REFERÊNCIAS

- ABIA (Associação Brasileira da Indústria de Alimentos). **Indústria de alimentos cresce 0,8% em faturamento no primeiro semestre de 2020**. Disponível em: <https://www.abia.org.br/releases/industria-de-alimentos-cresce-08-em-faturamento-no-primeiro-semester-2020>. Acesso em: 26 fev. 2021.
- ABIC (Associação Brasileira da Indústria de Café). **Norma de Qualidade Recomendável e Boas Práticas de Fabricação de Cafés Torrados em Grãos e Cafés Torrados e Moídos**. Disponível em: <https://www.abic.com.br/wp-content/uploads/2018/04/Norma-PQC-26-06-2018-rev-30.pdf>. Acesso em: 19 jul. 2020.
- ABNT. Associação brasileira de normas técnicas. **NBR ISO 5492: Análise sensorial - Vocabulário**. Rio de Janeiro, 2017.
- ABNT. Associação brasileira de normas técnicas. **NBR ISO 11136: Análise sensorial - Metodologia - Guia geral para condução de testes hedônicos com consumidores em ambientes controlados**. Rio de Janeiro, 2016.
- ADINSI, L. et al. Sensory and physicochemical profiling of traditional and enriched gari in Benin. **Food Science and Nutrition**, v. 7, n. 10, p. 3338–3348, 2019.
- ALCARDE, A. R.; DE SOUZA, P. A.; BELLUCO, A. E. DE S. Aspectos da composição química e aceitação sensorial da aguardente de cana-de-açúcar envelhecida em tonéis de diferentes madeiras. **Ciencia e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. SUPPL. 1, p. 226–232, 2010.
- ALMEIDA, F. L. C. et al. Sensory study of alcoholic beverages mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes). **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 23, n. e-2019208, p. 1–9, 2020.
- ALVES DE OLIVEIRA, V. et al. Relação entre consumo alimentar da população nordestina e o alto índice de câncer gástrico nesta região. **Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**, v. 7, n. 3, p. 6–24, 2014.
- ANDRE, C.; LARONDELLE, Y.; EVERS, D. Dietary Antioxidants and Oxidative Stress from a Human and Plant Perspective: A Review. **Current Nutrition & Food Science**, v. 6, n. 1, p. 2–12, 2010.
- ARAÚJO, L. D. **Análise sensorial descritiva de cachaça: proposta de um protocolo preliminar para avaliação da qualidade da bebida**. Dissertação (Mestrado em ciência e tecnologia de alimentos) Programa de Pós-Graduação em tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, 2010.
- ARAÚJO, J. M. A. **Química de alimentos: teoria e prática**. 2ª ed. Viçosa:UFV.1999, 416 p.
- ARMENTA, R.E.; VALENTINE, M.C., Single-cell oils as a source of omega-3 fatty acids: an overview of recent advances. **Journal of the American Oil Chemists Society**. v. 90, n. 2, p. 167 -182, 2013.

BAQUETA, M. R. et al. Correlation Between VIP Scores and ¹H NMR to Extract Information of Psychological Attention Tests Applied Before and After Coffee Intake. **Applications of NMR Spectroscopy**, Singapura, 2020, Cap.2, p. 25-41.

BAQUETA, M. R. **Ferramentas de análise multivariada associadas as espectroscopias nir e 1 h-nmr na avaliação de cafés**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia em alimentos) Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2019.

BAQUETA, M. R. et al. Integrated ¹H NMR fingerprint with NIR spectroscopy, sensory properties, and quality parameters in a multi-block data analysis using ComDim to evaluate coffee blends. **Food Chemistry**, v. 355, 2021a.

BAQUETA, M. R. et al. Multivariate classification for the direct determination of cup profile in coffee blends via handheld near-infrared spectroscopy. **Talanta**, v. 222, n. August 2020, p. 121526, 2021b.

BAQUETA, M. R.; COQUEIRO, A.; VALDERRAMA, P. Brazilian Coffee Blends: A Simple and Fast Method by Near-Infrared Spectroscopy for the Determination of the Sensory Attributes Elicited in Professional Coffee Cupping. **Journal of Food Science**, v. 84, n. 6, p. 1247–1255, 2019.

BARRIENTOS, J. M. J. et al. Use of quantitative descriptive analysis (QDA) coupled with multivariate statistical methods to detection and discrimination of adulterated fresh cheeses. **Journal of Sensory Studies**, v. 34, n. 1, p. 1–8, 2019.

BASSETTI, B. D. **Desenvolvimento de método alternativo para quantificação de clorofilas em indústria de óleo de soja utilizando imagens digitais**. Dissertação (Mestrado em Inovações Tecnológicas) - Programa de Pós-Graduação em Inovações Tecnológicas. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2019.

BEEBE, K. R.; PELL, M. B. S. **Chemometrics: A Practical Guide**. Canada, 1998, 348p.

BORRÁS, E. et al. Data fusion methodologies for food and beverage authentication and quality assessment - A review. **Analytica Chimica Acta**, v. 891, p. 1–14, 2015.

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 16, de 24 de maio de 2010**. Regulamento Técnico para o Café Torrado em Grão e Café Torrado e Moído, definindo o seu padrão oficial de classificação, com os requisitos de identidade e qualidade, a amostragem, o modo de apresentação e a marcação ou rotulagem na forma dos Anexos à presente Instrução Normativa. Disponível em: <http://sistemasweb.agricultura.gov.br> Acesso em: 19 jul. 2020.

BRESSANELLO, D. et al. Coffee aroma: Chemometric comparison of the chemical information provided by three different samplings combined with GC–MS to describe the sensory properties in cup. **Food Chemistry**, v. 214, p. 218–226, 2017.

BRO, R. PARAFAC. Tutorial and applications. **Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems**, v. 38, n. 2, p. 149–171, 1997.

BRO, R. et al. Multi-way models for sensory profiling data. **Journal of Chemometrics**, v. 22, n. 1, p. 36–45, 2008.

BRO, R.; KIERS, H. A. L. A new efficient method for determining the number of components in PARAFAC models. **Journal of Chemometrics**, v. 17, n. 5, p. 274–286, 2003.

BRUNI, A. R. DA S. et al. Attenuated total reflectance Fourier transform (ATR-FTIR) spectroscopy and chemometrics for organic cinnamon evaluation. **Food Chemistry**, v. 365, n. 130466, 2021.

BUSZKA, K. S. et al. Sensory Analysis in Assessing the Possibility of Using Ethanol Extracts of Spices to Develop New Meat Products. **Foods**, v. 9, n. 209, p. 1–16, 2020.

CARDELLO, H. M. A. B.; FARIA, J. B. ANÁLISE DESCRITIVA QUANTITATIVA DA AGUARDENTE DE CANA DURANTE O ENVELHECIMENTO EM TONEL DE CARVALHO (*Quercus alba* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 18, n. 2, p. 169–175, maio 1998.

CHAMBERS, E. Analysis of sensory properties in foods: A special issue. **Foods**, v. 8, n. 8, p. 7–9, 2019.

CICERALE, S.; LIEM, G.; KEAST, R. S. J. Consumer Perception, Attitudes, Liking and Preferences for Olive Oil. **Products from Olive Tree**, p. 157–171, 2016.

COCCHI, M. et al. Analysis of sensory data of Aceto Balsamico Tradizionale di Modena (ABTM) of different ageing by application of PARAFAC models. **Food Quality and Preference**, v. 17, n. 6, p. 419–428, 2006.

CRUZ, A. G. et al. PARAFAC: Adjustment for modeling consumer study covering probiotic and conventional yogurt. **Food Research International**, v. 45, n. 1, p. 211–215, 2012.

CRUZ, E. B. DA S. et al. Kurtosis-based projection pursuit analysis to extract information from sensory attributes of cachaça. **Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems**, v. 203, p. 104075, 2020.

DE SMET, S.; VOSSSEN, E. Meat: The balance between nutrition and health. A review. **Meat Science**, v. 120, p. 145–156, 2016.

DELLA LUCIA, S. M. et al. Expectations generated by brand name on beer acceptability: study of the interaction between non-sensory characteristics and consumer behavior. / Expectativas geradas pela marca sobre a aceitabilidade de cerveja: estudo da interação entre características. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v. 28, n. 1, p. 11–24, 2010.

DONADINI, G.; FUMI, M. D. Sensory mapping of beers on sale in the Italian market. **Journal of Sensory Studies**, v. 25, n. 1, p. 19–49, 2010.

DOS SANTOS, L. C. et al. Solubility of passion fruit (*Passiflora edulis* Sims) seed oil in supercritical CO₂. **Fluid Phase Equilibria**, v. 493, p. 174–180, 2019.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. Curitiba: Champagnat, 2013. 531p.

ENNEKING, U.; NEUMANN, C.; HENNEBERG, S. How important intrinsic and extrinsic product attributes affect purchase decision. **Food Quality and Preference**, v. 18, n. 1, p. 133–138, 1 jan. 2007.

HIBBERT, B. D. **Chemometric analysis of sensory data**. Sydney, AUS, 2009, 424p.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos**. 4. ed. São Paulo, 2008.

ISAAC, V. et al. Análise sensorial como ferramenta útil no desenvolvimento de cosméticos. **Revista de Ciências Farmaceuticas Basica e Aplicada**, v. 33, n. 4, p. 479–488, 2012.

IOC (International Olive Oil Concl) **Publications 2020**. Disponível em: <https://www.internationaloliveoil.org/publications/>. Acesso em: 26 fev. 2021

JESÚS, M. N. DE et al. Sensory and physico-chemical characteristics of desserts prepared with egg products processed by freeze and spray drying. **Food Science and Technology**, v. 33, n. 3, p. 549–554, 2013.

JORGE, N. **Química e tecnologia de óleos vegetais**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 114-200, 2009, 84p.

KOWALSKI, B. R.; SEASHOLTZ, M. B. Recent developments in multivariate calibration. **Journal of Chemometrics**, v. 5, n. 3, p. 129–145, 1991.

KÜSTER-BOLUDA, I.; VIDAL-CAPILLA, I. Consumer attitudes in the election of functional foods. **Spanish Journal of Marketing - ESIC**, v. 21, n. S1, p. 65–79, 2017.

LAWLESS, H. T.; HEYMANN, H. **Sensory Evaluation of Food (Principles and Practices)**. 2. ed. New York, NY: Springer, 2010.

LEIGHTON, C. S.; SCHÖNFELDT, H. C.; KRUGER, R. Quantitative descriptive sensory analysis of five different cultivars of sweet potato to determine sensory and textural profiles. **Journal of Sensory Studies**, v. 25, n. 1, p. 2–18, 2010.

LINGLE, T. R.; MENON, S. N. Cupping and Grading—Discovering Character and Quality. **The Craft and Science of Coffee**, p. 181–203, 2017.

MALACRIDA, C. R.; JORGE, N. Yellow passion fruit seed oil (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*): physical and chemical characteristics. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 55, n. 1, p. 127-134, 2012.

MARCONATO, A. M. et al. Sweet potato peel flour in hamburger: Effect on physicochemical, technological and sensorial characteristics. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 23, n. e-2019115, p. 1–9, 2020.

MARULANDA, M.; GRANADOS, C.; ZAPATEIRO, L. A. G. Sensory analysis and physical-chemical estimation of the useful life of a yogurt beverage based on sweet

- whey fermented with *Streptococcus Salivarius* ssp. *Thermophilus* and *Lactobacillus Casei* ssp. *Casei* Análise sensorial e estimação físico-química de vid. **Producción + Limpia**, v. 11, n. 1, p. 94–102, 2016.
- MINIM, V. P. R. **Análise Sensorial** - Estudo com Consumidores. Viçosa: UFV. 2010, 308p.
- MONTEIRO, C. L. B. Análise Sensorial - Seleção E Treinamento De Equipes De Degustadores. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 2, n. 1, p. 19–26, 1984.
- MORAIS, E. C. et al. Influence of Functional and Diet/Light Claims on Chocolate Dairy Dessert Consumers' Evaluations: Bilinear and Multilinear Decomposition Methods. **Journal of Sensory Studies**, v. 30, n. 5, p. 349–359, 2015.
- MURPHY, K. R. et al. TUTORIAL REVIEW Kathleen R. Murphy et al. Fluorescence spectroscopy and multi-way techniques: PARAFAC Fluorescence spectroscopy and multi-way techniques. PARAFAC †. **Analytical Methods**, v. 5, n. 23, p. 23–24, 2013.
- MURRAY, J. M.; DELAHUNTY, C. M.; BAXTER, I. A. Descriptive sensory analysis: Past, present and future. **Food Research International**, v. 34, n. 6, p. 461–471, 1 jan. 2001.
- NIIMI, J. et al. Sensory Interactions between Cheese Aroma and Taste. **Journal of Sensory Studies**, v. 30, n. 3, p. 247–257, 2015.
- NOBRE, J.; NEVES, R. F. Combining Principal Component Analysis, Discrete Wavelet Transform and XGBoost to trade in the financial markets. **Expert Systems with Applications**, v. 125, p. 181–194, 2019.
- NUNES, C. A. et al. Relating consumer acceptance to descriptive attributes by three-way external preference mapping obtained by parallel factor analysis (parafac). **Journal of Sensory Studies**, v. 27, n. 4, p. 209–216, 2012.
- NUNES, C. A.; PINHEIRO, A. C. M.; BASTOS, S. C. Evaluating Consumer Acceptance Tests By Three-Way Internal Preference Mapping Obtained By Parallel Factor Analysis (PARAFAC). **Journal of Sensory Studies**, v. 26, n. 2, p. 167–174, 2011.
- ODELLO, L. et al. Sensory evaluation of cachaça. **Quimica Nova**, v. 32, n. 7, p. 1839–1844, 2009.
- OTTO, M. **Chemometrics**. New York: WEINHEIM, 1999, 197p.
- OLIVEIRA, L. F.de et al. Aproveitamento alternativo da casca do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* F. *Flavicarpa*) para produção de doce em calda. **Ciência Tecnologia Alimentos**, Campinas, v. 22, n. 3, p. 259-262, 2002.
- PAGAMUNICI, L. M. et al. Development, characterization and chemometric analysis of a gluten-free food bar containing whole flour from a new cultivar of amaranth. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 3, p. 270–277, 2014.

PAGÈS, J.; HUSSON, F. Inter-laboratory comparison of sensory profiles: Methodology and results. **Food Quality and Preference**, v. 12, n. 5–7, p. 297–309, 2001.

PEINADO, J.; GRAEML, A. R. Administração da Produção Administração da Produção. **Administração da Produção (Operações Industriais e de Serviços)**, p. 287–313, 2007.

PERYAM, D. R.; PILGRIM, F. J. Hedonic scale method of measuring food preferences. **Food Technology**, v. 11, n. 9, p. 9-14, 1957.

PFLANZER, S. B. et al. Perfil sensorial e aceitação de bebida láctea achocolatada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 2, p. 391–398, 2010.

PIMENTEL, T. C.; GOMES DA CRUZ, A.; DELIZA, R. Sensory Evaluation: Sensory Rating and Scoring Methods. In: **Encyclopedia of Food and Health**. Elsevier Inc., 2015. p. 744–749.

PINHEIRO, F. DE A. et al. Perfil de Consumidores em Relação à Qualidade de Alimentos e Hábitos de Compras. **UNOPAR Científica Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 13, n. 2, p. 95–102, 2011.

PINTADO; TEIXEIRA. Valorização de subprodutos da indústria alimentar: obtenção de ingredientes de valor acrescentado. **Boletim de Biotecnologia**, v. 2, n. 6, p. 10–12, 2015.

PIOMBO, G. et al., Characterization of the seed oils from kiwi (*Actinidia chinensis*), passion fruit (*Passiflora edulis*) and guava (*Psidium guajava*). **Oléagineux Corps Gras Lipides**. v. 13, n.2-3, p. 195-199, 2006.

POLIZER, Y. J. et al. Physicochemical parameters and sensory acceptance of chopped ham with pea fiber aiming at cost reduction. **Ciência Animal Brasileira**, v. e-31142, n. 19, p. 1–9, 2018.

ROSA, L. N. et al. Thermal rice oil degradation evaluated by UV–Vis-NIR and PARAFAC. **Food Chemistry**, v. 273, p. 52–56, 2019.

SANTANA, F. C. DE et al. Chemical composition and antioxidant capacity of brazilian passiflora seed oils. **Journal of Food Science**, v. 80, n. 12, p. C2647–C2654, 2015.

SANTOS, L. C., et al. Solubility of passion fruit (*Passiflora edulis* sims) seed oil in supercritical CO₂. **Fluid Phase Equilibria. Fluid Phase Equilibria**. Campinas. v. 493, n.1, p. 174-180, 2019.

SCA. SCA Protocols – **Cupping Specialty Coffee**, 2018. Disponível em: <http://www.scaa.org/PDF/resources/cupping-protocols.pdf>. Acesso em: 19 de jul. 2019

SENA, M. M.; TREVISAN, M. G.; POPPI, R. J. PARAFAC: uma ferramenta quimiométrica para tratamento de dados multidimensionais. Aplicações na determinação direta de fármacos em plasma humano por espectrofluorimetria. **Química Nova**, v. 28, n. 5, p. 910–920, 2005.

SICCARDI, C. **Dom Bosco Místico: uma vida entre o céu e a terra**. Campinas:

ECCLESIAE, 2015, 292p.

SILVA, I. G. DA et al. Elaboração e análise sensorial de biscoito tipo cookie feito a partir da farinha do caroço de abacate. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 22, 2019.

SILVA, G. DE J. et al. Multivariate analysis applied for correlations between analytical measures and sensory profile of goat milk chocolate. **Journal of Food Science and Technology**, v. 57, n. 2, p. 444–453, 2020.

SILVESTRI, M. et al. A mid level data fusion strategy for the Varietal Classification of Lambrusco PDO wines. **Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems**, v. 137, p. 181–189, 2014.

SOSA, M. D. et al. Optimisation of omega-3 concentration and sensory analysis of chia oil. **Industrial Crops and Products**, v. 154, p. 112635, 2020.

SOUZA, V. R. DE et al. Multivariate Approaches for Optimization of the Acceptance: Optimization of a Brazilian Cerrado Fruit Jam Using Mixture Design and Parallel Factor Analysis. **Journal of Sensory Studies**, v. 27, n. 6, p. 417–424, 2012.

STONE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory Evaluation Practices**. 2 ed. London: Academic Press, 1993. 338p.

SZMECHTYK, M. E.; NOWAK, A.; KREGIEL, D. Implementation of chemometrics in quality evaluation of food and beverages. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 58, n. 10, p. 1747–1766, 2018.

TEIXEIRA, L. V. Análise sensorial na indústria de alimentos. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 64, n. 366, p. 12–21, 2009.

VIALTA, A. et al. **Brasil ingredients trend 2020**. 1. ed. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos - ITAL, 2014.

VIANA, P. C. et al. Estatística Multivariada Como Ferramenta Descritiva Na Análise Sensorial De Alface Hidropônica Produzida Com Águas Salobras. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 12, n. 4, p. 2725–2730, 2018.

VIEIRA, C. R.; CABRAL, L.C.; PAULA, A. C. O. de. Composição centesimal e conteúdo de aminoácidos, ácidos graxos e minerais de seis cultivares de soja destinadas à alimentação humana. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v. 34, n. 7, p. 1277–1283, 1999.

VIEIRA, T. DOS S. et al. Efeito da substituição da farinha de trigo no desenvolvimento de biscoitos sem glúten. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 18, n. 4, p. 285–292, dez. 2015.

YU, P.; LOW, M. Y.; ZHOU, W. Design of experiments and regression modelling in food flavour and sensory analysis: A review. **Trends in Food Science and Technology**, v. 71, p. 202–215, 2018.

ZACARONI, L. M. et al. Avaliação multivariada da composição fenólica de cachaças

envelhecidas em diferentes barris de madeira Multivariate evaluation of the phenolic composition of cachaça aged in barrels made of different kinds of wood. **Científica**, v. 42, n. 2, p. 101–107, 2014.

ZANETTI, L. H. **Óleo de semente de maracujá (*passiflora edulis*) na alimentação de frangos de corte**. 83p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2018

ZANINI, C. D. et al. Avaliação físico-química e sensorial de bolo de maçã adicionado de inulina entre crianças. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 11, n. 2, p. 171–182, 2013.

APÊNDICE A - Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE)

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Título da pesquisa: ‘Aplicação de ferramentas quimiométricas na avaliação sensorial de óleo de semente de maracujá’.

Pesquisador: Celina Ducat Zanini.

Endereços: Avenida Professor Pedro Carli, 4415.

Telefones: (42) 99929-4221.

Local de realização da pesquisa: UTFPR – Campo Mourão.

Endereço, telefone do local: Via Rosalina Maria dos Santos, 1233 - Área Urbanizada I Campo Mourão – PR. CEP 87301-899 - Caixa Postal 271. Fone: +55 44 3518-1524.

A) INFORMAÇÕES AO PARTICIPANTE

1. Apresentação da pesquisa.

O maracujá é uma fruta tropical com mais de 400 espécies. Do seu peso total, 70% é composto por sementes e cascas. O óleo obtido através da semente é rico em gorduras insaturadas. Buscando empregar possíveis ferramentas quimiométricas para a avaliação sensorial, este trabalho propõe através de análises multivariadas de padrões não supervisionados (Análise de Componentes Principais – PCA, Análise de Componentes Independentes – ICA e Análise de Fatores Paralelos – PARAFAC) obter uma correlação entre amostras de óleos vegetais consumidos atualmente.

2. Objetivos da pesquisa.

O objetivo geral deste trabalho é empregar análises multivariadas para avaliar informações obtidas a partir da análise sensorial de óleo de semente de maracujá. Os resultados sensoriais, em comparação com os óleos vegetais de soja, canola, milho, girassol, e oliva, serão avaliados quanto às suas semelhanças e diferenças através de ferramentas quimiométricas como Análise de Componentes Principais (PCA), Análise de Componentes Independentes (ICA) e Análise de Fatores Paralelos (PARAFAC).

3. Participação na pesquisa.

Você está sendo convidado a participar de uma pesquisa de avaliação sensorial realizada em sua residência. Os atributos a serem analisados nas amostras de óleos são descritos a seguir: cor, sabor, aroma, aparência e impressão global. O tempo previsto ao participante na realização da análise sensorial é de aproximadamente 10 minutos. As amostras serão apresentadas aos participantes de forma codificada e aleatória.

4. Confidencialidade.

Os nomes dos provadores não serão divulgados para garantir o sigilo e privacidade de cada um.

5. Riscos e Benefícios.

5a) Riscos: Os riscos à saúde são mínimos, uma vez que o produto seja de consumo comum (de acordo com o regulatório técnico da RDC nº 270/2005, que aprova o REGULAMENTO TÉCNICO PARA ÓLEOS VEGETAIS, GORDURAS VEGETAIS E CREME VEGETAL). Poderão estar relacionados à possibilidade de você não gostar do produto, sem

prejuízo à sua pessoa. Em caso de algum desconforto, ou mal-estar, o participante será encaminhado ao serviço de atendimento médico mais próximo do local da realização da pesquisa, pelos responsáveis do estudo.

5b) Benefícios: Não há benefícios diretos ao participante da pesquisa.

6. Critérios de inclusão e exclusão.

6a) Inclusão: Voluntários, com idade superior a 18 anos.

6b) Exclusão: Pessoas alérgicas ou com alguma intolerância alimentar quanto à ingestão de óleo vegetais.

7. Direito de sair da pesquisa e a esclarecimentos durante o processo.

O participante tem os direitos de:

a) deixar o estudo a qualquer momento e

b) de receber esclarecimentos em qualquer etapa da pesquisa. Bem como, evidenciar a liberdade de recusar ou retirar o seu consentimento a qualquer momento sem penalização. Você pode assinalar o campo a seguir, para receber o resultado desta pesquisa, caso seja de seu interesse:

() quero receber os resultados da pesquisa (email para envio : _____)

() não quero receber os resultados da pesquisa

8. Ressarcimento e indenização.

O participante não terá quaisquer benefícios ou direitos financeiros sobre os eventuais resultados decorrentes da pesquisa. Indenizações estão sujeitas ao direito de indenização previsto na Resolução 466/2012.

ESCLARECIMENTOS SOBRE O COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA:

O Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos (CEP) é constituído por uma equipe de profissionais com formação multidisciplinar que está trabalhando para assegurar o respeito aos seus direitos como participante de pesquisa. Ele tem por objetivo avaliar se a pesquisa foi planejada e se será executada de forma ética. Se você considerar que a pesquisa não está sendo realizada da forma como você foi informado ou que você está sendo prejudicado de alguma forma, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CEP/UTFPR). **Endereço:** Av. Sete de Setembro, 3165, Bloco N, Térreo, Bairro Rebouças, CEP 80230-901, Curitiba-PR, **Telefone:** (41) 3310-4494, **e-mail:** coep@utfpr.edu.br.

B) CONSENTIMENTO

Eu declaro ter conhecimento das informações contidas neste documento e ter recebido respostas claras às minhas questões a propósito da minha participação direta (ou indireta) na pesquisa e, adicionalmente, declaro ter compreendido o objetivo, a natureza, os riscos, benefícios, ressarcimento e indenização relacionados a este estudo.

Após reflexão e um tempo razoável, eu decidi, livre e voluntariamente, participar deste estudo. Estou consciente que posso deixar o projeto a qualquer momento, sem nenhum prejuízo.

OBS.: Caso você seja alérgico ou possua alguma intolerância alimentar quanto à ingestão de óleo de soja, óleo de girassol, óleo de milho, óleo de canola, óleo de maracujá e azeite de oliva não poderá participar desta pesquisa.

Nome Completo: _____

RG: _____ Data de Nascimento: ___ / ___ / _____ Telefone: _____

Endereço: _____
CEP: _____ Cidade: _____ Estado: _____
Assinatura: _____ Data: ___ / ___ / ___

Eu declaro ter apresentado o estudo, explicado seus objetivos, natureza, riscos e benefícios e ter respondido da melhor forma possível às questões formuladas.

Nome completo: _____
Assinatura pesquisador (a): _____ Data: ___ / ___ / ___
(ou seu representante)

Para todas as questões relativas ao estudo ou para se retirar do mesmo, poderão se comunicar com Celina, via e-mail: ceduza_@hotmail.com ou telefone: (42) 999294221.

Contato do Comitê de Ética em Pesquisa que envolve seres humanos para denúncia, recurso ou reclamações do participante pesquisado:

Comitê de Ética em Pesquisa que envolve seres humanos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CEP/UTFPR). **Endereço:** Av. Sete de Setembro, 3165, Bloco N, Térreo, Rebouças, CEP 80230-901, Curitiba-PR, **Telefone:** 3310-4494, **E-mail:** coep@utfpr.edu.br

APÊNDICE B – Instruções para a realização do teste sensorial afetivo hedônico de uso doméstico (HUT)

INSTRUÇÕES PARA A REALIZAÇÃO DO TESTE SENSORIAL AFETIVO HEDÔNICO DE USO DOMÉSTICO (HUT).

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

GUIA DE PESQUISA COM ÓLEOS VEGETAIS

Passo a passo para análise sensorial

KIT PARA ANÁLISE

Você está recebendo:
6 amostras de óleos vegetais, cada uma identificada com código de três números;
Torradas para auxiliar na análise;
Uma água mineral;
Questionário para avaliação



- 1** Responda o termo de consentimento (TCLE) informando que aceita participar da pesquisa.
- 2** Pegue um recipiente de amostra de cada vez. Despeje o óleo sobre uma torrada de maneira uniforme.
- 3** Prove a amostra
- 4** Anote o número da amostra no questionário (anexo) e avalie sua amostra de 0 a 9. Sendo 0 desgostei muitíssimo e 9 gostei muitíssimo.
- 5** Beba água após a avaliação da amostra.
- 6** Repita os passos anteriores para cada amostra de óleo.

➔ Qualquer dúvida entrar em contato com a pesquisadora responsável.

Celina Ducat Zanini (42) 99929-4221