UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE INSTITUTO DE NUTRIÇÃO JOSUÉ DE CASTRO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO

VICTOR PAULO FERREIRA DA SILVA

DESENVOLVIMENTO E ANÁLISE SENSORIAL DE UM PRODUTO EM PÓ À BASE DE CERVEJA ARTESANAL TIPO *PALE ALE* COM *HIBISCUS SABDARIFFA*

VICTOR PAULO FERREIRA DA SILVA

DESENVOLVIMENTO E ANÁLISE SENSORIAL DE UM PRODUTO EM PÓ À BASE DE CERVEJA ARTESANAL TIPO *PALE ALE* COM *HIBISCUS SABDARIFFA*

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição do Instituto de Nutrição Josué de Castro, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Nutrição Humana.

Orientadora: Anna Paola Trindade Rocha Pierucci

Coorientadora: Carla da Silva Carneiro

Rio de Janeiro Fevereiro de 2021

VICTOR PAULO FERREIRA DA SILVA

DESENVOLVIMENTO E ANÁLISE SENSORIAL DE UM PRODUTO EM PÓ À BASE DE CERVEJA ARTESANAL TIPO PALE ALE COM HIBISCUS SABDARIFFA

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição do Instituto de Nutrição Josué de Castro, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Nutrição Humana.

Examinada p	or:
	Presidente , Prof ^a Dr ^a Anna Paola Trindade Rocha Pierucci, INJC/UFRJ
	Prof ^a Dr ^a Mariana Costa Monteiro, INJC/UFRJ
	Prof ^a Dr ^a Adriana Farah de Miranda Pereira, INJC/UFRJ
	Prof ^a Dr ^a Priscilla Vanessa Finotelli, FF, UFRJ

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, por me nortear nos momentos mais difíceis durante essa caminhada.

À minha mãe e meu falecido pai, por terem feito o possível e o impossível para que eu pudesse me tornar um ser humano melhor, por terem me proporcionado a possibilidade de estudar e pelo apoio durante todos esses anos. Ao meu irmão pela ajuda, proteção e por sempre me incentivar a buscar melhorar cada vez mais.

À minha noiva/esposa Dayane, sem o seu apoio, sua torcida, suas advertências e vibrações, principalmente num ano no qual enfrentamos uma pandemia, tornaria meu trajeto muito mais tortuoso. Se hoje estou próximo de dar um passo além na minha trajetória acadêmica, você foi de suma importância para que isso possa se concretizar.

À minha orientadora Prof^a Dr^a Anna Paola Trindade Rocha Pierucci pela oportunidade de entrar no Laboratório DAFEE, ainda quando eu era aluno de iniciação científica. Obrigado pela direção acadêmica, confiança e amizade construída durante todos esses anos. Sei que ainda estou em um "amadurecimento científico", mas evoluo cada dia mais graças a sua orientação.

À Prof^a Dr^a Carla Carneiro pela sua coorientação, por toda sua visão acadêmica, vontade de contribuir e tornar meu projeto cada vez mais impactante. Espero ter a oportunidade de trabalhar com você novamente.

À Prof^a Dr^a Mariana Monteiro por aceitar revisar esta dissertação e que, mesmo com pouco tempo disponível, o fez com maestria. Obrigado também pelos conselhos acadêmicos e pelas orientações na época de monitoria.

À todas as professoras com as quais em convivi e aprendi durante os anos de mestrado.

RESUMO

Da Silva, Victor Paulo Ferreira. Desenvolvimento e Análise Sensorial de um Produto em Pó à Base de Cerveja Artesanal Tipo Pale Ale com Hibiscus sabdariffa. Rio de Janeiro, 2021. Dissertação (Mestrado em Nutrição Humana) – Instituto de Nutrição Josué de Castro, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2021.

O objetivo da presente dissertação foi desenvolver e analisar as propriedades antioxidantes e sensoriais de um produto em pó à base de cerveja artesanal tipo Pale Ale com Hibiscus sabdariffa através do método spray drying. Para a produção da cerveja artesanal foram utilizados água mineral, malte pale ale Wevermann, lúpulo Hersbrucker, levedura Nottngham e infusão de hibisco durante a maturação. A cerveja foi submetida a secagem por spray dryer localizado na EMBRAPA, RJ. A atividade antioxidante foi determinada pelos ensaios espectrofotométricos de compostos fenólicos totais por Folin-Ciocalteu, FRAP e TEAC. A avaliação sensorial foi realizada de acordo com os padrões éticos da Resolução 466/2012 (CONEP), que contempla a Declaração de Helsinki, após aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa do HUCFF. Para o teste de aceitação e intenção de compra, 2 g das micropartículas foram diluídas em 30 mL de água mineral gaseificada e 30 mL de água mineral sem gás, distribuídas em temperatura de 8°C, em copos descartáveis transparentes (50 mL), codificados com 3 dígitos aleatórios. Os dados obtidos foram avaliados por ANOVA seguido do teste de Tukey com 95% de confiança para comparação das médias através do software XLSTAT®. Os ensaios de Folin-Ciocalteu, FRAP e TEAC apresentaram respectivamente os valores de 136,7 mg EAG.g⁻¹, 5506,67 μmol Fe⁺².g⁻¹ e 1840,33 μmol Trolox.g⁻¹. No presente estudo, 100 participantes realizaram o teste de aceitação com uso de escala hedônica de 9 pontos e o teste de intenção de compra. Não foram observadas diferenças significativas entre as notas obtidas por meio do teste de aceitação para os atributos: aparência geral $(6,13 \pm 1,8 \text{ e } 6,01 \pm 1,8)$, cor $(6,09 \pm 1,8)$ $1,66 \text{ e } 5,98 \pm 1,66)$ e sabor $(5,51 \pm 2,05 \text{ e } 4,98 \pm 2,05)$ dos produtos reconstituídos em água mineral gaseificada e água mineral sem gás, respectivamente. Em referência ao teste de intenção de compra, a média das respostas para a amostra reconstituída em água gaseificada (4,46 ± 2,14) também não diferiu quando comparada a amostra sem gás (4,16 ± 2,14). Através dos resultados obtidos no presente estudo, foi possível concluir que as micropartículas desenvolvidas à base de cerveja artesanal tipo pale ale com Hibiscus sabdariffa apresentam valores elevados para compostos fenólicos totais e atividade antioxidante mensurada por FRAP e TEAC quando comparada a outros estudos na literatura. Além disso, a presença ou ausência de gaseificação nas bebidas não apresentaram diferenças estatísticas nos aspectos sensoriais observados e na intenção de compra, evidenciando sua versatilidade para consumo.

Palavras chaves: aceitação, atividade antioxidante, intenção de compra, análise sensorial, cerveja artesanal, hibisco.

ABSTRACT

The objective of this dissertation was to develop and analyze the antioxidant and sensory properties of a powdered product based on craft beer type Pale Ale with Hibiscus sabdariffa through the spray drying method. For the production of craft beer, mineral water, pale ale Weyermann malt, Hersbrucker hops, Nottngham yeast and hibiscus infusion during maturation were used. The beer was subjected to spray drying located in EMBRAPA, RJ. The antioxidant activity was indicated by spectrophotometric assays of total phenolic compounds by Folin-Ciocalteu, FRAP and TEAC. A sensory evaluation was carried out in accordance with the ethical standards of Resolution 466/2012 (CONEP), which contemplates the Declaration of Helsinki, after approval by the Research Ethics Committee of HUCFF. For the acceptance and purchase intention test, 2 g of the microparticles were diluted in 30 ml of carbonated mineral water and 30 ml of non-carbonated mineral water, distributed at a temperature of 8°C, in transparent disposable cups (50 ml), coded with 3 random digits. The data obtained were obtained by ANOVA followed by the Tukey test with 95% confidence to compare the means using the XLSTAT® software. The Folin-Ciocalteu, FRAP and TEAC tests dissipated the values of 136.7 mg EAG.g-1, 5506.67 μmol Fe + 2.g-1 and 1840.33 umol Trolox.g-1. In the present study, 100 participants performed the acceptance test using a 9-point hedonic scale and the purchase intention test. There were no significant differences between the grades attributed through the acceptance test for the attributes: general appearance (6.13 \pm 1.8 and 6.01 ± 1.8), color (6.09 ± 1.66 and 5, 98 ± 1.66) and flavor (5.51 ± 2.05 and 4.98 ± 2.05) of the products reconstituted in carbonated mineral water and still mineral water, respectively. In reference to the purchase intention test, the average of the responses for the sample reconstituted in carbonated water (4.46 \pm 2.14) also did not differ when compared to the sample without gas (4.16 \pm 2.14). Through the results obtained in the present study, it was possible to conclude that microparticles developed based on pale ale craft beer with Hibiscus sabdariffa present high values for total phenolic compounds and antioxidant activity measured by FRAP and TEAC when compared to other studies in the literature. In addition, the presence or absence of gasification in beverages does not differ differences differences in the sensory aspects observed and in the intention to purchase, evidencing its versatility for consumption.

Keywords: acceptance, antioxidant activity, purchase intention, sensory analysis, craft beer, hibiscus.

LISTA DE FIGURAS

REVISÃO DA LITERARUTA

	conforme "The Beer Flavor Wheel". (Fonte: ASBC,
	partículas pelo método de spray-drying. Adaptado de:
Lannes e Medeiros (2003)	13
	ores que influenciam o processo de escolha de um 4)18
MATERIAL E MÉTODOS	
	ção da cerveja artesanal tipo Pale Ale, com adição de
extrato de hibisco	20
RESULTADOS E DISCUSSÃO	
Figura 5. Frequência de respostas para o	o teste de intenção de compra do produto em pó
reconstituído em água cor	
(476)	30

LISTA DE TABELAS

REVISÃO DA LITERATURA

Tabela 1 . Composição nutricional da cerveja tipo Lager conforme USDA (2016)							
RESULTA	DOS E DIS	SCUSSÃO					
Tabela 2.	Teor de co	ompostos fend	ólicos totais e a	atividade an	tioxidante 1	nensurada p	or FRAP e
TEAC	em	cerveja	artesanal	Pale	Ale	com	Hibiscus
sabdariffa				.25			
	-	-	teste de aceitaç tação realizado o	•	-		
		-	ndiferença e rej nstituição em ág	_		_	_
		-	ndiferença e rej n água com gás	-	_	-	=

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

°C – Graus Celsius

ABRACERVA - Associação Brasileira de cerveja Artesanal

ABTS – 2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico), sal de diamônio

AHA – American Homebrewers Association

ANOVA – Análise de Variância

Art. – Artigo

ASBC – American Society of Brewing Chemists

BJCP – Beer Judge Certification Program

CCS - Centro de Ciências da Saúde

CDC - Center of Disease Control

CLAE - Cromatografia Líquida de Alta Eficiência

CONEP - Conselho Nacional de Ética em Pesquisa

DMS - Dimetil sulfeto

DP – Desvio Padrão

DPPH – 2,2- difenil-1-picril-hidrazil

EAG – Equivalente em ácido gálico

EBC – European Brewery Convention

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

FeCl₃ – Cloreto férrico

FRAP – Ferric Reducing Antioxidant Power

K₂S₂O₈ Persulfato de potássio

M/V – Massa/Volume

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

MBAA – Master Brewers Association of the America

Na₂CO₃ – Carbonato de cálcio

P/V - Peso/Volume

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TEAC – Trolox Equivalent Antioxidant Capacity

TPTZ – 2,4,6-tripyridyl-S-triazine

TROLOX – 6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid

UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro

USDA – Departamento de Agricultura dos EUA

WHO – World Health Organization

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	1
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1	Cerveja	4
	2.1.1 História e regulamentação	4
	2.1.2 Composição nutricional da cerveja	5
	2.1.3 Aspectos sensoriais para avaliação de cerveja	7
2.2	Hibiscus sabdariffa	1(
2.3	Processos de secagem em alimentos.	12
	2.3.1 Secagem por pulverização por meio de spray drying	13
2.4	Análise sensorial	14
	2.4.1 Testes discriminativos	15
	2.4.2 Testes descritivos.	15
	2.4.3 Testes afetivos	16
3.	OBJETIVOS	19
3.1	Objetivo geral	19
3.2	Objetivos específicos	19
4.	MATERIAL E MÉTODOS	20
4.1	Produção da cerveja artesanal tipo pale ale com Hibiscus sabdariffa	20
4.2	Produção do produto em pó a base de cerveja artesanal	22
4.3	Determinação da atividade antioxidante	22
4.4	Análises sensoriais	23
	4.4.1 Aspectos éticos	23
	4.4.2 Teste de aceitação	23
	4.4.3 Teste de intenção de compra	24
4.5	Análises estatísticas	24
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
5.1	Determinação da atividade antioxidante	25
5.2	Perfil dos avaliadores.	27
5.3	Teste de aceitação.	28
5.4	Teste de intenção de compra.	29
6.	CONCLUSÃO	33
7.	PERSPECTIVAS FUTURAS	34
8.	REFERÊNCIAS	35
	ANEXO 1	44
	ANEXO 2	46
	ANEXO 3	47

1. INTRODUÇÃO

O crescente mercado de cervejas especiais tem impulsionado a criatividade dos cervejeiros modernos, seja com a adição de frutas ou ervas, para o desenvolvimento de novas bebidas para os consumidores de cervejas. Esse setor teve início nos anos 80 nos Estados Unidos com o resgate de receitas que contavam com quantidades pouco usuais de ingredientes. O aparecimento de novas cervejarias nos últimos 20 anos trouxe a experimentação e, com ela mudanças de receitas tradicionais, além do desenvolvimento constante de novos tipos de cervejas (MORADO, 2009, WEBB, BEAUMONT, 2012).

Com a expansão do mercado consumidor, métodos inovadores e diferentes matérias primas têm sido utilizados para a obtenção de cervejas. Ao utilizar tais métodos, o grande desafio para os produtores é manter a estabilidade do *flavor*, relacionada ao período de vida útil da cerveja (FUMI *et al.*, 2011). Um dos principais fatores que interferem no sabor durante o processo de fabricação é a oxidação. Ainda que diversos tipos de antioxidantes naturais e sintéticos sejam utilizados pela indústria, tais como flavonoides e sulfitos, pesquisadores têm investigado possíveis compostos naturais que desempenhem tal função antioxidante, minimizando o uso de aditivos químicos (ZHAO et al., 2010). Nessa perspectiva, a incorporação de alimentos de origem vegetal, como frutas podem contribuir para a incorporação de compostos bioativos, bem como para a formação de *flavors*. (LEITAO *et al.*, 2012; DUCRUET *et al.*, 2017).

Existem no mercado cervejas desenvolvidas com diferentes fontes de açúcares como mandioca, mel, extrato de agave e extrato de bordo, assim como utilizando culturas mistas de leveduras tradicionalmente empregadas e de novas linhagens. Além disso, algumas cervejas contam com a adição das mais diversas ervas e especiarias tais como hibisco (PALMER, 2006). O *Hibiscus sabdariffa* L. é uma planta pertencente à classe das Dicotiledôneas, família das Malváceas e gênero *Hibiscus*, sendo popularmente conhecida no Brasil como hibisco ou rosélia. Todas as partes da planta podem ser utilizadas para o consumo, sendo o cálice rico em cálcio, magnésio, niacina, riboflavina, ferro e vitaminas A e C, além de possuir elevados teores de componentes antioxidantes, como as antocianinas, responsáveis pelas atividades benéficas à saúde (VIZZOTTO e PEREIRA, 2008).

A diversidade de produtos apresentada pelo mercado cervejeiro tem ampliado a aceitabilidade da cerveja no Brasil. Além disso, a adição de ingredientes inovadores podem ser um incremento as propriedades funcionais dessa bebida, o que impulsiona ainda mais o seu consumo em vista das novas demandas impostas pelos consumidores dos mais diversos produtos (MORADO, 2009). A composição nutricional da cerveja pode ser variável, sendo em geral constituída principalmente de água, proteína, vitaminas do complexo B e minerais. A cerveja também é rica em diversos compostos bioativos pertencentes à classe dos compostos fenólicos, oriundos do malte e do

lúpulo. Os principais compostos fenólicos presentes em cervejas são os flavonoides e os ácidos fenólicos (NEVEU *et al.*, 2010, MOURA-NUNES *et al.*, 2016).

De acordo com os relatos dos recentes estudos epidemiológicos, existe uma forte associação entre o consumo de álcool e o risco de desenvolver alguns tipos de câncer como o de boca, faringe, laringe, esôfago, fígado, intestino e mama, o que se sobrepõem aos efeitos protetores contra doenças cardíacas dos compostos fenólicos, por exemplo (GRISWOLD *et al.*, 2018). Além disso, os compostos fenólicos, de forma geral, inclusive os contidos nas cervejas, podem ser facilmente degradados, pois são sensíveis a condições adversas, como elevada temperatura, exposição à luz, oxigênio e mudança de pH (GANESAN *et al.*, 2018).

Diante das questões expostas, a indústria alimentícia utiliza recursos tecnológicos, como métodos de secagem, para concentrar nutrientes e substâncias bioativas, e que ainda permite a eliminação parcial de álcool. Dentre os processos tecnológicos existentes, destaca-se a secagem por *spray drying*, onde ocorre a transformação de um líquido em sólido com a obtenção de um pó com partículas de tamanho pequeno (0,01 a 100 μm de diâmetro) e com baixa atividade de água, o que facilita o transporte, manuseio, armazenamento e garante a estabilidade e a qualidade microbiológica do produto final (RÉ, 1998, OLIVEIRA, PETROVICK, 2010, ROBERT, FREDES, 2015).

O desenvolvimento de novos alimentos nutritivos e funcionais consiste em um desafío para a indústria alimentícia, que tem como meta atender um público consumidor cada vez mais exigente em função da crescente conscientização dos benefícios de hábitos alimentares saudáveis. O mercado de produtos em pó tem se expandido notavelmente devido às vantagens que a utilização e o manejo dos materiais oferecem, principalmente, no que diz respeito ao seu emprego como matéria-prima ou aditivo, concentração de compostos bioativos, à facilidade de conservação em longo prazo e ao baixo custo de transporte e de armazenamento (FELLOWS, 2018).

Para que os alimentos funcionais tenham êxito, torna-se necessário que o consumidor os aceite como parte de sua alimentação diária. Logo, o processo de desenvolvimento de novos produtos alimentícios deve considerar os anseios do consumidor em relação ao produto final. Diversos autores têm enfocado o estudo da percepção do consumidor para esse tipo de produto como um dos aspectos mais importantes para alcançar o sucesso no mercado (LÄHTEENMÄKI *et al.*, 2007, SIRÓ *et al.*, 2008).

Métodos sensoriais afetivos são amplamente utilizados pela indústria cervejeira para avaliar a resposta pessoal, seja da preferência ou aceitação de consumidores reais ou potenciais para um determinado produto ou até mesmo apenas para uma ideia (STONE, SIDEL, 2004). A resposta afetiva do consumidor mostra a direção que um produto deve tomar no mercado, no que diz respeito à sua competitividade e qualidade no grupo a que se destina (DUTCOSKY, 2013).

Assim, o objetivo do presente estudo foi desenvolver um novo produto em pó à base de cerveja artesanal tipo *Pale Ale* com *Hibiscus sabdariffa* através do método *spray drying* e analisar as propriedades antioxidantes e sensoriais utilizando métodos afetivos para indicar possíveis alterações na formulação durante o desenvolvimento. Com isso, espera-se obter um produto em pó de alta aceitação pelo consumidor, com as características funcionais da cerveja artesanal e das matérias primas utilizadas na produção dessa, sem os maleficios da ingestão de álcool.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Cerveja

2.1.1 História e regulamentação

Cerveja é um tipo de bebida alcoólica produzida a partir da fermentação de cereais, principalmente cevada maltada, podendo ser também de cereais não maltados como arroz, trigo e milho. A cerveja é a bebida alcoólica mais consumida no mundo e uma das mais antigas da civilização. A legislação brasileira define cerveja como a bebida resultante da fermentação, a partir da levedura cervejeira, do mosto de cevada maltada ou de extrato de malte, submetido previamente a um processo de cocção adicionado de lúpulo ou extrato de lúpulo, hipótese em que uma parte da cevada maltada ou do extrato de malte poderá ser substituída parcialmente por adjunto cervejeiro. (BRASIL, 2019).

Não há registros que informem o momento exato da elaboração da primeira cerveja, entretanto sabe-se que seu surgimento ocorreu paralelamente ao domínio do cultivo de cereais pelos povos antigos (CRUZ, 2008, BAMFORTH, 2009). Há registros das civilizações Suméria e Assíria de aproximadamente 10.000 anos atrás produzindo bebidas fermentadas a partir do pão. Naquela época, a bebida fermentada era considerada sagrada e fazia parte de oferendas aos deuses (CRUZ, 2008).

Em pouco tempo, houve grande difusão na produção de cerveja pelo mundo, diferentes estilos dessa bebida foram desenvolvidos e atualmente são divididas em basicamente dois tipos, *Ale* e *Lager*. No tipo *Ale*, o fermento (levedura) fica localizado e atua no topo do tanque fermentador, que atingirá altas temperaturas variando entre 15 - 24 °C (considerado o método de produção mais antigo) e conseguindo concentrar maior teor alcoólico. Já no tipo *Lager*, o fermento fica localizado no fundo do tanque tolerando apenas baixas temperaturas, variando entre 7 - 13 °C. Sendo assim, a variedade de tipos de cerveja é bem ampla. Os tipos de cerveja mais consumidos no mundo são: *Pilsner* ou *Pilsen* (*Lager*) e *Pale Ale* (*Ale*). Isso ocorre devido ao um menor teor de amargor da bebida, menor teor alcoólico e por apresentar coloração mais clara (SINDICERV, 2018).

Com a difusão do hábito de consumir cerveja pelo mundo, consequentemente, o consumo em excesso de álcool aumentou, sendo que tal hábito é relacionado a uma ampla gama de danos físicos, mentais e sociais. Com isso, foi estabelecido em consenso mundial por meio de diversos estudos (RONKSLEY *et al.*, 2011, KARATZI *et al.*, 2013, CHIVA-BLANCH *et al.*, 2015) que, quando o consumo de álcool é moderado, pode trazer benefícios à saúde, sendo indicado até uma dose para mulheres e até duas doses para homens por dia. Uma dose é equivalente a 150 mL de vinho tinto, 350 mL de cerveja ou 50 mL de destilados, ou seja, entre 10 a 15g de etanol para

mulheres e de 20 a 30 g para homens. Desta forma, doses acima desses padrões são considerados prejudiciais à saúde e/ou oferecem algum risco de morte (WHO, 2014, CDC, 2018).

A produção de cerveja possui uma importante posição estratégica na indústria alimentícia mundial. O Brasil é o país que lidera a produção na América Latina, sendo que desde 2010, tornou-se o terceiro maior produtor mundial de cerveja, com a produção de 14,4 bilhões de litros, atrás da China e Estados Unidos. Em termos de consumo per capita, o Brasil ocupa a 27ª colocação com 66, 9 litros por ano. O mercado brasileiro encontra-se dominado por grandes cervejarias – Heineken, Ambev, Brasil Kirin e Grupo Petrópolis – que juntas correspondem a mais de 92% do mercado. O restante do mercado é composto por cervejarias artesanais e microcervejarias (CERVBRASIL, 2016).

De acordo com a Associação Brasileira de Cerveja Artesanal (ABRACERVA), no ano de 2018, houve um acréscimo significativo de 210 novas cervejarias inscritas no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), totalizando 889 registros no Brasil. Estima-se que a produção de cervejas artesanais represente 2,5 até 2,7% do volume de produção total no país, atingindo valores de, aproximadamente, 352 a 380 milhões de litros fabricados por ano pelas cervejarias artesanais registradas no território brasileiro (ABRACERVA, 2019).

Dentre as cervejas existentes, destacam-se as cervejas especiais, também conhecidas como artesanais, premium, super premium ou gourmet, as quais são fabricadas com ingredientes diferenciados quando comparadas às cervejas produzidas em larga escala. De modo geral, essas cervejas são caracterizadas pelo uso de matéria prima nobre e processos de produção refinados, além de obedecer a definição do decreto nº 8.442, de 29 de abril de 2015, Art. 2º, que considera "cerveja especial - a cerveja que possuir 75% (setenta e cinco por cento) ou mais de malte de cevada, em peso, sobre o extrato primitivo, como fonte de açúcares" (ARAÚJO, 2015, BRASIL, 2015). Além disso, é notável o crescimento do segmento de cervejas especiais no Brasil, visto que há um aumento nas importações e consequente expansão de ofertas de marcas do mundo todo, evidenciando sinais da consolidação desse segmento. Um bom exemplo desse crescimento foi registrado entre os anos de 2007 e 2009, cujo período o setor de cervejas especiais cresceu 40%, ao passo que o setor de cervejas industriais cresceu apenas 11% (STEFENON, 2012, CERVBRASIL, 2016).

2.1.2 Composição nutricional da cerveja

A cerveja é um produto da fermentação de cereais que contêm açúcares e uma variedade de nutrientes importantes que podem ser influenciados por diversas variáveis. A qualidade do produto final pode ser afetada pela qualidade da matéria prima, tipo de malteação, método de preparação do

mosto, tipo de lúpulo, tipo e qualidade das leveduras, tempo de fermentação, maturação, utilização ou não de pasteurização e filtração, dentre outras (PASTORE *et al.*, 2013).

A composição nutricional da cerveja tipo Lager de acordo com o banco de dados do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 2016) encontra-se exposta na **Tabela 1.**,

Tabela 1. Composição nutricional da cerveja tipo Lager conforme USDA (2016).

Umidade (g) Energia (kcal) Proteína (g) Lipídeo (g) Carboidrato, por diferença (g)	92,0 4,3 4,6 0,0 35,5 0,0
Proteína (g) Lipídeo (g)	4,6 0,0 35,5
Lipídeo (g)	0,0 35,5
	35,5
Carboidrato, por diferença (g)	
	0.0
Açúcares totais (g)	0,0
Álcool etílico (g)	39,0
Minerais	
Cálcio, Ca (mg)	40,0
Ferro, Fe (mg)	0,2
Magnésio, Mg (mg)	60,0
Fósforo, P (mg)	140,0
Potássio, K (mg)	270,0
Sódio, Na (mg)	40,0
Zinco, Zn (mg)	0,1
Cobre, Cu (mg)	0,1
Manganês, Mn (mg)	0,1
Selênio, Se (mg)	6,0
Flúor, F (mg)	442,0
Vitaminas	
Tiamina (mg)	0,1
Riboflavina (mg)	0,2
Niacina (mg)	5,1
Ácido pantotênico (mg)	0,4
Vitamina B6 (mg)	0,4
Folato (mg)	60,0
Colina (mg)	101,0
Vitamina B12 (mg)	0,2
Aminoácidos	
Alanina (g)	0,1

Ácido aspártico (g)	0,1		
Ácido glutâmico (g)	0,4		
Glicina (g)	0,1		
Prolina (g)	0,3		
Compostos fenólicos (flavonóides)			
Flava-3-ols			
Catequina (mg)	3,8		
Epicatequina (mg)	0,8		
Galocatequina (mg)	0,7		
Flavonols			
Kaempferol (mg)	8,1		
Miricitina (mg)	0,2		
Quercetina (mg)	0,1		
Proantocianidina			
Proantocianidina monomérica (mg)	6,3		
Proantocianidina dimérica (mg)	8,5		
Proantocianidina trimérica (mg)	1,5		
Proantocianidina 4-6mérica (mg)	4,0		

Modificado de USDA, 2016. Base de Dados Nacional de Nutrientes para Padrão de Referência, Versão 27. Mers: polímeros.

Os compostos fenólicos estão contidos no malte e no lúpulo, dessa forma, o conteúdo total de antioxidantes no produto depende do tipo de cerveja, das matérias-primas e do tipo de fabricação utilizados. Os principais compostos, que possuem atividades antioxidantes, presentes no malte são as procianidinas, epicatequinas e o ácido ferúlico, já no lúpulo o xanthohumol. Como a cerveja é a única bebida com adição significativa de lúpulo, os benefícios à saúde relacionados a esse ingrediente tornam-se exclusivos dessa bebida (BAMFORTH *et al.*, 2009).

De acordo com a literatura, os compostos fenólicos são cada vez mais associados a fatores importantes na prevenção do desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis, como diabetes mellitus tipo 2, hiperlipidemia, hipertensão arterial sistêmica, câncer, doenças inflamatórias, dentre outras (KARATZI et al., 2013, RONKSLEY et al., 2011). Ainda, outros estudos apontam que a pressão sistólica, o teor de homocisteína e vários marcadores inflamatórios diminuíram significativamente após o consumo de cerveja sem álcool, sendo esses benefícios relacionados à presença de compostos fenólicos na cerveja (CHIVA-BLANCH et al., 2015). Além de serem os responsáveis pelas propriedades funcionais e nutricionais atribuídas em alimentos, os compostos fenólicos também auxiliam em relação aos aspectos sensoriais (MINNAAR et al., 2018).

Como dito anteriormente, o limite de ingestão de bebidas alcoólicas por dia estabelecido pela Organização Mundial da Saúde equivale a 12 g de etanol (aproximadamente 350 ml de cerveja contendo 4% m/v de álcool para mulheres e de 700 ml para homens) (WHO, 2014), o que limita o consumo de cerveja como fonte de compostos fenólicos.

2.1.3 Aspectos sensoriais para avaliação de cerveja

Existem inúmeros aspectos que podem influenciar os sentidos humanos no momento de degustação de uma cerveja. Dentre os principais atributos sensoriais explorados pela bebida artesanal, os novos sabores e aromas obtidos destacam-se pela seleção dos insumos e pelo seu processo de produção (GADOTTI, *et al.*, 2015). O consumidor pode ser atraído por fatores de qualidade como a cremosidade da espuma, o aroma, o sabor ou o conteúdo alcoólico. No que diz respeito a aparência geral de uma cerveja, destacam-se a formação da espuma, cor e a transparência do líquido. A estabilidade da espuma é fundamental para a conservação do aroma e sabor da bebida no copo (BAMFORTH, 2009).

A coloração e o aroma da cerveja são fortemente influenciados pelo tipo de malte utilizado, que poderá contribuir diretamente na composição final proporcionando diversos aspectos como aroma adocicado, torrado, cor dourada, marrom escuro e indiretamente com a formação de ésteres responsáveis pelo aroma de frutas como o acetato de isoamila, proporcionando um aroma de banana (CASEY, BAMFORTH, 2010). Além do malte, os óleos essenciais presentes no lúpulo contribuem para o aroma da cerveja, conferindo uma excelente variabilidade aromática aos diferentes tipos de cerveja, contribuindo com notas amadeiradas, cítricas, florais, frutadas, picantes, herbais e outras (DURELLO, SILVA E BOGUSZ, 2019).

O sabor de cerveja artesanal é extremamente complexo e de fácil alteração por conta das sensações gustativas, olfativas e da percepção bucal provocada. A sensação de amargor é provocada pelo lúpulo, que é considerado como o maior contribuinte para tal percepção, além dos taninos, malte torrado e de sais minerais. O gosto doce pode sofrer maior influência do malte que, durante a extração enzimática no processo produtivo, forma açúcares e dextrinas não fermentáveis. Os açúcares são utilizados como substratos pelas leveduras, ao passo que as dextrinas contribuirão para sensação de corpo da cerveja. A sensação de acidez na cerveja é influenciada pela carbonatação, mas também pode ser entendida como uma contaminação por fungos e bactérias. Além disso, sais minerais como cálcio, magnésio ou sódio, em excesso, podem contribuir para a percepção do gosto salgado na cerveja (SLEMER, 1996).

A indústria cervejeira utiliza métodos de análise sensorial descritiva para a caracterização de seus produtos. Entre os anos de 1975 e 1979, foi desenvolvido um léxico genérico pela *American Society of Brewing Chemists* (ASBC) em colaboração com a *European Brewery Convention* (EBC)

e a *Master Brewers Association of the America* (MBAA). Esse sistema é um vocabulário genérico internacional que apresenta descritores específicos para caracterização dos atributos sensoriais de cervejas e tem como objetivo proporcionar a padronização dos descritores sensoriais que deverão ser utilizados em análises descritivas dessa bebida. Os atributos encontram-se apresentados em uma roda de sabor intitulada *The Flavor Wheel* na **Figura 1** (ASBC, 1992; MEILGAARD, 2018).

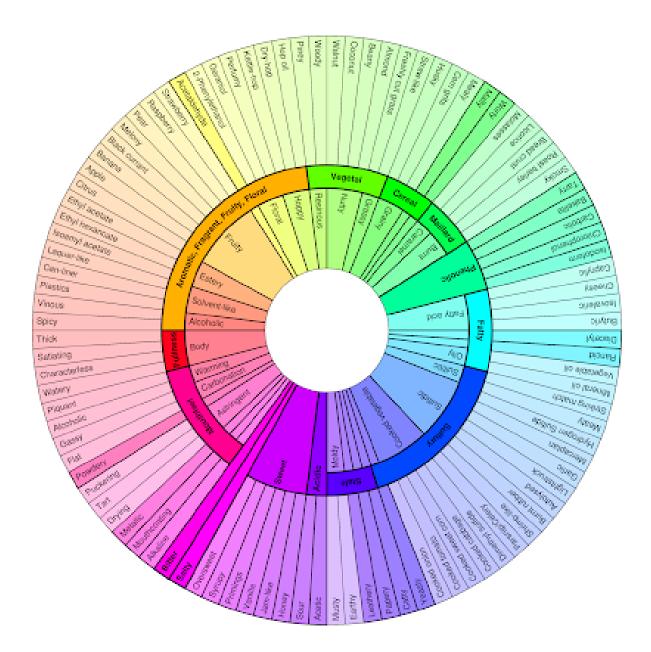


Figura 1. Atributos sensoriais da cerveja conforme "The Beer Flavor Wheel". (Fonte: ASBC, 1992)

Como observado na **Figura 1**, o léxico internacional consiste na apresentação de 14 classes de descritores, que são: 1 – aromático, fragrante, frutal e floral; 2 – resinoso, nozes, verde, grama; 3 – cereal; 4 – caramelizado, queimado; 5 – fenólico; 6 – saponáceo, gorduroso, diacetil, oleoso, rançoso; 7 – sulfuroso; 8 – oxidado, velho, mofado; 9 – azedo, ácido; 10 – doce; 11 – salgado; 12 –

amargo; 13 – sensação bucal; 14 – encorpado. Para utilização dessa metodologia, a ASBC (1992) recomenda que cada característica de sabor identificável separadamente tenha seu próprio descritor, evitando-se o agrupamento de termos que não representam uma mesma característica sensorial. Assim, termos descritivos similares devem ser agrupados, não deve existir duplicação de termos para uma mesma característica sensorial, outros termos desenvolvidos devem ser compatíveis com o *EBC Thesaurus for the Brewing Industry*, termos pouco objetivos, hedônicos ou compostos como bom/mau ou jovem/maduro, não devem ser utilizados ou incluídos na roda e tanto quanto possível, o significado de cada termo deve ser ilustrado com amostras referências que devem estar prontamente disponíveis aos avaliadores em qualquer etapa da análise sensorial de cerveja. O pesquisador deve estar ciente de que a terminologia poderá alterar-se em função de novas amostras desenvolvidas e novas pesquisas.

Outro sistema padronizado e utilizado internacionalmente para avaliação da qualidade da cerveja são os métodos recomendados pela *Beer Judge Certification Program* (BJCP). Nesse sistema, as cervejas são avaliadas através de avaliadores profissionais credenciados pela BJCP, na qual os avaliadores seguem um sistema classificatório proposto pela *American Homebrewers Association* (AHA) para avaliadores experientes. Esse sistema de *score cards* avalia características de aparência, aroma, sabor, corpo e impressão geral, comparando-as com aquelas estabelecidas para os perfis sensoriais de cada estilo de cerveja. No entanto, esse sistema apresenta limitações por expressar padrões de qualidade que refletem preferências específicas a consumidores dos países de origem das cervejas (STRONG *et al.*, 2015).

Em relação a avaliadores não treinados, a escolha dos parâmetros para consumo de cervejas artesanais é direcionada por características como variedades no sabor e aroma (SOHRABVANDI; MORTAZAVIAN; REZAEI, 2012; AQUILANI *et al.*, 2015). A ideologia do consumidor para aquisição de cervejas artesanais também envolve questões históricas, culturais e o prazer de produzir e consumir cervejas, harmonizadas com gastronomia de qualidade, além de oportunizar o desenvolvimento de bebidas com características individuais proporcionadas por cada cervejaria (FERREIRA *et al.*, 2011).

2.2Hibiscus sabdariffa

Outro alimento que vem atraindo a atenção da indústria de alimentos por conta de sua ação antioxidante é a espécie vegetal *Hibiscus sabdariffa*, conhecida popularmente como hibisco, que se apresenta como uma planta com alta perspectiva para produtos nutracêuticos, devido à presença de componentes com atividade antioxidante, como os compostos fenólicos. Muito popular na África Ocidental e Sul da Ásia, as flores do hibisco são utilizadas para fazer chás, apresentando um sabor amargo com aroma característico, sendo também comercializadas sob a forma de geleias, bebidas,

molhos, compotas, doces, entre outros. O extrato de hibisco quando consumido com moderação não produz efeitos tóxicos e é seguro. Introduzido no setor de alimentos, o hibisco vem sendo utilizado como fibra dietética, antioxidante e corante (PATEL, 2014, DA-COSTA-ROCHA *et al.*, 2014).

Recentemente, estudos mostram que os extratos de hibisco possuem propriedades que podem desempenhar papel fundamental na redução do risco de desenvolvimento de doenças crônicas, como hipertensão, redução de doença hepática, doenças cardiovasculares, aterosclerose e diabetes (MOZAFFARI-KHOSRAVI *et al.*, 2009, CHEN *et al.*, 2005). Outro estudo mostrou a redução do colesterol, podendo atuar como anticancerígeno, antimutagênico e antiproliferativo (PATEL, 2014). Estudos sobre a caracterização completa dos componentes com atividade antioxidante e ensaios clínicos adequados, podem ampliar o âmbito de aplicações do hibisco. O uso adequado desta planta pode promover o desenvolvimento de uma ampla linha de alimentos funcionais benéficos à saúde (SINDI *et al.*, 2014).

Sindi, Marshall e Morgan (2014) realizaram um estudo sistemático comparativamente entre extratos de *Hibiscus Sabdariffa*, feitos com diferentes solventes (água, metanol, acetato de etila, hexano) na presença ou ausência de ácido fórmico, utilizando diferentes tempos e temperaturas para extração. Ainda, os extratos foram analisados quanto ao teor de polifenóis totais, a capacidade antioxidante por meio dos ensaios 2,2- difenil-1-picril-hidrazil (DPPH), *Ferric Reducing Antioxidant Power* (FRAP) e *Trolox Equivalent Antioxidant Capacity* (TEAC), assim como quanto ao teor de antocianinas por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE). Os resultados mostraram que as maiores capacidades antioxidantes foram obtidas pela extração com água, por 10 minutos a 100 °C. Esse extrato forneceu as maiores concentrações de cianidina 3-sambubiosídeo e delfinidina 3-sambubiosídeo.

Outros pesquisadores utilizaram cálice de hibisco desidratado para extração. Para isso, o hibisco seco foi misturado com água na proporção de 1:40 (p/v) e mantido sob duas condições de temperatura: 25°C (extração a frio) e 90°C (extração a quente) por 4 tempos diferentes em cada temperatura. Os compostos fenólicos totais foram mais bem extraídos com água quente, o que, consequentemente, também resultou numa maior capacidade antioxidante desse tipo de extrato. Esse estudo também evidenciou duas antocianinas principais encontradas em outras pesquisas, tanto no extrato frio quanto quente: a cianidina 3-sambubiosídeo e delfinidina 3-sambubiosídeo (RAMIREZ-RODRIGUES *et al.*, 2011).

Contudo, as antocianinas presentes no hibisco são instáveis durante processamento térmico, sendo observado em alguns estudos o uso de métodos de secagem para melhorar a estabilidade do produto final (CHEN *et al.*, 2005). A obtenção de produtos em pó a partir do hibisco através do método de secagem por pulverização é uma técnica alternativa importante, visto que produtos desidratados podem ser adicionados a outros alimentos com facilidade, melhoram seu próprio

armazenamento, transporte e prazo de validade, classificando esse método de secagem como a melhor alternativa para obter corantes ou aromatizantes naturais em pó (ANDRADE, FLORES, 2004, RÉ, MESSIAS, SCHETTINI, 2004).

Gonzalez-Palomares *et al.* (2009) investigaram o efeito da temperatura de secagem sobre os componentes voláteis e a aceitação sensorial de extrato de hibisco em pó. Os extratos de hibisco foram submetidos a secagem em *spray dryer* utilizando diferentes condições de temperatura de entrada (150, 160, 170, 180, 190, 200 e 210 °C), fornecendo diferentes valores de rendimento e umidade final. Os tratamentos submetidos a 180 e 190 °C apresentaram os maiores rendimentos após secagem por *spray dryer*. Entretanto, a temperatura de 190 °C resultou na amostra com maior preferência observada no teste de preferência aplicado, sugerindo que a temperatura de entrada de secagem do ar tem efeito significativo na escolha deste produto.

Outro estudo observou a influência da temperatura do ar de secagem e da concentração de agente carreador sobre as propriedades físico-químicas do suco de açaí em pó produzido pelo método de *spray drying*. Nesse estudo a maltodextrina foi utilizada como agente carreador e a temperatura do ar de secagem variou de 138 a 202 °C. Quanto a retenção de antocianinas, os pesquisadores observaram que o aumento da temperatura levou às maiores perdas destes compostos, devido a elevada termosensibilidade deste pigmento (TONON, BRABET E HUBINGER, 2009). Outros autores verificaram que pós produzidos em temperaturas mais baixas apresentam uma tendência a aglomeração, devido à sua umidade elevada fazendo com que ocorra diminuição da exposição dos pós ao oxigênio, protegendo esses pigmentos contra degradação (QUEK, CHOK e SWEDLUND, 2007).

Cai e Corke (2000), verificaram maiores perdas do pigmento betacianina extraída de amaranto por consequência do aumento da temperatura de secagem. Os autores concluíram que temperaturas superiores a 180 °C não são indicadas para secagem desse composto, embora resultem em maiores taxas de secagem e produtividade. Entretanto, os autores também observaram que as amostras produzidas em temperaturas menores apresentaram maior estabilidade ao armazenamento, por apresentarem maior retenção de betacianinas ao final de 16 semanas de estocagem a 25 °C e 32% de umidade relativa.

2.3 Processos de secagem em alimentos

O processo de secagem é definido como a técnica de transferência de massa, no qual a umidade em forma de água ou outro solvente é removido proveniente de um material sólido ou semissólido em um sistema, onde é concentrada a parte sólida através do emprego de alguma forma de pressão ou calor (MASTERS, 1991).

Esse conceito também se aplica ao processo de evaporação, que consiste na concentração de soluções líquidas. A principal diferença entre secagem e evaporação é que na secagem ocorre a remoção de líquido de um material sólido, sendo essa remoção realizada por centrifugação ou por vaporização. Quando ocorre vaporização, a temperatura do processo é inferior à temperatura de ebulição do líquido presente no sólido de interesse. Enquanto, no processo de evaporação, ocorre a remoção de líquido de uma solução apenas por vaporização, em que a temperatura do processo é, no mínimo, a mesma temperatura de ebulição do líquido que se quer remover da solução (CELESTINO, 2010).

Dentre os diversos métodos de secagem utilizados pela indústria alimentícia, a secagem por pulverização é uma das mais utilizadas no setor alimentício quando o objetivo é transformar soluções líquidas em sólidas. Além de ser um método bastante disseminado, esse é considerado o mais importante para a desidratação de alimentos líquidos. Tal recurso ganhou reconhecimento e prestígio na indústria do leite, café e ovo em pó, além de ser amplamente utilizado no setor químico e farmacêutico (MASTERS, 1991).

2.3.1 Secagem por pulverização por meio de spray drying

A secagem por *spray drying* pode ser definida como uma operação através da qual um produto (solução, emulsão, suspensão) é transformado do estado fluido para o estado sólido com a obtenção de micropartículas com diâmetros entre 0,01 e 100 μm, dentro de uma câmara de gás, onde ocorre a dispersão de gotículas do material, que entram em contato com o ar aquecido (GHARSALLAOUI *et al.*, 2007). Dentre as vantagens dessa técnica, a maior delas é a sua flexibilidade de aplicação, uma vez que pode ser utilizada tanto para soluções poliméricas hidrofílicas quanto hidrofóbicas. Além disso, outra vantagem é o curto tempo de exposição do material ativo e rápida evaporação da água, capaz de produzir micropartículas com baixa atividade de água, facilitando o transporte, manipulação, armazenamento e garantindo a qualidade microbiológica (OLIVEIRA e PETROVICK, 2010, NUNES, 2014, ROBERT, FREDES, 2015). Esse método é considerado relativamente simples, rápido e pode ser empregado na encapsulação de alimentos termossensíveis (KANDANSAMY, SOMASUNDARAM, 2012). O processo de secagem por *spray drying* pode ser observado na **Figura 2**.

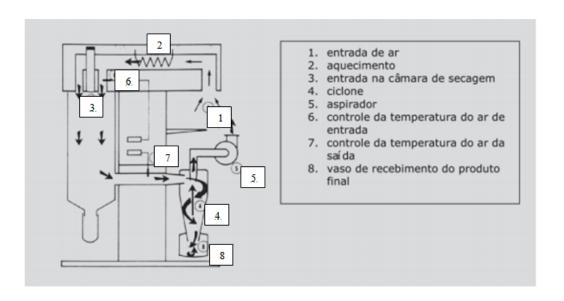


Figura 2. Esquema de produção das micropartículas pelo método de *spray-drying*. Adaptado de: Lannes e Medeiros (2003). A solução alimentadora é bombeada e atomizada no interior da câmara de secagem. O ar quente injetado no aparelho seca as gotículas, dando origem às partículas, que são carreadas pelo interior do *spray dryer* até o ciclone. Esta peça é responsável pela separação das partículas do ar quente injetado. O ar é expelido para o ambiente e as partículas ficam retidas no vaso de recebimento.

O método de secagem em *spray dryer* consiste em quatro fases que devem ser acompanhadas e suas variáveis controladas, visto que elas podem afetar as características do produto final como tamanho da partícula sólida, densidade, aparência e umidade. A primeira fase é a atomização do líquido onde suas propriedades como concentração, temperatura, vazão mássica e propriedades físico-químicas devem ser observadas. A segunda e terceira fases abrangem o contato do líquido atomizado com o ar quente e a evaporação da água. Essas fases influenciam características sensoriais como capacidade de retenção de sabor e aroma e devem ser observadas as variáveis do ar de secagem como: velocidade, temperatura de entrada, de saída e pressão. A última fase é a separação do produto em pó, do ar de secagem, que irá influenciar na granulometria do produto desejado (TONON, 2009, SHAHIDI *et al.*, 2002).

A necessidade de estudos sobre esses compostos fenólicos e sua atividade antioxidante requerem atenção de pesquisadores, tornando necessária a utilização de tecnologias avançadas na elaboração de novas matrizes que possuam ação funcional à saúde. Diversas inovações tecnológicas são pertinentes nesse sentido, entretanto a secagem por *spray drying* mostra-se interessante, pois é capaz de concentrar e estabilizar compostos funcionais importantes, sendo uma alternativa para a produção de novos produtos alimentícios e bastante usado para a microencapsulação de ingredientes (ARARUNA *et al.*, 2013, HIJO *et al.*, 2015). Com o aumento da utilização de compostos funcionais na indústria alimentícia, a microencapsulação vem ganhando cada vez mais destaque pois permite a

formação de uma barreira física entre o meio externo e os materiais sensíveis do núcleo, protegendo esses compostos da oxidação, umidade e pH (NESTERENKO *et al.*, 2013).

A conversão eficiente da solução líquida em gotículas com tamanho uniforme é considerada uma condição fundamental para a secagem por pulverização, com o intuito de garantir a secagem homogênea na câmara de secagem e facilitar a recuperação de um produto mais uniforme. Alguns pesquisadores atribuem a transformação do fluido em um *spray* à turbulência gerada na câmara dos bicos atomizadores, ou seja, dependendo do tipo de bico e suas características estruturais, o modo como a gotícula é formada é diferente, consequentemente, as partículas apresentam características diferentes (PIERUCCI *et al.*, 2006; TONON, 2009, CHOI *et al.*, 2010).

2.4 Análise sensorial

A análise sensorial pode ser entendida como um método científico utilizado para evocar, medir, analisar e interpretar as características dos alimentos que possam ser percebidas pelos sentidos humanos (visão, olfato, paladar, tato e audição) (IAL, 2004).O estudo das características sensoriais de um produto depende de contribuições empíricas e teóricas de diversos profissionais, sendo considerada uma ciência multidisciplinar que envolve conhecimentos das áreas de ciência de alimentos, fisiologia, psicologia e estatística (STONE *et al.*, 1974).

A área da avaliação sensorial cresceu de forma rápida na segunda metade do século XX, juntamente com o aumento dos produtos alimentares industriais, além de compreender um conjunto de técnicas para a medição precisa das respostas dos consumidores aos alimentos, minimizando potenciais efeitos da marca e outras informações que possam influenciar a percepção do consumidor mediante ao produto (LAWLESS, HEYMANN, 2013).

Existem métodos de avaliação sensorial que podem determinar, de acordo com a técnica, o perfil sensorial, a preferência e aceitação acerca dos produtos. Os resultados atingidos podem ser direcionados ao controle de qualidade, desenvolvimento e otimização de produtos, além de serem aplicados em estudos com consumidores (DUTCOSKY, 2013). Esses métodos são classificados em discriminativos, descritivos e afetivos.

2.4.1 Testes discriminativos

Os testes discriminativos são utilizados em análise de alimentos para avaliar se existe diferença significativa entre as amostras por meio de efeitos específicos pela simples discriminação (DUTCOSKY, 2007). Segundo Lawless e Heymann (2013), por exemplo, o teste discriminativo pode ser aplicado para determinar se avaliadores são capazes de perceber diferenças sutis entre amostras que sejam quimicamente diferentes em suas formulações, pois a possibilidade de percepção ou não percepção é utilizada no desenvolvimento ou reformulação de produtos.

2.4.2 Testes descritivos

Em relação aos métodos descritivos, a resposta envolve a discriminação e a descrição dos aspectos tanto qualitativos quanto quantitativos. Nessas técnicas específicas, os avaliadores devem ser qualificados, selecionados de acordo com sua habilidade discriminativa, descritiva, repetibilidade e consenso com o restante do grupo sensorial devidamente treinado. Estes são considerados os métodos mais rebuscados no que diz respeito ao tipo de avaliador empregado, análise e interpretação dos dados obtidos nas inúmeras sessões sensoriais, que perseveram durante várias etapas necessárias para se criar um perfil sensorial válido e representativo do produto em questão (MEILGAARD, 2006).

Segundo Gacula (1997), a análise sensorial descritiva pode ser aplicada no controle de qualidade, comparação de novos produtos, aumento do entendimento das respostas dos consumidores e mapeamento sensorial das características do produto. Os avaliadores julgam o grau de intensidade com que cada um desses atributos se apresenta nas amostras, no que diz respeito aos aspectos quantitativos do método descritivo e, quanto aos aspectos qualitativos, estes estão relacionados à natureza da individualidade dos alimentos e produtos, sendo as características que compõem esse aspecto: aparência, aroma, sabor e textura (DUTCOSKY, 2013).

As conclusões obtidas de um teste desta natureza fornecem descrições sensoriais completas de uma gama de produtos, mapeamento para as semelhanças e diferenças proporcionando uma base para determinar os atributos sensoriais que são mais relevantes e importantes para cada produto (STONE, SIDEL, 2004).

Uma equipe recrutada para análise sensorial pode ser usada para cada um dos subsequentes objetivos: preferência do consumidor, determinação do grau de qualidade, detecção de uma diferença e análise descritiva de um produto de maneira análoga a um instrumento (DUTCOSKY, 2013). No entanto, é necessário que ocorra seleção e treinamento dos avaliadores, visto que o recrutamento dos avaliadores é o elemento mais importante na criação de uma equipe sensorial treinada para análises descritivas (AUGUSTO *et al.*, 2005). Em um painel de avaliadores treinados, utilizados em testes descritivos, eles descrevem produtos usando atributos e intensidades, assim, devem ser capazes de aliar todas as características para gerar uma resposta que corresponda com a realidade do teste (MEILGAARD, 2006).

Além disso, outra importante forma para obter resultados do teste descritivo, no que se refere a intensidade dos atributos é o uso de escalas, que podem ser utilizadas para expressar a intensidade de um atributo percebido como doçura, dureza e suavidade, ou uma reação a tais atributos (muito suave, ideal) sendo técnicas que podem envolver o uso de números ou palavras (MEILGAARD, CIVILLE, CARR, 2007). Existem diversos tipos de escalas que podem se dividir

quanto à estrutura (estruturada ou não), verbal ou nominal, numérica, mista, quanto à posição (vertical e horizontal), podendo ser divididas ainda, quanto à polaridade (unipolar ou bipolar),quanto ao número de atributos analisados (escala simples e composta) e acerca ao tipo de avaliação (escalas de intensidade, qualidade, hedônica e magnitude) (DUTCOSKY, 2013).

De acordo com a finalidade que queira atingir, deve-se utilizar um tipo de escala específica. Para tanto, o conhecimento dessas escalas e o que elas representam é de fundamental importância. Assim, os procedimentos aplicados devem ser avaliados de forma criteriosa, levando-se em consideração a resposta que elas são destinadas a produzir (LIM, 2011).

2.4.3 Testes afetivos

No que se refere aos testes afetivos, o principal objetivo é avaliar a resposta pessoal, seja da preferência ou aceitação de consumidores reais ou potenciais para um determinado produto ou até mesmo apenas para uma ideia. Os métodos afetivos medem o quanto uma população gostou de um produto, para avaliar preferência ou aceitabilidade. A preferência pode ser definida como a expressão do grau de gostar, a escolha de uma amostra em relação a outra ou o contínuo psicológico do afetivo, sendo essa a percepção do agradável até o desagradável por meio do qual se baseia a escolha. Já em relação a aceitabilidade, podemos defini-la como a experiência caracterizada por uma atitude positiva e pela utilização atual do produto, sinalizando hábito de comprar ou consumir um alimento (DUTCOSKY, 2013).

Os testes de aceitação são elementos valiosos e necessários de um programa sensorial e precedem testes de pesquisas de mercado. Já a preferência, que é definida como a expressão de apelo de um produto em relação a outro, pode ser medida diretamente por comparação entre dois ou mais produtos simultaneamente (STONE, SIDEL, 2004, MEILGAARD, 2006). A resposta afetiva do consumidor mostra a direção que um produto deve tomar no mercado, no que diz respeito à sua competitividade e qualidade no grupo a que se destina. A afetividade positiva é o que se espera de um produto lançado no mercado, seja ele já estabelecido ou modificado, onde as respostas dos consumidores ditam o sucesso ou não deste produto, ou seja, os testes desse tipo nos dão respostas acerca da aceitação ou rejeição, otimização ou não, da preferência de um em relação ao outro ou se essa preferência existe, levando em consideração produtos que competem direta ou indiretamente. (DUTCOSKY, 2013).

A escolha pessoal por um alimento pode ser determinada por diversos fatores. Land e Shepherd (1984) demonstraram o esquema apresentado na **figura 3** dividindo tais fatores correlacionados ao alimento, à pessoa e ao ambiente. O aspecto nutricional de cada alimento apresenta efeitos fisiológicos após a ingestão influenciando no seu processo de seleção. As diferenças individuais, tais como personalidade, estilo de vida, nível de conhecimento e

experiências anteriores influenciam diretamente na escolha do produto. Além disso, fatores externos englobam o contexto sociocultural no momento da escolha, como a disponibilidade, o preço, a embalagem, diferentes faixas etárias, sexo, classe social e região.

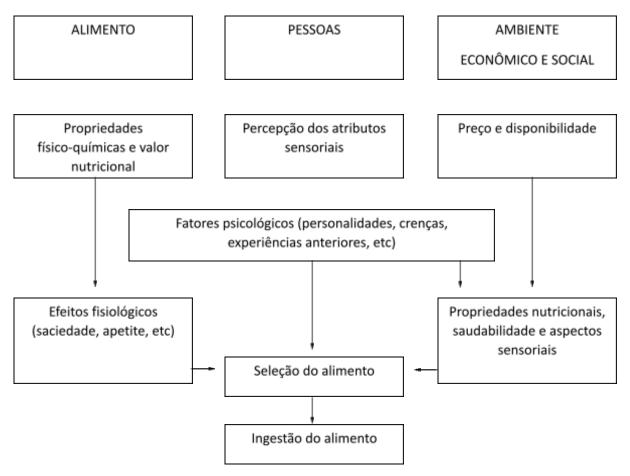


Figura 3. Diagrama demonstrativo dos fatores que influenciam o processo de escolha de um alimento. Adaptado de Land e Shepherd (1984).

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Desenvolver e analisar as propriedades antioxidantes e sensoriais de um produto em pó à base de cerveja artesanal tipo *Pale Ale* com *Hibiscus sabdariffa* através do método *spray drying*.

3.2 Objetivos específicos

- Produzir uma cerveja artesanal tipo Pale Ale adicionada de Hibiscus sabdariffa;
- Desenvolver um produto em pó a base de cerveja artesanal pelo método spray drying;
- Analisar o produto em pó, quanto à atividade antioxidante e compostos fenólicos;
- Verificar a aceitabilidade do produto reconstituído em água mineral e em água mineral gaseificada por meio do teste de aceitação;
- Investigar a intenção de compra do produto reconstituído em água mineral sem gás e água mineral gaseificada por meio do teste de intenção de compra.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Produção da cerveja artesanal tipo pale ale com Hibiscus sabdariffa

O malte *Pale Ale Weyermann*, lúpulo *Hersbrucker*, levedura *Nottingham* utilizados na produção da cerveja artesanal e o material para o envase da cerveja, tais como tampa de rolha metálica (Pry-off), garrafas de vidro âmbar de 300 mL, 600 mL e 1 L foram adquiridas em mercado varejista no município do Rio de Janeiro, RJ, Brasil. O processo de produção da cerveja artesanal foi realizado conforme o fluxograma exposto na **Figura 4**. Todo o processo foi realizado no Instituto de Microbiologia Professor Paulo de Góes e no Laboratório de Análise e Processamento de Alimentos, ambos localizados no Centro de Ciências da Saúde (CCS) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

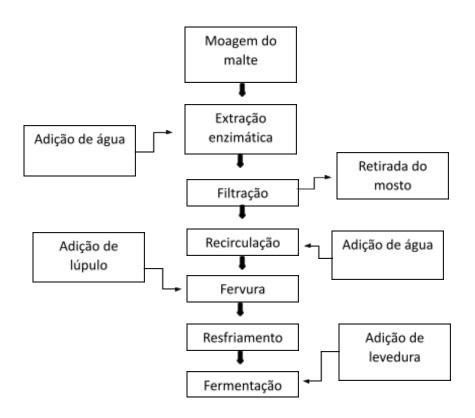




Figura 4. Fluxograma do processo de produção da cerveja artesanal tipo *Pale Ale*, com adição de extrato de hibisco.

A primeira etapa da produção de cerveja foi a moagem do malte, a qual foi realizada com o intuito de expor o endosperma do grão (amido), que contém uma elevada carga de açúcares e enzimas, podendo assim fornecer substrato para a fermentação da cerveja. O malte moído foi adicionado à caldeira de mosturação. Essa etapa tem por objetivo a hidratação do malte, utilizando controle de temperatura e pH, visando a ativação das enzimas beta e alfa amilases presentes no malte, que hidrolisam o amido do malte em açúcares fermentáveis e dextrinas. O malte moído foi aquecido em água mineral natural (20 L) para obtenção do mosto. Esse aquecimento foi realizado em uma sequência de elevação da temperatura como descrito a seguir: 60 minutos a 63 °C, seguido de 30 minutos a 67 °C e 10 minutos a 78 °C, com a finalidade de promover a inativação enzimática do mosto (*Mash Out*).

Posteriormente, foram realizadas a filtração e recirculação do mosto. Esta etapa tem objetivo de separar a parte sólida da líquida. Nesse contexto, o mosto foi filtrado com o uso de um fundo falso que funciona como peneira e retém toda a casca dos grãos enquanto o líquido pode ser extraído pela "torneira" instalada na parte de baixo da panela para separar os sólidos não desejáveis (bagaço) do mosto. O líquido coletado foi reintroduzido no tanque de mosturação para nova filtração, até que o material recolhido possuísse um aspecto límpido. Após a recirculação, o açúcar residual do bagaço foi extraído pela passagem gradativa no sistema de 15 L de água mineral aquecida a 75 °C. O líquido obtido foi transferido para um tanque de fervura.

Na etapa de fervura, aos 20 L de mosto, foram adicionados 35,0 g de lúpulo *Hersbrucker*. A adição foi realizada com 20,0 g após o início da fervura. Depois de 45 minutos foram adicionados mais 15,0 g e o mosto permaneceu em fervura por mais 15 minutos, e então foi submetido ao resfriamento imediato. Já o resfriamento teve como objetivo precipitar as proteínas e outros compostos em suspensão no mosto, evitar a formação de dimetil sulfeto (DMS), além de adequar a temperatura do mosto para a fermentação das leveduras.

O mosto foi transferido para o tanque de fermentação e adicionado de 11,0 gramas de fermento *Nottingham* (levedura *Saccharomyces cerevisiae*, Lallemand) reidratado em um volume de 300 mL de água mineral. A fermentação foi conduzida a 17 °C por até 7 dias. Uma vez

concluída a fermentação, a maturação foi conduzida em temperatura de 4 °C por 7 dias. A cerveja foi resfriada, a maior parte do fermento foi desprendido do tanque fermentador por decantação (sedimentação) dando início à maturação. Após o 3º dia de maturação, foram adicionados 1,8L de infusão de hibisco (50g de cálices desidratados em 2,0 L de água mineral a temperatura de 90°C por 5 minutos), com o intuito de fornecer sabor característico, alteração de cor e aumento no teor de compostos bioativos ao produto final.

A gaseificação foi obtida pelo método de adição de açúcar (*primming*) após a maturação da cerveja. Para tal, foi preparada uma solução de açúcar comercial e água mineral, a qual sofreu fervura para garantir a qualidade microbiológica, e posteriormente, foi adicionada à cerveja de modo a se obter uma concentração de 6,0 gramas de açúcar por litro de cerveja. As garrafas de vidro de 300 mL, 600 mL e 1,0 L, previamente higienizadas por fervura e adição de sanitizante, foram cheias e vedadas com tampas metálicas e, então, mantidas a 25 °C por 5 dias para a produção de gás e, em seguida, estocadas por 10 dias em geladeira para nova maturação.

4.2 Produção do produto em pó à base de cerveja artesanal

A cerveja foi submetida ao processo de secagem por *spray dryer* na EMBRAPA Agroindústria de Alimentos (RJ). Para a produção das micropartículas foi utilizado o equipamento *Spray Dryer* Niro Atomizer (Compenhague, Dinamarca), modelo industrial, com temperatura de entrada de 180°C, temperatura de saída de 90°C, vazão de alimentação do processo de 170 ml.min⁻¹, vazão do ar 480 m/min e bico atomizador de 1 mm. A solução alimentadora do *spray dryer* foi preparada a partir da cerveja artesanal, totalizando 22 litros. Após a secagem, o pó obtido foi acondicionado em embalagem plástica laminada e armazenado em ultrafreezer a -80°C.

4.3 Determinação da atividade antioxidante

A atividade antioxidante foi determinada pelos ensaios espectrofotométricos de compostos fenólicos totais por Folin-Ciocalteu, FRAP (*Ferric Reducing Antioxidant Power*) e TEAC (*Trolox Equivalent Antioxidant Capacity*). Para realização das análises espectrofotométricas, 0,01g das micropartículas de cerveja foram completamente dissolvidas em 1 mL de água Milli-Q (1%, p/v). A amostra foi analisada imediatamente após o preparo do extrato. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

Os teores de compostos fenólicos totais foram determinados pelo método de Folin-Ciocalteu, conforme descrito por Singleton, Orthofer e Lamuela-Raventós (1999). A reação foi preparada com 200 μ L do extrato, 1400 μ L de água Milli-Q, 100 μ L do reagente Folin-Ciocalteu e 300 μ L de solução de carbonato de sódio (Na₂CO₃) a 20%. Após a homogeneização, a mistura foi mantida a 40 °C por 30 minutos. A absorbância da solução foi

medida a 765 nm no leitor de microplacas *Vitor*³ *1420 multilabel counter* (PerkinElmer®, Turku, Finlândia) e a quantificação realizada pela curva padrão de ácido gálico. Os resultados foram expressos em mg de equivalentes em ácido gálico (EAG).g⁻¹.

O ensaio de FRAP foi realizado de acordo Benzie e Strain (1996). O reagente de FRAP foi preparado após a mistura de 2,0 mL de solução TPTZ 10 mM em HCl 6 M, 2,0 mL de solução de FeCl₃ 20 mM e 20 mL de tampão de acetato 300 mM (pH 3,6), sendo mantido em banho a 37 °C antes da análise. Para a análise, 20 μL de amostra foram pipetados manualmente em microplaca de 96 poços e 180 μL do reagente de FRAP foram adicionados. A placa foi levada imediatamente ao leitor *Victor*³ *1420 multilabel counter.*, e em seguida, foi agitada e mantida em repouso a 37 °C durante 6 min. A leitura da absorbância foi realizada a 595 nm e a atividade antioxidante determinada usando uma curva de calibração preparada com o padrão FeSO₄. Os resultados foram expressos como μmol de Fe⁺² equivalentes por grama.

O ensaio TEAC foi realizado de acordo Re *et al.* (1999). A solução estoque do radical ABTS é gerada pela reação de K₂S₂O₈ e ABTS durante 12 horas antes da utilização. A solução do radical ABTS foi obtida a partir da diluição da solução estoque em água (1:50) e ajuste da absorbância para 0,700 ± 0,02 a 720 nm. Para realização da análise, 10 μL de amostra foram pipetados em microplaca de 96 poços e 190 μL da solução de ABTS foram adicionados. A placa foi levada imediatamente ao leitor *Victor³ 1420 multilabel counter*. Em seguida, a placa foi agitada e mantida em repouso a 37°C durante 6 min. A leitura da absorbância foi realizada a 720 nm e a atividade antioxidante determinada usando uma curva de calibração preparada com o padrão Trolox. Os resultados foram expressos como μmol equivalentes de Trolox.g⁻¹.

4.4 Análises sensoriais

4.4.1 Aspectos éticos

Os procedimentos de avaliação sensorial foram realizados de acordo com os padrões éticos da Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP) (BRASIL, 2013) que contempla a declaração de Helsinque e aprovados pelo Comitê de Ética Institucional do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho, Rio de Janeiro (nº 20540219.2.0000.5257).

4.4.2 Teste de aceitação

Antes de prosseguirem para a análise sensorial dos produtos, os participantes foram convidados a ler o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (ANEXO 1) e a preencher o Questionário para Recrutamento de Provadores (ANEXO 2), que contém informações relevantes para inclusão ou exclusão dos avaliadores como idade, sexo, escolaridade e se eram apreciadores ou não de cerveja.

Os avaliadores selecionados prosseguiam para o teste de aceitação. Para tal, 2 g de produto em pó à base de cerveja artesanal tipo *pale ale* com hibisco foram diluídas em 30 mL de água mineral gaseificada e 30 mL de água mineral sem gás. Para a apresentação das amostras foram utilizados copos plásticos descartáveis transparentes (50 mL) e elas foram apresentadas codificadas com três dígitos aleatórios, em temperatura de aproximadamente 8 °C. Foram oferecidas as amostras de forma alternada, além de água e biscoito de água e sal para limpeza do palato entre a avaliação das amostras. A ficha de avaliação sensorial (ANEXO 3) foi constituída por uma escala hedônica de 9 pontos, sendo 9 = gostei muitíssimo e 1 = desgostei muitíssimo (DUTCOSKY, 2011). Esta análise foi realizada com avaliadores não treinados que julgaram as amostras quanto aos atributos: aparência geral, cor e sabor. Além disso, os avaliadores foram incentivados a registrar na ficha de avaliação sensorial aquilo que mais gostaram e menos gostaram nas amostras.

A escolha dos parâmetros de reconstituição (volume) objetivou aproximar o teor de sólidos solúveis da bebida reconstituída ao da cerveja que originou o produto em pó.

4.4.3 Teste de intenção de compra

As amostras também foram avaliadas quanto a intenção de compra. Os avaliadores foram orientados a indicar o quanto estariam dispostos a comprar o produto, por meio de ficha resposta com escala estruturada de 9 pontos (ANEXO 3), que variou entre 1 = Jamais compraria a 9 = Compraria sempre que tivesse oportunidade (COSTA *et al.*, 2017).

4.5 Análises estatísticas

Os resultados foram considerados significativos quando p <0,05. Os dados foram expressos como média \pm desvio padrão (DP). Os procedimentos estatísticos foram realizados no software XLSAT para Microsoft Excel® (Addinsoft Inc, NY, EUA). Os resultados obtidos nas análises sensoriais anteriormente citadas, inclusive da intenção de compra, foram avaliados por ANOVA seguido do teste de Tukey com 95% de confiança para comparação das médias.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Determinação da atividade antioxidante

O teor de compostos fenólicos totais, assim como os resultados das análises FRAP e TEAC para atividade antioxidante realizados nas micropartículas de cerveja artesanal tipo *Pale Ale* com *Hibiscus Sabdariffa* encontram-se na **Tabela 2**. Além de exercer influência sobre as propriedades funcionais nos alimentos, os compostos fenólicos apresentam ação antioxidante, sendo importante fator a ser analisado, pois pode melhorar a qualidade e aceitação de cervejas, evitando sua oxidação, um dos principais problemas que são observados na produção dessa bebida (SILVA, LEITE, PAULA, 2016).

Tabela 2. Teor de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante mensurada pelos métodos FRAP e TEAC nas micropartículas de cerveja artesanal *Pale Ale* com *Hibiscus sabdariffa*.

Parâmetros	Resultados	
Fenólicos	$136.7 \pm 2.4 \text{ mg EAG.g}^{-1}$	
FRAP	$5506,7 \pm 15,8 \ \mu mol \ Fe^{+2}.g^{-1}$	
TEAC	$1840,3 \pm 15,6 \ \mu mol \ Trolox.g^{-1}$	

Compostos fenólicos totais expresso como mg Equivalente de Ácido Gálico.g⁻¹ (mg EAG.g⁻¹), FRAP (Poder Antioxidante por Redução do Íon Férrico) expresso como mmol Fe⁺².g⁻¹ e TEAC (Atividade Antioxidante Equivalente ao Trolox) expresso como µmol Trolox.g⁻¹.

O teor de compostos fenólicos totais encontrado nas micropartículas do presente estudo foi de 136,7 mg EAG/.g⁻¹ (**Tabela 2**). Este resultado encontra-se elevado quando comparado aqueles já publicados na literatura. Tal resultado pode ter ocorrido por conta da adição do hibisco no processo de produção da cerveja e posterior aplicação do método *spray drying*, evidenciando a concentração

dos compostos bioativos em questão. Os ensaios FRAP e TEAC apresentaram valores médios de 5506,7 μmol Fe⁺².g⁻¹ e 1840,3 μmol Trolox.g⁻¹, respectivamente (**Tabela 2**).

Resultados similares foram encontrados por Maia *et al.* (2020), que desenvolveram micropartículas de cerveja artesanal *Pale Ale* de escala laboratorial por microencapsulamento através do método *spray drying* e determinaram a capacidade antioxidante pelos métodos espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu, FRAP e TEAC. Os ensaios FRAP e TEAC mostraram valores que variaram entre 3.018 a 8.873 µmol Fe²⁺.g⁻¹ e 742 a 1549 µmol Trolox.g⁻¹, na devida ordem. Enquanto o teor de compostos fenólicos totais variou de 35 a 97 mg EAG.g⁻¹. O presente estudo expressou valores superiores quando comparados os ensaios de Folin-Ciocalteu e TEAC. A utilização do cálice desidratado do hibisco pode ter contribuído para os resultados do presente estudo.

Ainda em referência ao estudo de Maia *et al.* (2020) os pesquisadores observaram que o produto em pó a base de cerveja artesanal *Pale Ale* obtido pelo método *spray drying* apresentou valores maiores para atividade antioxidante em comparação a cerveja *in natura*. A cerveja artesanal *in natura* mostrou valores de 4 μmol Fe²⁺.g⁻¹ para o ensaio FRAP, 2 μmol Trolox.g⁻¹ para TEAC e 1 mg EAG.g⁻¹ em relação ao ensaio de compostos fenólicos totais, destacando a eficiência da concentração de compostos durante o processamento por *spray drying* que as micropartículas do presente estudo podem apresentar.

Nesse contexto, Ross *et al.* (2011) investigaram a influência do tempo em função da temperatura que variou de 0 até 90 minutos e 120 a 240°C, respectivamente, na quantidade de compostos fenólicos da produção de farinha de semente de uva. Os pesquisadores observaram redução significativa do teor de compostos fenólicos totais após o aquecimento da amostra acima de 180°C, sugerindo a degradação térmica como principal mecanismo envolvido. Mediante os resultados apresentados por Ross *et al.* foi possível observar que a temperatura de entrada de 180°C aplicada durante o processamento por *spray drying* no presente estudo é capaz de manter a capacidade antioxidante nas micropartículas.

No trabalho realizado por Andrade *et al.* (2018), foram microencapsulados própolis verde, marrom e vermelho, utilizando maltodextrina e goma arábica como agentes carreadores durante o processo. Deste modo, os valores obtidos variaram entre 28,5 a 49,5 mg EAG/g, evidenciando a elevada capacidade antioxidante que as micropartículas do nosso estudo apresentaram, ainda que comparadas com micropartículas de diferentes tipos de própolis e suas matrizes encapsulantes.

Brito *et al.*, (2018) produziram micropartículas por meio de secagem por atomização utilizando *spray dryer* em escala piloto e determinaram compostos fenólicos totais pelo método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu. Como resultado da atividade antioxidante obtiveram valor de $68,5 \pm 1,2$ mg EAG/g, novamente destacando o elevado teor encontrado no presente estudo.

Wilkowska *et al.* (2017) avaliaram a atividade antioxidante pelos métodos TEAC e FRAP, em diferentes tipos de vinhos após microencapsulamento por *spray drying* usando hidroxipropil-b ciclodextrina e inulina como matrizes encapsulantes. Os pesquisadores expuseram valores que variaram de 70 a 140 μmol Fe²⁺.g⁻¹ para FRAP e 0,09 a 0,2 μmol de Trolox.g⁻¹ para ensaios TEAC. Esses valores foram inferiores aos encontrados nas micropartículas do presente estudo. Nesse contexto, a escolha das matrizes encapsulantes pode ter proporcionado a baixa atividade antioxidante nas micropartículas obtidas do vinho.

Elevados teores de compostos fenólicos totais contribuem para a capacidade antioxidante de diversos alimentos, como frutas, verduras, bebidas, entre outros (BURIN *et al.*, 2010). A capacidade antioxidante está bem descrita na literatura e está relacionada à presença de hidroxilas aromáticas na estrutura desses compostos e, portanto, à sua capacidade de interromper as reações em cadeia de radicais livres.

5.2 Perfil dos avaliadores

Neste estudo, 100 participantes realizaram o teste de aceitação com o uso de escala hedônica de 9 pontos e o teste de intenção de compra de 9 pontos. Para participar da pesquisa, foi solicitado que o indivíduo fosse, preferencialmente, apreciador de cerveja, por conta das características sensoriais exclusivas da bebida. Sendo assim, essa condição resultou em 80 apreciadores e apenas 20 não apreciadores de cerveja. O perfil dos participantes do teste de aceitação encontra-se apresentados na **Tabela 3**.

Tabela 3. Perfil dos participantes que realizaram o teste de aceitação e intenção de compra do produto em pó reconstituído em água mineral sem gás e água mineral gaseificada

Participantes	Frequência		
Gênero			
Masculino	41		
Feminino	59		
Idade			
18-35	90		
>35	10		
Escolaridade			
Ensino fundamental incompleto	2		
Ensino fundamental completo	3		
Ensino médio incompleto	1		

Ensino médio completo	4
Ensino superior incompleto	63
Ensino superior completo	10
Mestrado	9
Doutorado	8
Apreciador de cerveja	
Sim	80
Não	20

5.3 Teste de aceitação

Na **Tabela 4** encontram-se apresentados os resultados referentes ao teste de aceitação do produto em pó a base de cerveja após a reconstituição em água mineral gaseificada e em água mineral sem gás. Foi avaliada a aceitabilidade quanto aos atributos de aparência geral, cor e sabor. Para este teste foi utilizada uma escala hedônica estruturada de 9 pontos, onde o 9 equivale à "gostei extremamente" e o 1 à "desgostei extremamente".

Tabela 4. Resultado do teste de aceitação realizado o uso da escala hedônica de 9 pontos. Valores médios para os atributos aparência geral, cor e sabor das amostras em pó de cerveja artesanal tipo *Pale Ale* com *Hibiscus sabdariffa* reconstituído em água mineral gaseificada e sem gás.

	Produto em pó a base de cerveja			
Atributos sensoriais*	Reconstituída em água mineral gaseificada	Reconstituída em água mineral sem gás		
Aparência geral	$6,13 \pm 1,8^{a}$	6,01±1,8 ^a		
Cor	$6,09\pm1,66^{a}$	$5,98\pm1,66^{a}$		
Sabor	$5,51\pm2,05^{a}$	$4,98\pm2,05^{a}$		

^{*}Resultado expresso como média \pm desvio padrão entre as 100 avaliações. Letras iguais na mesma linha indicam não haver diferença estatística significativa entre os valores médios (ANOVA seguida por teste de Tukey, p < 0,05).

De acordo com Teixeira (2009), os primeiros atributos com os quais os avaliadores têm contato são a aparência e a cor do produto, fornecendo assim uma impressão imediata, que irá refletir diretamente no julgamento sobre o alimento em questão.

A partir dos resultados obtidos não foram observadas diferenças significativas para aparência geral, cor e sabor do produto reconstituído em água gaseificada ou não. Segundo

Dutcosky (2013), o sabor é um atributo sensorial que correlaciona o aroma percebido pelos receptores da via retro nasal, o gosto detectado pelas papilas gustativas da língua e das sensações na boca como refrescância, arenosidade, aveludamento, entre outras, destacando-se comentários realizados para esse atributo como "sabor suave" e "refrescante" para ambas as amostras. Outros comentários positivos foram observados com uma certa frequência, sendo esses "ideia do produto" e "cor da bebida".

Teixeira *et al.* (2014) realizaram um estudo no qual foram analisadas as marcas de cerveja do estilo *Pilsen* mais consumidas por estudantes universitários de Piracicaba. As características iniciais consideradas mais relevantes no momento da compra da bebida foram o sabor, o preço, o hábito de consumo e a marca, sendo o sabor o atributo mais relevante, representando 61%. A contribuição dos avaliadores permitiu o aperfeiçoamento de diversas marcas e produtos, sendo de suma importância a realização da análise sensorial para o desenvolvimento de novos produtos.

Maia et al. (2020) realizaram testes de aceitação com uso de escala hedônica em micropartículas de cerveja artesanal Pale Ale sem matriz encapsulante e com maltodextrina como material de parede, reconstituídos em água mineral. Os valores médios obtidos por meio do teste de escala hedônica de 9 pontos nas micropartículas variaram entre 2,2 para o atributo amargor a 7,1 para o atributo cor. Ao comparar esses resultados com o presente estudo, foram obtidos valores médios menores em relação ao atributo cor. A incorporação do hibisco durante o processo de produção da cerveja artesanal contribuiu para alteração desse atributo sensorial, provocando dissemelhança entre a cor da cerveja tradicional e a cerveja artesanal tipo pale ale com hibisco.

A avaliação sensorial do amargor pode ser considerado um parâmetro importante a ser considerado para a formulação de novos produtos à base de cerveja artesanal. Habituais consumidores dessa bebida tem como costume apreciar esse atributo, como foi demonstrado por Mirabito *et al.* (2017). Nesse estudo, ao avaliar quatro tipos de cervejas australianas, os pesquisadores relataram que o amargor, junto com sabor e temperatura foram os parâmetros considerados mais importantes pelos consumidores de cervejas. Ainda que esse atributo não tenha sido avaliado no presente estudo, comentários como "muito amarga" e "amargor elevado" foram direcionados a amostra reconstituída em água mineral sem gás, evidenciando a necessidade de uma possível reformulação na amostra.

Na **Tabela 5,** pode-se observar o percentual de aceitação, indiferença e rejeição das amostras com relação aos atributos avaliados no presente estudo. Para o percentual de aceitação foram consideradas as respostas "gostei extremamente", "gostei muito", "gostei" e "gostei pouco". Enquanto para o percentual de rejeição foram consideradas as respostas "desgostei um pouco", "desgostei", "desgostei muito" e "desgostei extremamente". Como indiferentes foi utilizada a resposta "não gostei/nem desgostei".

Tabela 5. Percentual de aceitação, indiferença e rejeição quanto aos atributos aparência geral, core sabor das amostras em pó após reconstituição em água com e sem gás.

		Produto em pó a base de cerveja		
		Reconstituída em Reconstituída en		
		água mineral com	água mineral sem	
		gás	gás	
Aparência	Aceitação (%)	67	62	
geral	Indiferença (%)	16	12	
	Rejeição (%)	17	26	
Cor	Aceitação (%)	60	62	
	Indiferença (%)	17	16	
	Rejeição (%)	23	22	
Sabor	Aceitação (%)	58	44	
	Indiferença (%)	7	10	
	Rejeição (%)	35	46	

Desta forma, é possível observar que as amostras, mesmo sem adição de álcool apresentaram maior percentual de aceitação do que rejeição e indiferença quanto a sua aparência geral, cor e sabor. No entanto, percentual relativamente elevado de rejeição para o sabor foi evidenciado na amostra reconstituída em água sem gás. Dentre os comentários realizados pelos avaliadores na amostra anteriormente citada, alguns como "amarga", "acidez elevada" e "mais aguada" foram reforçados diversas vezes pelos avaliadores em relação ao que o provador menos gostou, sugerindo possíveis melhorias para o produto. Tanto a cor como a aparência geral atingiram percentuais elevados de aceitação (> 60%) independente do que foi utilizado para reconstituição do produto em pó.

5.4 Teste de intenção de compra

Na **Figura 5** encontram-se a frequência de respostas dos avaliadores com relação à intenção de compra do produto em pó reconstituído em água com e sem gás.

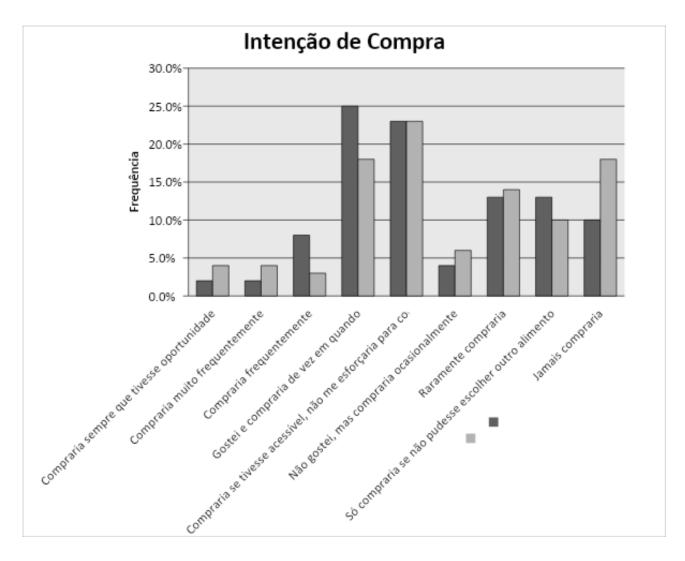


Figura 5. Frequência de respostas para o teste de intenção de compra do produto em pó reconstituído em água com gás e sem gás.

Para esse teste foi utilizado uma escala estruturada nominal, sendo os extremos "compraria sempre que tivesse a oportunidade" (escore 9) e "jamais compraria" (escore 1). Em referência ao teste de intenção de compra dos produtos, a média das respostas obtidas para a amostra reconstituída em água gaseificada $(4,46 \pm 2,14)$ não mostrou diferença estatística significativa quando comparada a amostra sem gás $(4,16 \pm 2,14)$, sinalizando intenção de compra igual entre os produtos. Sendo assim, as diferentes reconstituições do produto em pó não apresentaram diferenças estatísticas em quaisquer aspectos sensoriais (aparência geral, cor, sabor) e na intenção de compra do produto.

No entanto, a avaliação da intenção de compra positiva, negativa e indiferente apresenta valores superiores para a amostra reconstituída em água gaseificada, no que diz respeito a avaliação positiva, ou seja, a aceitação da bebida. Ao passo que a amostra que o produto em pó que foi reconstituído em água mineral sem gás apresentou valores maiores para o índice de rejeição da bebida. Tais valores podem ser observados na **Tabela 6**, a seguir.

Tabela 6. Percentual de aceitação, indiferença e rejeição das amostras quanto a intenção de compra das amostras em pó reconstituídas em água com gás e sem gás.

		Produto em pó à base de cerveja		
		Reconstituído em água mineral gaseificada	Reconstituído em água mineral sem gás	
Intenção	Aceitação (%)	37	29	
de compra	Indiferença (%)	23	23	
	Rejeição (%)	40	48	

A aplicação do teste de intenção de compra em micropartículas reconstituídas de cerveja artesanal foi realizada por Maia *et al* (2020), apresentando valor médio de 4,0. Ambas as amostras do presente estudo mostraram escores médios superiores. De acordo com Vasconcelos *et al*. (2013), a expectativa de benefícios à saúde aumenta a disposição para compra e consumo de determinados alimentos e bebidas. Em virtude disso, pode-se afirmar que os valores médios de potencial de compra elevados no presente estudo podem ser atribuídos aos benefícios, relatados na literatura, que a incorporação do hibisco no processo de produção da cerveja artesanal pode oferecer.

6. CONCLUSÃO

Através dos resultados obtidos no presente estudo, foi possível concluir que as micropartículas à base de cerveja artesanal tipo *pale ale* adicionada de *Hibiscus sabdariffa* obtidas pelo método *spray drying* apresenta valores elevados para compostos fenólicos totais e consequente atividade antioxidante quando comparada a outros estudos na literatura que trabalharam com a produção de micropartículas de matrizes alimentares diversas. Esse resultado era esperado por conta da adição do cálice de hibisco desidratado durante a etapa de maturação do processo de fabricação da cerveja, além de contribuir também com a coloração da bebida.

Além disso, a presença ou ausência de gaseificação nas bebidas não apresentou diferença estatística significativa nos aspectos sensoriais observados tanto no teste de aceitação com uso de escala hedônica de 9 pontos, quanto ao teste de intenção de compra, evidenciando sua versatilidade para consumo.

7. PERSPECTIVAS FUTURAS

Com o intuito de buscar contribuições cada vez mais relevantes para a ciência e tecnologia de alimentos, apresentamos as seguintes perspectivas futuras:

- Realizar a caracterização físico-química de acidez total titulável, pH, teor de sólidos solúveis totais, cinzas, e coordenadas colorimétricas, tanto na cerveja artesanal *pale ale* com *Hibiscus sabdariffa* quanto nas micropartículas obtidas após secagem por *spray drying*.
- Avaliar a atividade de água, morfologia e distribuição do tamanho de partícula, solubilidade, higroscopicidade, molhabilidade, análise termogravimétrica e espectroscopia de absorção na região do infravermelho das micropartículas.
- Analisar a composição centesimal nas micropartículas.
- Traçar o perfil sensorial completo do produto através da análise descritiva quantitativa com provadores treinados.

8. REFERÊNCIAS

ABRACERVA. Associação Brasileira das Cervejarias Artesanais. Disponível em: http://abracerva.com.br/com-91-novos-registros-no-1o-semestre-mercado-das-artesanaisavanca-no-brasil-e-ja-tem-610-cervejarias. Acesso em: dezembro de 2019.

AMERICAN SOCIETY OF BREWING CHEMISTS – ASBC. Methods of analysis of American Society of Brewing Chemists. 8th revised edition, St Paul Minnesota, USA, 1992.

ANDRADE, I., FLORES, H. Optimization of spray drying of roselle extract (Hibiscus sabdariffa L.). In: Drying Proceedings of the 14th International Drying Symposium, Sao Paulo, Brazil. p. 597-604, 2004.

ANDRADE, J. K. S., DENADAI, M., ANDRADE, G. R. S., DA CUNHA NASCIMENTO, C., BARBOSA, P. F., JESUS, M. S., & NARAIN, N. Development and characterization of microencapsules containing spray dried powder obtained from Brazilian brown, green and red propolis. Food research international, v. 109, p. 278-287, 2018.

AQUILANI, B., LAURETI, T., POPONI, S., & SECONDI, L. Beer choice and consumption determinants when craft beers are tasted: An exploratory study of consumer preferences. Food quality and preference, v. 41, p. 214-224, 2015.

ARARUNA, S. M., SILVA, A. H., CANUTO, K. M., SILVEIRA, E. R., LEAL, L.K. A. M. Influence of process conditions on the physicochemical characteristics of cumaru (Amburana cearensis) powder produced by spray drying. Revista Brasileira de Farmacognosia, v. 23, n. 1, p. 132-137, 2013.

ARAÚJO, R. M., VIEIRA, V., BOLSON, S. B., FERREIRA, J. R. Comportamento do Consumidor de Cervejas Especiais. Connexion- Revista Científica da Escola de Gestão e Negócios da Universidade Potiguar, v. 5,n. 1, p. 35-50, 2015.

AUGUSTO, M. M. M., QUEIROZ, M. I., VIOTTO, W. H. Seleção e treinamento de julgadores para avaliação do gosto amargo em queijo prato. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 25, n. 4, p. 849-852, 2005.

BAMFORTH, C.W., RUSSEL, I., STEWART, G. Beer and health. Handbook of Alcoholic Beverages series. Beer – A quality perspective. USA: Elsevier; 2009.

BENZIE, I. F. F., STRAIN, J. J. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. Analytical Biochemistry, v. 239, n. 1, p. 70-76, 1996.

BRASIL. Decreto n. 9.902, de 08 de julho de 2019. Altera o Anexo ao Decreto nº 6.871, de junho de 2009, que regulamenta a Lei n. 8.918, de 14 de julho de1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas.

BRASIL. Decreto Nº 8.442, Art. 2º, de 29 de Abril De 2015. Imposto sobre produtos industrializados da Contribuição para o PIS/PASEP e da Contribuição para o financiamento da seguridade social. Diário Oficial da União, Brasília, 29 de Abril de 2015.

BRASIL. Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012. Dispõe sobre diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 13 jun. 2013.

BRITO, L. R. Produção de Micropartículas de Cerveja Artesanal *Pale Ale* Por *Spray Drying* em Escala Piloto e Avaliação do Efeito da Ingestão Associada ao Exercício Físico em Modelo Animal com Ratos Wistar. Rio de Janeiro. Dissertação (Mestrado em Ciências de Alimentos) Programa de Pós-Graduação em Ciências de Alimentos, Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2018.

BURIN, V. M., FALCÃO, L. D., GONZAGA, L. V., FETT, R., ROSIER, J. P., & BORDIGNON-LUIZ, M. T. Colour, phenolic content and antioxidant activity of grape juice. Food science and technology, v. 30, n. 4, p. 1027-1032, 2010.

C.D.C. Centers for Disease Control and Prevention (2018). Disponível em: https://www.cdc.gov/alcohol/fact-sheets/moderate-drinkg.htm>Acessoemdezembro de 2018.

CAI, Y. Z., CORKE, H. Production and properties of spray-dried Amaranthus betacyanin pigments. Journal of food science, v. 65, n. 7, p. 1248-1252, 2000.

CASEY T. R., BAMFORTH C. W. Silicon in beer and brewing. Journal Science Food Agricuture, v. 90, n. 5, p. 784-788, 2010.

CELESTINO, S. M. C. Princípios de secagem de alimentos. Embrapa Cerrados. Planaltina, DF, 2010.

CERVBRASIL. Associação Brasileira da Indústria da Cerveja. (2016). Disponível em http://www.cervbrasil.org.br/arquivos/ANUARIO_CB_2015_WEB.pdf Acesso em: dezembro de 2019.

CHEN, H. H., TSAI, P. J., CHEN, S. H., SU, Y. M., CHUNG, C. C., HUANG, T. C. Grey relational analysis of dried roselle (Hibiscus sabdariffa L.). Journal of Food processing and preservation, v. 29, n. 3-4, p. 228-245, 2005.

CHIVA-BLANCH, G. E. MAGRANER, X. CONDINES, P. VALDERAS-MARTÍNEZ, I. ROTH, S. ARRANZ, R. CASAS, M. NAVARRO, A. HERVAS, A. SISÓ, M. MARTÍNEZHUÉLAMO, A. VALLVERDÚ-QUERALT, P. QUIFER-RADA, R.M. LAMUELARAVENTOS, R. ESTRUCH. Effects of alcohol and polyphenols from beer on atherosclerotic biomarkers in high cardiovascular risk men: a randomized feeding trial. Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases, v. 25, n. 1, p. 36-45, 2015.

CHOI, K. O., RYU, J., KWAK, H. S., KO, S. Spray-dried conjugated linoleic acid encapsulated with Maill ardreaction products of whey proteins and maltodextrin. Food Science and Biotechnology. v. 19, n.4, p.957-965, 2010.

COSTA, M. P., MONTEIRO, M. L. G., FRASAO, B. S., SILVA, V. L., RODRIGUES, B. L., CHIAPPINI, C. C., CONTE-JUNIOR, C. A. Consumer perception, health information, and instrumental parameters of cupuassu (Theobroma grandiflorum) goatmilk yogurts. Journal of Dairy Science, v. 100, n. 1, p. 157-168, 2017.

CRUZ, I., PINHEIRO, J. L., AMORIM, S. M., KUGLIN, V. B. Produção de Cerveja. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2008.

DA-COSTA-ROCHA, I., BONNLAENDER, B., SIEVERS, H., PISCHEL, I., HEINRICH, M. Hibiscus sabdariffa L. – A phytochemical and pharmacological review. Food Chemistry, v. 165, p. 424-443, 2014.

DUCRUET, J., RÉBÉNAQUE, P., DISERENS, S., KOSIŃSKA-CAGNAZZO, A., HÉRITIER, I., ANDLAUER, W. Amber ale beer enriched with goji berries—The effect on bioactive compound content and sensorial properties. Food Chemistry, v. 226, p. 109-118, 2017.

DURELLO, R. S., SILVA, L. M., BOGUSZ J.R.S. Química do Lúpulo. Química Nova, v. 42, n. 8, p. 900-919, 2019.

DUTCOSKY, S. D. Análise Sensorial de Alimentos. 2 ed. Curitiba: Champagnat, 2007.

DUTCOSKY, S. D. Análise Sensorial de Alimentos. 3 ed. Curitiba: Champagnat, 2011.

DUTCOSKY, S. D. Análise sensorial de alimentos. 4 ed. PUC PRess, 2013.

FELLOWS, P. J. Tecnologia do Processamento de Alimentos-: Princípios e Prática. Artmed Editora, 2018.

FERREIRA, R. H., VASCONCELOS, M. C. R. L., JUDICE, V. M. M., & NEVES, J. T. D. R. Inovação na fabricação de cervejas especiais na região de Belo Horizonte. Perspectivas em Ciência da Informação, v. 16, n. 4, p. 171-191, 2011.

FUMI, M. D., GALLI, R., LAMBRI, M., DONADINI, G., DE FAVERI, D. M. Effect of full-scale brewing process on polyphenols in Italian all-malt and maize adjunct lager beers. Journal of Food Composition and Analysis, v. 24, n. 4-5, p. 568-573, 2011.

GACULA, M. C. Descriptive sensory analysis in practice. Trumbull. CT: Food and Nutrition Press, Connecticut, 1997.

GADOTTI, G. I., CARDOSO, M. L., CONRAD, R. W., LUZ, M. L. G. S., LUZ, C. A. S., & GOMES, M. C. Análise econômica dos processos de produção para ampliação de uma microcervejaria em Canela–RS. Revista Técnico-Científica, v. 1, n. 3, 2015.

GANESAN, K., JAYACHANDRAN, M., XU, B. A critical review on hepatoprotective effects of bioactive food components. Critical reviews in food science and nutrition, v. 58, n. 7, p. 1165-1229, 2018.

GHARSALLAOUI, A., ROUDAUT, G., CHAMBIN, O., VOILLEY, A., & SAUREL, R. Applications of spray-drying in microencapsulation of food ingredients: An overview. Food research international, v. 40, n. 9, p. 1107-1121, 2007.

GONZALEZ-PALOMARES, S., ESTARRÓN-ESPINOSA, M., GÓMEZ-LEYVA, J. F., ANDRADE-GONZÁLEZ, I. Effect of the temperature on the spray drying of roselle extracts (Hibiscus sabdariffa L.). Plant Foods for Human Nutrition, v. 64, n. 1, p. 62-67, 2009.

GRISWOLD, M. G., FULLMAN, N., HAWLEY, C., ARIAN, N., ZIMSEN, S. R., TYMESON, H. D., ... ABATE, K. H. Alcohol use and burden for 195 countries and territories, 1990–2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. The Lancet, v. 392, n. 10152, p. 1015-1035, 2018.

HIJO, A. A. C. T., COSTA, J. M. G., SILVA, E. K., AZEVEDO, V. M., YOSHIDA, M. I., BORGES, S. V. Physical and Thermal Properties of Oregano (Origanum vulgare L.) Essential Oil Microparticles. Journal of Food Process Engineering, v. 1, n. 38, p. 1-10, 2015.

IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz - Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4. ed. São Paulo, 2004. INSTITUTO BRASILEIRO DA CACHAÇA. IBRAC.

KANDANSAMY, K., SOMASUNDARAM, P. D. Microencapsulation of colors by spray drying-a review. International Journal of Food Engineering, v. 8, n. 2, 2012.

KARATZI, K., RONTOYANNI, V. G., PROTOGEROU, A. D., GEORGOULIA, A., XENOS, K., CHRYSOU, J., ...SIDOSSIS, L. S. Acute effects of beer on endothelial function and hemodynamics: a single-blind, crossover study in healthy volunteers. Nutrition, v. 29, n. 9, p. 1122-1126, 2013.

LÄHTEENMÄKI, L., LYLY, M., URALA, N. Consumers attitudes towards functional foods. In L. Frewer & H. van Trip (Eds.) Understanding consumers of food products. Cambridge Woodhead Publication Ltda, p.412-427, 2007.

LAND, D. G.; SHEPHERD, R. Scaling and ranking methods. Sensory analysis of foods/edited by JR Piggott, 1984.

LANNES, S. C. S., MEDEIROS, M. L. Processamento de achocolatado de cupuaçu por spray-dryer. Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas, v. 39, n. 1, p. 115-123, 2003.

LAWLESS, H. T., HEYMANN, H. Sensory evaluation of food: principles and practices. Springer Science & Business Media, 2013.

LEITAO, C., MARCHIONI, E., BERGAENTZLÉ, M., ZHAO, M., DIDIERJEAN, L., MIESCH, L., ENNAHAR, S. Fate of polyphenols and antioxidant activity of barley throughout malting and brewing. Journal of cereal science, v. 55, n. 3, p. 318-322, 2012.

LIM, J. Hedonic scaling: A review of methods and theory. Food quality and preference, v. 22, n. 8, p. 733-747, 2011.

MAIA, P. D., DOS SANTOS BAIÃO, D., DA SILVA, V. P. F., MIGUEL, M. A. L., LACERDA, E. C. Q., DE ARAÚJO CALADO, V. M., PIERUCCI, A. P. T. Microencapsulation of a craft beer, nutritional composition, antioxidant stability, and drink acceptance. LWT, v. 133, p. 110104, 2020.

MASTERS, K. Spray Drying Handbook. 5th. ed. Londres: George Godwin. McCabe, W.L; Smith, J.C.; Harriott, P. Unit operations of chemical engineering.5th Ed. New York: McGraw-Hill, p 767-809, 1991.

MEILGAARD, M. C., CARR, B. T., CIVILLE, G. V. Sensory Evaluation Techniques, 2006. CRC Press, v. 3, p. 47.

MEILGAARD, M., CIVILLE, G. V., CARR, B. T. The spectrum descriptive analysis method. Sensory evaluation techniques, v. 4, p. 189-253, 2007.

MEILGAARD, M. C. Beer Flavor Terminology—A Case History. In: Applied Sensory Analy of Foods. Routledge, p. 73-87, 2018.

MINNAAR, P. NYOBO, L., JOLLY, N., NTUSHELO, N., MEIRING, S. Anthocyanins and polyphenols in Cabernet Franc wines produced with Saccharomyces cerevisiae and Torulaspora delbrueckii yeast strains: Spectrophotometric analysis and effect on selected sensory attributes. Food chemistry, v. 268, p. 287-291, 2018.

MIRABITO, A., OLIPHANT, M., VAN DOORN, G., WATSON, S., & SPENCE, C. Glass shape influences the flavour of beer. Food Quality and Preference, v. 62, p. 257-261, 2017.

MORADO, R. Larousse de cerveja. Lafonte, 1ª Ed, 2009.

MOURA-NUNES, N., BRITO, T. C., DA FONSECA, N. D., DE AGUIAR, P. F., MONTEIRO, M., PERRONE, D., TORRES, A. G. Phenolic compounds of Brazilian beers from different types and styles and application of chemometrics for modeling antioxidant capacity. Food chemistry, v. 199, p. 105-113, 2016.

MOZAFFARI-KHOSRAVI, H., JALALI-KHANABADI, B. A., AFKHAMI-ARDEKAN, M., FATEHI, F., NOORI-SHADKAM, M. The effects of sour tea (Hibiscus sabdariffa) on hypertension in patients with type II diabetes. Journal of human hypertension, v. 23, n. 1, p. 48-54, 2009.

NESTERENKO, A., ALRIC, I., SILVESTRE, F., DURRIEU, V. Vegetable proteins in microencapsulation: A review of recent interventions and their effectiveness. Industrial crops and products, v. 42, p. 469-479, 2013.

NEVEU, V. PEREZ-JIMÉNEZ, J., VOS, F., CRESPY, V., DU CHAFFAUT, L., MENNEN, L., KNOX, C., EISNER, R., CRUZ, J., WISHART, D., SCALBERT, A. Phenol-Explorer: an online comprehensive data base on polyphenol contents in foods. Database, 2010, 1-9.

NUNES, G. L. Microencapsulação por spray drying do extrato crioconcentrado de erva mate (Ilex Paraguariensis A. St. Hill) empregando a maltodextrina como agente encapsulante. Santa Catarina, 2014. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Santa Catarina.

OLIVEIRA, O. W., PETROVICK, P. R. Secagem por aspersão (spray drying) de extratos vegetais: bases e aplicações. Revista Brasileira de Farmacognosia, v. 20, n. 4, p. 641-650, 2010.

PALMER, J. J. How to brew: everything you need to know to brew beer right the first time. Brewers Publications, 2006.

PASTORE, G.M., BICAS, J.L., JUNIOR, M.R.M. Biotecnologia de alimentos. Vol.12, São Paulo: editora Atheneu, 2013.

PATEL, S. Hibiscus sabdariffa: An ideal yet under-exploited candidate for nutraceutical applications. Biomed. Prev. Nutr., v. 4, p. 23-27, 2014.

PIERUCCI, A. P. T., ANDRADE, L. R., BAPTISTA, E. B., VOLPATO, N. M., & ROCHA-LEÃO, M. H. M. New microencapsulation system for ascorbic acid using pea protein concentrate as coat protector. Journal of microencapsulation, v. 23, n. 6, p. 654-662, 2006.

QUEK, S. Y., CHOK, N. K., SWEDLUND, P. The physicochemical properties of spray-dried watermelon powders. Chemical Engineering and Processing: Process Intensification, v. 46, n. 5, p. 386-392, 2007.

RAMIREZ-RODRIGUES, M. M., PLAZA, M. L., AZEREDO, A., BALABAN, M. O., MARSHALL, M. R. Physicochemical and phytochemical properties of cold and hot water extraction from Hibiscus sabdariffa. Journal of food science, v. 76, n. 3, p. C428-C435, 2011.

RÉ, M. A., MESSIAS, L. S., SCHETTINI, H. The influence of the liquid properties and the atomizing conditions on the physical characteristics of the spray-dried ferrous sulfate microparticles. In: Proceedings of the 14th International Drying Symposium. Sao Paulo, Brazil. p. 1174-1181, 2004.

RÉ, M. Microencapsulation by spray drying. Drying Technology, v. 16, n. 6, p. 1195-1236, 1998.

RE, R., PELLEGRINI, N., PROTEGGENTE, A., PANNALA, A., YANG, M., RICE-EVANS, C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. Free radical biology and medicine, v. 26, n. 9-10, p. 1231-1237, 1999.

ROBERT, P., FREDES, C. The Encapsulation of anthocyanins from berry-type fruits. Trends in foods. Molecules, v. 20, n. 4, p. 5875-5888, 2015.

RONKSLEY, P. E., BRIEN, S. E., TURNER, B. J., MUKAMAL, K. J., GHALI, W. A. Association of alcohol consumption with selected cardiovascular disease outcomes: a systematic review and meta-analysis. Bmj, v. 342, p. d671, 2011.

ROSS, C. F., HOYE, JR, C., & FERNANDEZ-PLOTKA, V. C. Influence of heating on the polyphenolic content and antioxidant activity of grape seed flour. Journal of food science, v. 76, n. 6, p. C884-C890, 2011.

SHAHIDI, F., WANASUNDARA, U. N. Methods for measuring oxidative rancidity in fats and oils. Food lipids: Chemistry, Nutrition and Biotechnology, v. 17, p. 387-403, 2002.

SILVA, H. A.; LEITE, M. A.; PAULA, A. R. V. Cerveja e sociedade. Contextos da Alimentação. Revista de Comportamento, Cultura e Sociedade, vol. 4, n. 2, 2016.

SINDI, H. A., MARSHALL, L. J., MORGAN, M. R. A. Comparative chemical and biochemical analysis of extracts of Hibiscus sabdariffa. Food Chemistry, v. 164, p. 23-29, 2014.

SINDICERV. Sindicato Nacional da Indústria da Cerveja. (2018). Disponível em http://www.sindicerv.com.br/tipo-cerveja-php. Acesso em dezembro de 2019.

SINGLETON, V. L., ORTHOFER, R., LAMUELA-RAVENTÓS, R. M. [14] Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. In: Methods in enzymology. Academic press, v. 299. p. 152-178, 1999.

SIRÓ, I., KÁPOLNA, E., KÁPOLN, B, LUGASI, S. Functional food product development, marketing and consume acceptance. A review Appetite, v.51, p.456-467, 2008.

SLEMER, O. A. Os prazeres da cerveja. São Paulo: makron Books do brasil Editorial Ltda. p. 196, 1996.

SOHRABVANDI, S.; MORTAZAVIAN, A. M.; REZAEI, K. Health-related aspects of beer: a review. International Journal of Food Properties, v. 15, n. 2, p. 350-373, 2012.

STEFENON, R. Vantagens Competitivas Sustentáveis na Indústria Cervejeira: o Caso das Cervejas Especiais. Capital Científico, 10(1), 2012.

STONE, H., SIDEL, J., OLIVER, S., WOOLSEY, A., SINGLETON, R. C. Sensory evaluation by descriptive sensory analysis. Food Technol, v. 28, p. 11-24, 1974.

STONE, H., SIDEL, J. L. Introduction to sensory evaluation. Sensory evaluation practices. Boston, MA: Elsevier Academic Press. p, p. 1-19, 2004.

STRONG, G., ENGLAND, K. Beer judge certification program, 2015 style guidelines. Beer Judge Certification Program, v. 93, 2015.

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

TEIXEIRA, L. H. N. O Mercado Universitário de Cerveja em Piracicaba. 2014.

TONON, R. V., BRABRABRABET, C., HUBINGER, M. D. Influência da temperatura do ar de secagem e da concentração de agente carreador sobre as propriedades físico-químicas do suco de açaí em pó. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 29, n. 2, p. 444-450, 2009.

USDA. United States Department of Agriculture. Agricultural. Research Service (2016). Disponível em: http://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/4123 Acesso em: janeiro de 2020.

VASCONCELOS, C.M., MARTINS, J.F.L., RAFAEL, V.C., FERREIRA, C.L.L.F. Desenvolvimento e avaliação sensorial de sobremesa láctea potencialmente simbiótica. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, v.68, p.11-17, 2013.

VIZZOTTO, M., PEREIRA, M. C. Hibisco: do uso ornamental ao medicinal. 2008. Disponível em: http://www.infobibos.com/Artigos/2008_4/hibisco/index.htm. Acesso em: dezembro. 2019.

WEBB, T., BEAUMONT, S. The World Atlas of Beers. Mitchell Beazley: London, UK, 2012.

WILKOWSKA, A., CZYŻOWSKA, A., AMBROZIAK, W., & ADAMIEC, J. Structural, physicochemical and biological properties of spray-dried wine powders. Food chemistry, v. 228, p. 77-84, 2017.

WHO. The global status report on alcohol and health- 2014 ed. Geneva, 2014.

ZHAO, H., CHEN, W., LU, J., & ZHAO, M. Phenolic profiles and antioxidant activities of commercial beers. Food Chemistry, v. 119, n. 3, p. 1150-1158, 2010.

ANEXO 1



Instituto de Nutrição Josué de Castro

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Desenvolvimento E Análise Sensorial De Um Produto Em Pó À Base De Cerveja Artesanal Tipo Pale Ale Com Hibiscus sabdariffa

Você está sendo convidado a participar como voluntário da pesquisa "Desenvolvimento e Análise Sensorial de um Produto em Pó à Base de Cerveja Artesanal Tipo *Pale Ale* com *Hibiscus sabdariffa* ". Esta pesquisa tem o objetivo de desenvolver e caracterizar um produto microencapsulado (em pó) sem álcool à base de cerveja artesanal tipo *Pale Ale* com hibisco através do método de *Spray Drying*.

A cerveja apresenta uma série de compostos com atividade antioxidante e têm mostrado importantes fatores na prevenção do desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis. Além disso, estudos mostram que os extratos de hibisco possuem propriedades que podem desempenhar

papel fundamental na prevenção de doenças crônicas. Levando em consideração que a cerveja artesanal tipo *Pale Ale* feita com hibisco após o processamento por *spray drying* é transformada em pó, evapora o álcool e concentra os compostos antioxidantes, é importante que se faça uma análise para interpretar as sensações que serão produzidas pelas características do produto em pó e sua aceitação. Os participantes realizarão o teste sensorial permitindo a liberdade de expressar sua percepção diante do produto. Os participantes devem ser maiores de 18 anos, dispor de boa saúde e não possuir nenhum tipo de alergia e/ou intolerância alimentar. Os procedimentos da pesquisa não oferecem risco à saúde e fornecerão resultados importantes para avaliar a elaboração de uma bebida funcional a base de cerveja sem álcool.

Em caso de dúvida ou necessidade de mais esclarecimentos, faça contato com os pesquisadores Victor Paulo Ferreira da Silva, através do telefone (21) 964131523 ou através dos e-mails: victorpaulosf@gmail.com ou Dra. Anna Paola Pierucci, através dos telefones (021) 9992-0101 ou (21) 2562 6697 ou (21) 3353 0660, email: pierucci@nutricao.ufrj.br, endereço Av. Carlos Chagas Filho, 373 - CCS J2ss08, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro, RJ, 21941-902, Brasil. Se houver alguma dúvida sobre as questões éticas nesta pesquisa entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho/HUCFF/UFRJ, que fica na Rua Rodolpho Paulo Roco, 255 - Cidade Universitária - Ilha do Fundão - 7º andar, Ala E; telefone 2562-2480 - Email: cep@hucff.ufrj.br, com funcionamento de 8:00 às 16:00 horas, de 2ª à 6ª feira.

Consentimento:

Declaro que concordo em participar da pesquisa.	Rio de Janeiro,/			
Nome do sujeito da pesquisa	Assinatura do sujeito da pesquisa			
Nome do pesquisador	Assinatura do pesquisador			

Data:____/____

QUESTIONÁRIO PARA RECRUTAMENTO DE PROVADORES

Instituiçã	io: Universidade Federal do Rio de Janeiro
C	entro de Ciências da Saúde
In	nstituto de Nutrição Josué de Castro
D	epartamento Nutrição Básica e Experimental - DNBE
La	aboratório de Desenvolvimento de Alimentos para Fins Especiais e Educacionais - DAFEE
R	io de Janeiro – RJ

Idade:
Sexo: () Feminino () Masculino
Escolaridade:
() Ensino fundamental incompleto
() Ensino fundamental completo
() Ensino médio incompleto
() Ensino médio completo
() Ensino superior incompleto
() Ensino superior completo
() Mestrado
() Doutorado
Apreciadores de cerveja: () Sim () Não
ANEXO 3
QUESTIONÁRIO PARA ANÁLISE SENSORIAL
Você receberá duas amostras codificadas, uma de cada vez, além de água e biscoito água e sal que devem ser consumidos entre as amostras para limpar a boca. Por favor, ABAIXO indique o código da amostra que está recebendo e responda as questões a seguir.
Amostra n°:
1. Indique o quanto você gostou da <u>APARÊNCIA GERAL</u> do produto: 9. Gostei 8. 7. 6. 5. Não 4. 3. 2. 1. Desgostei extremament Gostei Gostei Gostei gostei Desgostei Desgostei Desgostei Extremament

2. Indique o quanto você gostou da <u>COR</u> do produto:

)

pouco

()

nem

desgostei

()

um pouco

()

()

muito

()

e

()

Nacionalidade: _____

e

()

muito

()

9.Gostei	8.	7.	6.	5. Não	4.	3.	2.	1. Desgostei
extremament	Gostei	Gostei	Gostei	gostei	Desgostei	Desgostei	Desgostei	_
e	muito		pouco	nem	-		muito	e
	()	()	()	desgostei	()	()	()	
()				()				()
3. Indique o qu	uanto voc	cê gostou	do <u>SABC</u>	<u>R</u> do produ	to:			
9.Gostei	8.	7.	6.	5. Não	4.	3.	2.	1. Desgostei
extremament	Gostei			gostei	Desgostei	Desgostei	-	Extremament
e					um pouco		muito	e
()	()	()	()	_	()	()	()	()
()				()				
4. Descreva o	aue em pa	articular	você gost	ou ou desgo	stou nesta a	mostra		
	1 P							
Mainantai					4-:			
Mais gostei				Menos	gostei			
5. Agora, use	a escala	abaixo	para indi	icar o quan	to você esta	ria disposto	a comprar	esse
produto.								
		٨٠	4	• 1 1				
()Comprari				idade				
()Comprari			iciiic					
()Gostei e c			n auando					
				ne esforçaria	a para conseg	gui-lo		
()Não goste					1	,		
()Rarament	e compra	ria						
		o pudesse	escolher	outro alimen	to			
()Jamais co	mpraria							
Comentário(s)):							
			Obrigado	por sua part	- ricipação!			