

PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL DE UMA CERVEJA NÃO PASTEURIZADA DO TIPO AMERICAN INDIA PALE ALE COM ADIÇÃO DE POLPA E CASCA DE LARANJA

André Furlan Sandrini¹

Carolina Resmini Melo Marques²

Resumo: No mercado brasileiro um produto que se destaca é a cerveja, entretanto a maior parte dos consumidores é exigente, nesse sentido pesquisas e inovações devem ser implementadas tendo em vista o crescente consumo de cervejas. Desse modo, o desenvolvimento de novos produtos com características inovadoras pode suprir a necessidade do mercado nacional, assim a utilização de cascas e polpas de frutas na composição de cervejas são formas de reutilizar alimentos que seriam desperdiçados, além de contribuir para a criação de um produto diferenciado. Sendo assim, o presente estudo teve como objetivo desenvolver um procedimento experimental, com o intuito de produzir uma cerveja do tipo American India Pale Ale com adição de casca e polpa de laranja, avaliando as características físico-químicas e sensoriais para verificar se o produto se enquadra na legislação. As análises de extrato primitivo, extrato aparente, extrato real, graduação alcoólica, densidade, cor, pH e turbidez foram realizadas, apresentando valores condizentes com a literatura e com a legislação vigente, como também as análises de metais pesados apresentaram valores permitidos pela legislação. As análises sensoriais foram realizadas com 50 participantes, na UNISATC, e obtiveram resultados satisfatórios para os itens avaliados, que foram: aroma, sabor, aparência, coloração e intenção de compra, nesse sentido o atributo aroma obteve 88 % de resultado qualitativo, enquanto a intenção de compra obteve 90 %, sendo esses os atributos com melhor avaliação. Os resultados obtidos para as análises físico-químicas e sensoriais aprovam que a utilização da casca e polpa de laranja é viável.

Palavras-Chave: Cerveja Artesanal. American India Pale Ale. Laranja. Análises.

1 INTRODUÇÃO

A origem da cerveja é incerta, porém historiadores acreditam que a região da Mesopotâmia pode ter sido o berço da prática cervejeira rudimentar, tendo como principais ingredientes: cevadas, tâmaras, uvas e mel (FILHO, 2016). Após uma série de modificações, por conta de atualizações no processo e da disponibilidade de novos recursos, a cerveja moderna passou a ser caracterizada pelos grãos obtidos da

¹ Graduando em Engenharia Química, ano: 2022-2. E-mail: andre.sandrini@hotmail.com

² Professora do Centro Universitário UniSATC E-mail: carolina.melo@satc.edu.br

cevada maltada, lúpulo, levedura e água, essa última representando mais de 95% do produto (NACHEL, 2013).

Atualmente a cerveja passou a ser um produto altamente comercializado, devido ao avanço no setor tecnológico que detém de uma regulamentação rígida e um controle assertivo (FILHO, 2016). Através do chamado renascimento cervejeiro, fenômeno vivenciado por Estados Unidos e Europa na passagem do século XX para o XXI, a produção caseira ganhou enfoque e inúmeras pessoas começaram a fabricar suas próprias cervejas, disseminando a cultura cervejeira e definindo a diferença de um produto artesanal para um industrializado (DE VARGAS GIORGI, 2015).

Por conta da colonização europeia, que trouxe consigo a base do processo produtivo cervejeiro, a cultura interna passou a ser influenciada e, posteriormente, a comercialização da bebida se tornou constante (SILVA; LEITE; PAULA, 2016), fomentando o surgimento de cervejarias nacionais. Pode-se ressaltar a região sul-sudeste, especialmente Rio Grande do Sul e São Paulo, com 258 e 285 cervejarias independentes, respectivamente, além de Santa Catarina, que possui 175 das cervejarias, sendo o quarto maior Estado (MAPA, 2021).

Dada a vastidão do mercado consumidor brasileiro, considerado o terceiro maior do mundo, atrás apenas de Estados Unidos e China, pesquisas e inovações devem ser implementadas visando contribuir para o desenvolvimento de novos produtos (FILHO, 2016). Além disso, por conta da importação de insumos, fator que aumenta os custos de produção, surge o incentivo para desenvolver novos processos menos dispendiosos, utilizando resíduos ou alimentos desperdiçados por conta da alta produção (VASCONCELOS, 2017).

Segundo a FAO (2022), Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (2022), “No âmbito mundial, entre um quarto e um terço dos alimentos produzidos anualmente para o consumo humano se perde ou é desperdiçado [...]”, fenômeno que pode ser aplicado para a produção nacional de laranjas. No Brasil, apenas em 2020, a quantidade produzida ultrapassou 16,7 milhões de toneladas, e o Estado com o número maior de produção foi São Paulo, com um valor expressivo em torno de 10,8 milhões de reais, deixando a mercadoria em sétimo lugar no ranking de valores de produção (IBGE, 2020).

Nesse sentido, cervejas com adição de frutas, principalmente cítricas, são maneiras de reutilizar resíduos de alimentos, além de propiciar uma nova experiência

de consumo ao contrário das cervejas comercializadas em massa, que não possuem algum diferencial, e ainda contribuirão no combate ao desperdício de alimentos (IMAIZUMI, 2019).

A partir da utilização prática dos conceitos citados anteriormente, deseja-se desenvolver um procedimento experimental para produzir uma cerveja não pasteurizada do tipo American India Pale Ale com polpa e casca de laranja e, posteriormente, analisar as características sensoriais e físico-químicas da cerveja produzida para verificar se a mesma se enquadra na legislação vigente.

Por fim, de modo a obter uma visão mais específica do processo, busque-se: controlar os processos de fermentação e maturação do produto, determinar o rendimento do processo produtivo, verificar a viabilidade da utilização da casca de laranja, analisar a aceitabilidade da cerveja produzida e outras características por meio da aplicação de análises sensoriais.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A seguinte seção apresentará todo o referencial teórico para o progresso da pesquisa, bem como a legislação necessária para a comercialização da bebida, insumos, etapas de produção, enfim, todos os conceitos essenciais para o estudo.

2.1 DEFINIÇÃO DE CERVEJA

De acordo com a Instrução Normativa nº 65, de 10 de dezembro de 2019, a cerveja não pasteurizada é obtida da fermentação do mosto composto por malte, lúpulo e levedura, podendo sofrer o processo de pasteurização para ser denominada de chope pasteurizado (BRASIL, 2019).

2.2 INSUMOS

Encontram-se listados, a seguir, os insumos essenciais utilizados para o processo produtivo geral de cervejas artesanais.

2.2.1 Água

A maior parte da cerveja é constituída de água, em torno de 92% a 95% do peso final da cerveja, dessa forma muitas cervejarias decidem se instalar onde o sistema de abastecimento de água é de qualidade. A composição, na maioria dos casos, contém sais dissolvidos, além de compostos orgânicos, cujo controle deve ser realizado por meio de análises físico-químicas, com finalidade de averiguar a dureza em carbonatos, odor, coloração, turbidez e pH. Esses aspectos interferem diretamente nos processos químicos e enzimáticos, ou seja, sem o tratamento adequado aromas indesejados estarão na cerveja (FILHO, 2016).

2.2.2 Malte

A produção de cerveja é diretamente influenciada pelo malte, já que o grão irá conferir corpo, aroma, sabor e cor a bebida. Na maior parte o malte é obtido através da germinação parcial da cevada, no processo de maltagem, onde o grão ainda não germinado é macerado e posteriormente umedecido com água sob condições rigorosamente controladas. Em seguida ocorre a secagem para retirar a umidade e finalizar a germinação (AQUARONE; LIMA; BORZANI, 1983).

Para a bebida ser considerada cerveja sua fabricação necessariamente deve conter malte de cevada em sua formulação, no entanto, uma quantidade de adjuntos pode ser acrescentada para baratear a receita. Um dos diversos motivos para a utilização da cevada como insumo se deve pelo grão conter um elevado teor de amido em sua composição, além disso as enzimas auxiliam na conversão do amido em açúcares fermentáveis. Dessa maneira as leveduras consomem parte dos açúcares presentes no mosto para produzir álcool etílico (MORADO, 2017).

2.2.3 Lúpulo

São plantas trepadeiras cultivadas a milhares de anos em regiões temperadas, sendo que suas flores cônicas eram adicionadas nos barris após a fermentação, com o intuito de preservar a cerveja. Atualmente, o lúpulo é utilizado na forma peletizada, conferindo equilíbrio a bebida, já que pode atender a duas funções:

garantir o amargor e aroma. Os lúpulos de amargor contêm níveis elevados de alfa ácidos, em torno de 10% de seu peso, enquanto o de aroma possuem baixo alfa ácidos, por volta de 5% de seu peso. O teor de alfa ácidos influencia diretamente no amargor da cerveja, já que quanto maior o tempo de fervura, maior o amargor e menor o aroma (PALMER, 2006).

2.2.4 Levedura

Os microrganismos unicelulares são responsáveis por efetuar o processo de fermentação, consumindo açúcares fermentáveis para produzir álcool etílico e gás carbônico. Durante a reação, as leveduras se multiplicam através da divisão celular e no final floculam na parte inferior do fermentador, desse modo a escolha da levedura depende do estilo da cerveja. A temperatura é uma variável do processo importante, visto que leveduras possuem uma faixa ideal de operação podendo ser divididas em dois grandes grupos: leveduras de alta e baixa fermentação (NACHEL, 2013).

As leveduras de alta fermentação atuam em uma temperatura de 15 °C a 25 °C, já as de baixa fermentação de 3 °C a 11 °C (NACHEL, 2013), processo onde a atenuação é um fator fundamental pois representa a porcentagem de açúcar que foi transformado em álcool etílico e gás carbônico, deixando a cerveja seca ou com um dulçor residual, interferindo no teor alcoólico (MOSHER, 2004).

2.3 ETAPAS DE PRODUÇÃO

As seguintes seções abordam sobre as etapas fundamentais para a produção de uma cerveja artesanal, além de explicar sobre as regulamentações necessárias para o desenvolvimento da bebida.

2.3.1 Moagem do malte

No início da produção o malte passa pela moagem, processo bastante simples, porém, se executada de forma incorreta, pode acarretar falhas no rendimento, além de dificultar a clarificação e comprometer a qualidade do produto. O propósito desse processo é aumentar a superfície de contato visando auxiliar na

conversão do amido em açúcares, essa redução do grão deve ocorrer de forma homogênea, quebrando a casca no sentido longitudinal para expor o endosperma a fragmentação (FILHO, 2016).

2.3.2 Mosturação

A extração do amido é realizada por meio da combinação do malte moído com água filtrada, sendo que os métodos mais utilizados são infusão e decocção, o primeiro é o mais utilizado, já que possui um nível maior de facilidade para sua execução. A temperatura inicial para realizar o processo de infusão gira em torno de 77 °C, após a adição do malte a temperatura cairá em torno de 65 °C a 70 °C, sendo a faixa ideal para a atividade enzimática, que transforma o amido em açúcares. A lavagem dos grãos é realizada com água a uma temperatura de 70 °C, aumentando a eficiência da mostura, após esse processo a temperatura do mosto é elevada até 75 °C para desnaturar as enzimas (AQUARONE; LIMA; BORZANI, 1983).

2.3.3 Fervura

Esse processo é responsável por esterilizar o mosto como também auxiliar na extração dos óleos essenciais do lúpulo, basicamente as adições são realizadas no início e no final da fervura. O equilíbrio entre o mosto doce é normalmente caracterizado pelo lúpulo, que deixará um certo amargor. O procedimento dura cerca de 1 hora ou mais, por esse motivo ao final é necessário realizar o resfriamento utilizando um *chiller*, simultaneamente é realizado o *whirlpool*, processo no qual as proteínas são sedimentadas por movimentos circulares no centro da tina de fervura (NACHEL, 2013).

2.3.4 Fermentação

A hidratação da levedura combinado com um controle ideal de temperatura garantem que nenhum defeito na fermentação ocorra. Outro fator essencial seria a disponibilidade de oxigênio no mosto, visto que na fermentação os microrganismos necessitam de 8 a 10 ppm de oxigênio dissolvido para transformar os açúcares em

álcool etílico e gás carbônico. Nesse processo o pH diminui, auxiliando na proteção contra novas bactérias, formação de ésteres e compostos de enxofre, que são indesejados na cerveja (WHITE, 2010).

2.3.5 Maturação

Essa etapa é conhecida como fermentação secundária, já que a temperatura de maturação é menor em comparação com a fermentação primária. Desse modo, o controle de temperatura visa contribuir para reações físico-químicas ocorrerem, auxiliando no refinamento da cerveja, visto que aromas e sabores gerados na fermentação serão eliminados. A clarificação da cerveja é beneficiada nesse processo, uma vez que as leveduras inativas se depositam no fundo do fermentador devido a diminuição de temperatura, como também resíduos de lúpulos acabam sedimentando (LIMA; FILHO, 2011).

2.3.6 Carbonatação e envase

O próximo passo é a adição de gás carbônico a cerveja maturada, processo realizado basicamente de duas formas, por meio do *priming* ou por carbonatação forçada, sendo esse último o mais difundido pelas cervejarias. O *priming* é uma solução de sacarose utilizada diretamente na garrafa, com o intuito de refermentar a cerveja e produzir gás carbônico, enquanto a carbonatação forçada é o método de injetar gás carbônico através de um cilindro, contudo a cerveja deve estar a uma temperatura muito baixa para ocorrer a dissolução do gás (HUGHES, 2014).

2.4 CERVEJA ARTESANAL NO BRASIL

Segundo o MAPA (2020), Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, o país aumentou o número de cervejarias artesanais em 14,4% em relação ao ano de 2019, esse número expressivo representa a expansão de estabelecimentos por todo o território nacional.

O surgimento de novos empreendimentos teve início por volta do século XXI, entretanto a produção era limitada, fomentando a busca por novos tipos de

bebidas com características diferenciadas e levando os consumidores a importarem produtos. Ao decorrer do tempo, produtores começaram a desenvolver e lançar suas bebidas no mercado nacional, desse modo o interesse pelo consumo de produtos com alto valor agregado levou os consumidores a acreditarem no mercado nacional, despontando o número de vendas e difundindo a cultura cervejeira no Brasil (VASCONCELOS, 2017).

2.4.1 Cerveja American India Pale Ale

Segundo o *Beer Judge Certification Program* (2022) a cerveja é pertencente à família das ales, com perfil de alta fermentação, se destacando pela sua lupulagem e amargor presentes. Os lúpulos utilizados são americanos, com características cítricas, florais, resinosas e picantes. A levedura empregada é americana com alta atenuação, apresentando uma fermentação limpa com um final seco, cores de dourado-médio a âmbar avermelhado claro e uma certa turbidez.

2.4.2 Adição de frutas na cerveja

Normalmente é necessário selecionar o estilo de cerveja, no qual será adicionada a casca, polpa, suco ou extrato, sendo assim as frutas devem estar maduras e apresentar qualidade em sua composição. O momento de adição pode ser durante a fervura ou na maturação, o primeiro método se mostra eficaz contra contaminação, entretanto o sabor e aroma são inferiores em comparação a adição na maturação. Frutas cítricas como a laranja podem ser adicionadas respeitando o limite máximo de 30 a 120 g/l (AMERICAN HOMEBREWERS ASSOCIATION, 2022).

2.4.3 Regulamentação da bebida

Conforme a Instrução Normativa nº65, de 10 de dezembro de 2019, define as análises físico-químicas para a bebida cumprir as exigências vigentes na legislação (BRASIL, 2019). A graduação alcoólica a 20 °C deve conter um valor mínimo de 0,5% (v/v) e um valor máximo de 54% (v/v). O extrato primitivo Ep (%m/m) não possui um valor máximo, contudo o valor mínimo é de 5 (%m/m). Na cerveja puro malte, adjuntos,

corantes artificiais e edulcorantes devem estar ausentes. Em relação ao sensorial a cerveja não deve apresentar aromas estranhos, podendo ser límpida ou turva, com ou sem a presença de sedimentos próprios. Os contaminantes podem conter um valor máximo de 0,1 ppm de arsênio, 0,2 ppm de chumbo e 0,02 ppm de cádmio de acordo com a Resolução RDC ANVISA nº42/2013 (BRASIL, 2019).

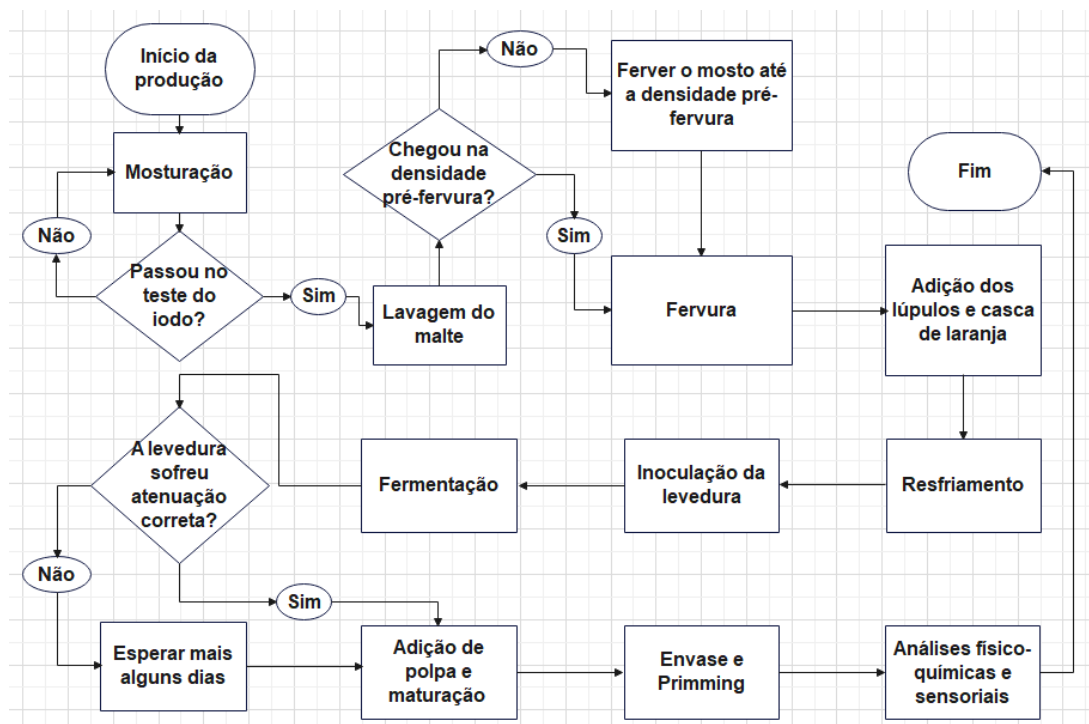
3 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Nessa seção será apresentado todo o processo produtivo, além das análises físico-químicas e sensoriais necessárias para a regulamentação da bebida.

3.1. FLUXOGRAMA DO PROCESSO

A Fig. 1 apresenta o fluxograma do processo que ilustra as etapas que foram realizadas para o desenvolvimento do produto.

Figura 1: Fluxograma de produção da cerveja desenvolvida.



Fonte: Do autor (2022)

Segundo as pesquisas de Junior (2009), os processos de produção tanto em escala artesanal como também industrial apresentam uma semelhança. Desse modo o procedimento experimental foi baseado e desenvolvido conforme os processos e parâmetros do estudo, além disso foi adaptado de acordo com a cerveja.

3.1.1 Mostura

O primeiro passo foi adicionar 10 L de água a uma panela cervejeira e aquecer até 71,3 °C. Na temperatura indicada foi colocado o *bag* (saco de voal) e acrescentado 2,35 kg de malte moído, mantendo a temperatura em torno de 67 °C por 75 minutos, logo após o mosto foi aquecido até 77 °C durante 10 minutos.

Ao final da mosturação foi realizado o teste do iodo com o intuito de verificar a transformação do amido em açúcares fermentáveis. Com auxílio de outra panela cervejeira foi adicionado 6,47 L de água e aquecido até 75,6 °C, e, posteriormente, foi realizada a lavagem do malte até atingir um volume pré-fervura de 14,12 L com densidade estimada de 1,040 SG.

3.1.2 Fervura

Nessa etapa o mosto foi aquecido até a temperatura de 100 °C durante 60 minutos, adicionou-se 6 g de lúpulo de amargor na panela cervejeira, após o mosto iniciar a fervura. Aos 15 minutos para o fim da fervura adicionou-se 16 g de casca de laranja, 10 g de lúpulo e uma pastilha *whirfloc* para facilitar a formação do *trub*. Faltando 2 minutos para o fim da fervura adicionou-se 34 g de lúpulo aromático. No final foi inserido o *chiller* para resfriar e transferir o mosto para o fermentador, obtendo uma densidade pós-fervura estimada de 1,056 SG. Logo após o pH foi analisado para verificar seu valor através de um pHmetro portátil.

3.1.3 Fermentação

O mosto foi resfriado até a temperatura de 15 °C, ao mesmo tempo a levedura foi hidratada com uma quantidade de 100 ml de água. Após o resfriamento e a hidratação, o mosto foi aerado com uma bomba para dissolver o oxigênio no

mosto. Por fim, a levedura foi adicionada no fermentador e a temperatura foi mantida em 18 °C por 3 dias.

Em seguida a temperatura foi elevada para 20 °C por dois dias, e após esse período foi novamente elevada para 22 °C por dois dias. Um acompanhamento foi realizado todos os dias, em um mesmo horário, para analisar a densidade durante a fermentação até a atenuação estimada de 1,013 SG, com auxílio de um refratômetro. No fim da fermentação o pH foi novamente analisado.

3.1.4 Maturação

A cerveja deve ser resfriada para uma temperatura de 2 °C, durante 4 dias, para ocorrer a maturação e o *cold crash*, assim toda levedura em suspensão decantou, contribuindo para a clarificação. O processo é eficaz na redução da turbidez, além de ser responsável por eliminar alguns aromas indesejados produzidos na fermentação. Nessa etapa foi adicionado 350 g de polpa de laranja na maturação com o propósito de realçar o sabor de laranja na cerveja. Segundo a EMBRAPA (2022), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, o fruto é de origem asiática e tem nome científico denominado *Citrus Sinensis L. Osbeck*, essa variedade de citros é muito abundante no Brasil, desse modo a utilização da laranja tem viabilidade econômica.

3.1.5 Envase

No processo de envase uma quantidade de açúcar em torno de 6 g/l foi adicionada em cada garrafa de 600 ml e, posteriormente, a cerveja foi transferida e arrolhada. A rotulagem foi realizada por último para padronização e, desse modo, a cerveja foi conservada em local fresco com abrigo de luz por 10 dias para ocorrer a fermentação secundária na garrafa.

Nesse sentido vale ressaltar que a quantidade de sacarose foi utilizada para atingir uma carbonatação de 2,4 volumes de CO₂, deixando assim a cerveja de acordo com o guia de estilos proposto pelo *Beer Judge Certification Program (2022)*, programa que avalia e certifica uma variedade de bebidas presentes no mercado mundial de cervejas artesanais.

3.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

De acordo com o processo descrito, perdas durante as etapas de fabricação ocorreram, dessa forma as Eq. (1) e (2) auxiliaram no cálculo do rendimento da brassagem (AGRÁRIA, 2016).

$$D = 1 + (GP * 0,004) \quad (1)$$

$$R = \frac{VA * 0,96 * D * GP}{m_m} \quad (2)$$

Onde:

D = densidade (SG);

GP = graus Plato (°P);

R = rendimento (%);

VA = volume de apronte (l);

m_m = massa de malte (kg).

Outros fatores como atenuação aparente e percentual alcoólico estimado foram calculados utilizando as Eq. (3) e (4), respectivamente. O controle dessas variáveis referentes ao consumo de açúcares e a conversão em álcool etílico visou garantir a qualidade do produto (CERVEJARIA FALLER, 2020).

$$AA = \frac{OG - FG}{OG - 1000} * 100 \quad (3)$$

Onde:

AA = atenuação aparente (%);

OG = densidade inicial (SG);

FG = densidade final (SG).

$$ABV = (OG - FG) * 131 \quad (4)$$

Onde:

ABV = percentual alcoólico estimado (%).

Segundo o fluxograma (Fig. 1), após a produção do produto, uma série de análises foi realizada com o intuito de certificá-lo dentro do padrão de qualidade. As amostras foram encaminhadas para a Estação Experimental de Urussanga-SC. Os parâmetros de extrato primitivo, extrato aparente, extrato real, densidade, pH, turbidez, álcool em peso e em volume foram analisados pela Epagri – Urussanga-SC. Outra parte das amostras foi enviada para o Centro Tecnológico da SATC, esse último realizou os ensaios para quantificação dos metais pesados como cádmio, chumbo e arsênio. Nesse sentido vale ressaltar que o Laboratório de Química II, do curso de Engenharia Química da UNISATC, foi utilizado para a produção como também na realização das análises sensoriais.

Conforme os métodos físico-químicos para análise de alimentos do Instituto Adolfo Lutz (2008), as amostras foram preparadas de acordo com o método 245/IV.

As análises de extrato primitivo, extrato aparente, extrato real, densidade, álcool em peso e em volume seguiram os métodos 251/IV, 250/IV, 248/IV, 216/IV, 247/IV e 246/IV, respectivamente. As análises de pH, turbidez e de metais pesados foram realizadas de acordo com os métodos 4500-H⁺ B, 2130 B nefelométrico e 3120 B do *Standard Methods* (2017), respectivamente.

Somente a análise de cor foi realizada pelo método 8.3 espectrofotométrico da *Analytica-EBC* (European Brewery Convention, 1987).

3.3 ANÁLISE SENSORIAL

Uma pesquisa foi realizada na UNISATC, com 50 degustadores não treinados, utilizando a escala hedônica de 9 pontos, com a finalidade de avaliar as características básicas do produto, como aroma, sabor, aparência e coloração. As amostras foram dispostas em copos e os colaboradores degustaram, posteriormente as fichas foram preenchidas entre “gostei extremamente” (9) e “desgostei extremamente” (1) em relação as características básicas. O nível de aceitação por parte dos consumidores foi preenchido entre “certamente compraria” e “certamente não compraria”, essas avaliações foram essenciais para verificar a viabilidade de

comercialização da bebida. Os resultados da análise sensorial foram interpretados via análise estatística qualitativa.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 DESENVOLVIMENTO DA RECEITA

A composição da cerveja respeitou as porcentagens em peso de acordo com a Tab. 1, dessa forma pode-se constatar que na maior parte a bebida é constituída por água filtrada e uma base de maltes, sendo definida pelo acadêmico no desenvolvimento da receita.

Tabela 1 - Relação %m/m de cada ingrediente na composição.

Ingredientes	Quantidade (kg)	m/m (%)
Água filtrada	16,4700	85,56
Malte 1	1,9200	9,97
Malte 2	0,4300	2,23
Lúpulo americano	0,0500	0,26
Casca de laranja	0,0160	0,08
Polpa de laranja	0,3500	1,82
Whirfloc	0,0025	0,01
Levedura americana	0,0115	0,06
Total	19,25	100,00

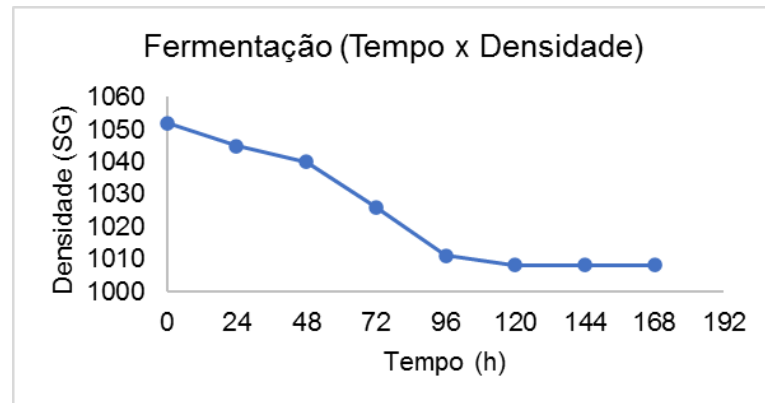
Fonte: Do autor (2022)

Os demais insumos estão em menor quantidade em relação a água filtrada, visto que conferem aromas e sabores a cerveja, nesse caso a adição da casca ressaltou o sabor da laranja e a polpa destacou o aroma, constituindo um blend.

4.1.1 Processo de Fermentação

O processo de fermentação ocorreu durante 7 dias conforme o procedimento experimental, sendo realizado o acompanhamento diário da densidade para elaborar o perfil de fermentação da cerveja, conforme pode ser visto na Fig. 2.

Figura 2: Perfil de fermentação.



Fonte: Do autor (2022)

A densidade inicial obtida foi de 1052 SG, sendo que a densidade estimada seria de 1056 SG, essa diferença deve-se ao fato que durante a fervura o mosto não evaporou o suficiente para concentrar até a densidade estimada. No decorrer das 72 horas percebe-se que as leveduras tiveram maior atividade fermentativa e ao passar desse tempo sofreram atenuação até a densidade final de 1008 SG conforme a estabilização da curva.

4.1.2 Atenuação Aparente (%)

A atenuação foi constatada quando a densidade final se estabilizou por 3 dias seguidos, assim o processo de fermentação finalizou e a atenuação aparente pode ser calculada de acordo com a Eq (3).

Conforme a Tab. 2 a atenuação aparente da fermentação foi maior em relação a atenuação da levedura, desse modo a cerveja acabou secando mais do que o estimado. De acordo com o *BJCP* (2022), o estilo necessita de uma alta atenuação e uma fermentação neutra para deixar a bebida com final seco, sendo assim a cerveja desenvolvida se enquadra nos padrões do *BJCP*.

De acordo com as legislações do MAPA, as características de leveduras não são abordadas, por esse motivo utilizou-se os dados estabelecidos pela referência para comparar com o resultado obtido, nesse caso a atenuação aparente real foi de 84,62 % enquanto a atenuação padrão é entre 78 % e 82 %.

Tabela 2: Características da levedura.

Parâmetros físico-químicos	Valores
Atenuação aparente	84,62%
Atenuação da levedura	78% - 82%*
Temperatura máx.	28 °C*
Temperatura mín.	18°C*
Floculação	Média*

*Dados estabelecidos pela referência

Fonte: Adaptado Fermentis (2022)

4.1.3 Rendimento da Brassagem (%)

No processo de brassagem perdas durante a produção do mosto ocorreram, pode-se citar a evaporação do mosto durante a fervura, assim o volume pós-fervura obtido foi de aproximadamente 12 L e a densidade obtida foi de 1052 SG. A partir desses dados foi possível determinar o rendimento de brassagem através das Eq. (1) e (2), obtendo uma eficiência de 67%.

De acordo com pesquisas de Troian (2020) o rendimento variou entre 53% e 67% em suas brassagens, esses valores condizem com a eficiência do estudo proposto como também ressaltam uma alta eficiência do processo. Esse fato pode ser justificado pela granulometria do malte e tempo de contato, já que quanto menor a granulometria, maior a área de contato, e quanto maior o tempo, maior as conversões de amido em açúcares fermentescíveis (FILHO, 2016).

4.1.4 Percentual Alcoólico Estimado ABV (%)

A densidade inicial e final obtidas foram utilizadas para calcular o percentual alcoólico estimado, para isso a Eq. (4) determinou a conversão dos açúcares em álcool etílico, obtendo um valor de 5,7% v/v de álcool na cerveja.

4.1.5 Análises Físico-Químicas

Os resultados das análises físico-químicas estão localizados na Tab. 3, conforme descrito no procedimento experimental.

Tabela 3: Análises físico-químicas da cerveja desenvolvida.

Parâmetros físico-químicos	American IPA com laranja
Extrato primitivo (% p.p ⁻¹)	13,34
Extrato aparente (g. 100g ⁻¹)	2,70
Extrato real (%p.v ⁻¹)	4,91
Álcool (%v.v ⁻¹)	5,50
Álcool (%p.p ⁻¹)	4,38
Densidade (g/cm ³)	1,0178
pH	4,34
Cor (EBC)	10,15
Turbidez (EBC)	2,032

Fonte: Do autor (2022)

Segundo a Instrução Normativa nº 65 (BRASIL, 2019), o valor do extrato primitivo deve possuir um valor de no mínimo 5% (m/m) e a graduação alcoólica deve variar entre 0,5% a 54% (v/v), diante dessas regulamentações a cerveja está de acordo com a legislação vigente. De acordo com o *BJCP* (2022), a graduação alcoólica do estilo deve variar numa faixa de 5,5 a 7,5% (v/v), sendo assim a cerveja também satisfaz o requisito do *BJCP*. As análises de metais pesados confirmaram valores menores em relação ao permitido pela Instrução Normativa nº65, desse modo arsênio, cádmio e chumbo apresentaram resultados menores do que 0,01, 0,001 e 0,01, respectivamente.

A coloração segundo o guia de estilos varia entre 11,82 a 27,58 EBC, nesse parâmetro a cerveja está fora do padrão, contudo a pequena diferença de 1,67 EBC é explicada devido à fervura não ter sido suficiente para concentrar o mosto.

De acordo com os estudos de Monteiro et al. (2013), a turvação em cervejas artesanais apresentou valores abaixo de 2,5 EBC, desse modo a turbidez da cerveja está dentro do limite.

O acompanhamento do pH foi realizado durante a produção, sendo assim o pH no início da fermentação foi de 5,58 e ao final 4,15, durante a maturação o pH estabilizou e, por fim, a cerveja apresentou um pH de 4,34. O pH durante a fermentação e maturação deve estar em torno de 4 a 4,5, bem como a cerveja deve apresentar pH de 4,1 a 4,6, portanto o pH no produto e no processo estão respeitando a faixa de valores ideais para este parâmetro (HANNAINST, 2020).

4.1.6 Análise Sensorial

A pesquisa foi realizada na UNISATC com 50 degustadores não treinados, e a faixa etária dos participantes pode ser visualizada na Tab. 4.

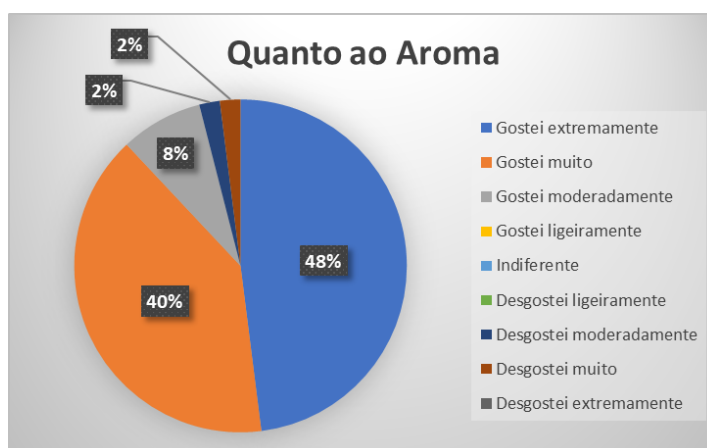
Tabela 4: Faixa etária dos participantes.

Idade (Anos)	Percentual (%)
18-25	22,00
25-32	8,00
32-39	14,00
39-46	22,00
46-53	16,00
53-60	8,00
60-67	10,00
Total	100,00

Fonte: Do autor (2022)

A análise sensorial avaliou a cerveja em relação aos atributos de aroma, sabor, aparência e coloração, sendo que 54% eram do sexo feminino e 46% do sexo masculino, assim os resultados podem ser vistos nas Fig. 3, 4, 5 e 6.

Figura 3: Qualificação da cerveja quanto ao aroma.

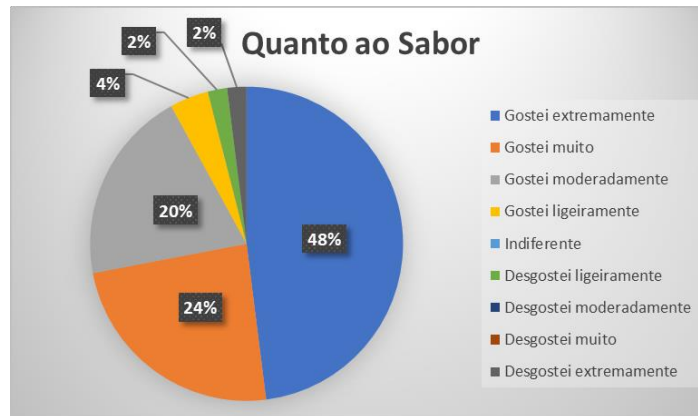


Fonte: Do autor (2022)

Em relação ao quesito aroma a cerveja obteve 48% da classificação “gostei extremamente” e 40% de “gostei muito”, ou seja, 88% gostaram mais do que

moderadamente, dessa maneira a cerveja alcançou uma qualificação alta para esse quesito, ou seja, somente 2% desgostou muito.

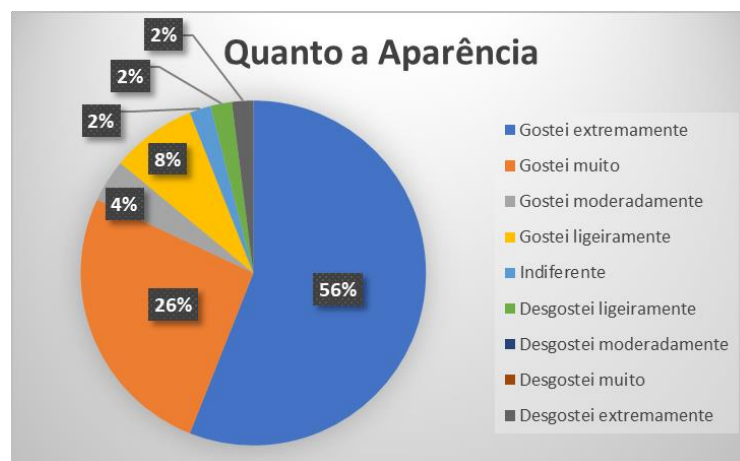
Figura 4: Qualificação da cerveja quanto ao sabor.



Fonte: Do autor (2022)

No atributo sabor a cerveja atingiu novamente 48% da classificação “gostei extremamente”; 24% de “gostei muito” e 20% de “gostei moderadamente”, ou seja, 72% gostaram mais do que moderadamente, desse modo a qualificação da cerveja é menor do que o quesito aroma, contudo também é um resultado considerado positivo já que somente 2% desgostaram extremamente.

Figura 5: Qualificação da cerveja quanto a aparência.

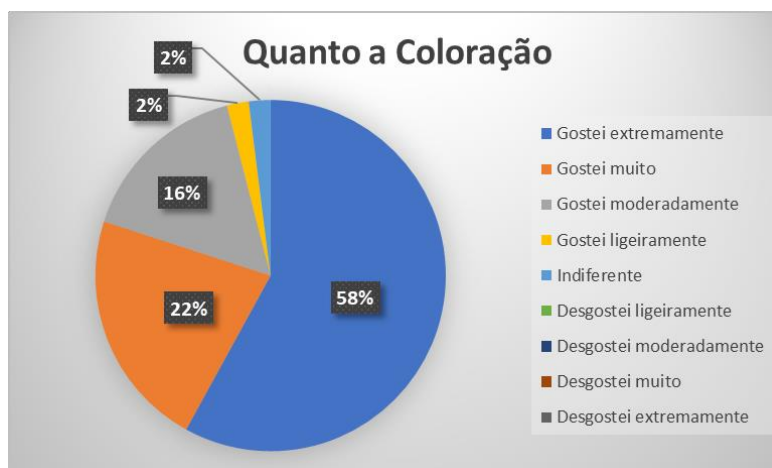


Fonte: Do autor (2022)

Em relação a aparência da cerveja, alcançou-se 56% da classificação “gostei extremamente”, sendo que 26% gostaram muito, assim 82% gostaram mais

do que moderadamente, permanecendo somente atrás do quesito aroma que foi o melhor avaliado, além disso somente 2% desgostaram extremamente.

Figura 6: Qualificação da cerveja quanto a coloração.



Fonte: Do autor (2022)

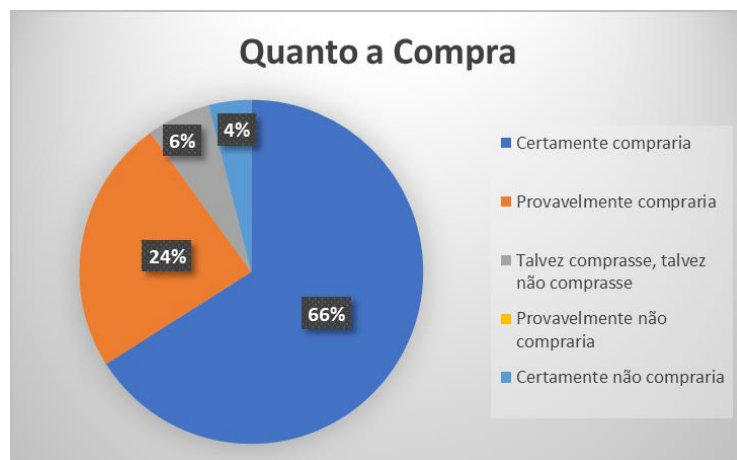
No atributo coloração a cerveja atingiu 58% da classificação “gostei extremamente”, uma porcentagem maior em relação aos outros quesitos. Ainda, 22% gostaram muito, portanto 80% gostaram mais do que moderadamente.

Também foi realizada análise quanto à intenção de compra da cerveja, sendo que os resultados podem ser vistos na Fig. 7. Com relação a esta pesquisa, atingiu-se 66% da classificação “certamente compraria”, além de 24% das pessoas que responderam a opção “provavelmente compraria”, assim 90% dos participantes possuem a intenção de compra do produto, dessa maneira o resultado é excelente para a comercialização.

Nos estudos de Araújo (2019), a análise sensorial quanto à compra atingiu somente 23% do atributo certamente compraria e 38% provavelmente compraria, sendo assim 61% dos julgadores tiveram a intenção de compra, desse modo a cerveja do presente trabalho apresentou melhores porcentagens em relação à cerveja de caju.

No presente trabalho não foi possível encontrar alguma pesquisa relacionando a adição de polpa e casca de laranja em cervejas, desse modo os resultados quanto à intenção de compra foram comparados com os estudos descritos pelo autor Araújo (2019), contudo no desenvolvimento e andamento de suas pesquisas somente a polpa de caju foi utilizada em sua cerveja.

Figura 7: Qualificação da cerveja quanto a compra.



Fonte: Do autor (2022)

4.1.7 Análise Econômica

O custo para a fabricação da cerveja é um fator fundamental que deve ser levado em consideração para que o produto possa ser inserido em um possível mercado consumidor, desse modo os custos dos ingredientes foram cotados e podem ser visualizados na Tab. 5.

Tabela 5: Insumos cervejeiros.

Insumos	Receita 8 L	Receita 1000 L
Malte 1	R\$ 23,04	R\$ 2.304,00
Malte 2	R\$ 6,02	R\$ 602,00
Lúpulo americano	R\$ 30,00	R\$ 3.000,00
Levedura americana	R\$ 26,00	R\$ 2.600,00
Whirfloc	R\$ 2,00	R\$ 200,00
Polpa de laranja e casca	R\$ 5,00	R\$ 500,00
Total	R\$ 92,06	R\$ 9.206,00

Fonte: Do autor (2022)

Os custos de produção de uma receita de 1000 L são 100 vezes maiores, contudo, o custo para utilização da polpa e casca de laranja é referente a 5% do valor, sendo assim o percentual é quase insignificante, já que o produto possui um alto valor agregado além de ser diferenciado dos demais produtos comercializados no mercado. Desse modo a utilização da polpa e casca tem viabilidade econômica como também

aceitação por parte dos possíveis consumidores, além disso contribui no reaproveitamento de alimentos.

Nesse sentido a cerveja apresentou um valor por litro de 9,2 Reais, entretanto os custos podem ser reduzidos, uma vez que em larga escala os insumos como: malte, lúpulo e levedura são encontrados no atacado, como também a levedura pode ser reutilizada até cinco gerações, reduzindo assim custos de produção.

De acordo com pesquisas de Camargo (2020), a utilização de polpas de frutas na elaboração de cervejas deve ser incentivada tanto em âmbito industrial como em universidades, visto que inovações nessa área são necessárias para o desenvolvimento de novos produtos.

4.1.8 Cerveja Hey Orange

Após a produção foi realizado a rotulação, deixando a cerveja com característica de um produto comercial, elevando o padrão e despertando interesse do público consumidor em degustar a cerveja Hey Orange.

Figura 8: Hey Orange.



Fonte: Do autor (2022)

O rendimento da cerveja foi de aproximadamente 7,8 L de cerveja ou 13 garrafas de 600 ml, uma perda de 200 ml de cerveja em relação a quantidade envasada estimada, essas perdas foram influenciadas pela evaporação do mosto na fervura, pela formação do *trub* e decantação das leveduras no fundo do fermentador.

No final a rotulagem foi desenvolvida relembrando um ícone do humor, a laranja irritante, assim a graduação alcoólica, amargor e coloração foram inseridas no rótulo conforme a Fig. 9.

Figura 9: Rótulo Hey Orange.



Fonte: Do autor (2022)

5 CONCLUSÃO

A utilização da polpa e da casca de laranja são evidentemente viáveis, sendo assim a cerveja desenvolvida se apresentou dentro dos padrões da legislação específica em vigor, além disso a cerveja se enquadrou no estilo definido pelo *BJCP*. As análises físico-químicas e sensoriais confirmaram que a cerveja está apta para consumo humano, bem como demonstram um potencial alto para comercialização, visto que atributos como aroma e intenção de compra foram os mais avaliados pelos julgadores não treinados, representando cerca de 88 % e 90 % respectivamente.

Nesse sentido o desenvolvimento da cerveja contribuiu para a criação de um produto com alto valor agregado, diferenciando a cerveja das demais comercializadas em larga escala. Desse modo novos estudos na área devem ser incentivados visando a criação de novos produtos inovadores, utilizando diferentes tipos de frutas ou especiarias, aproveitando ao máximo a disponibilidade de recursos

naturais presentes em nosso país, seja reaproveitando as cascas ou até a polpa. Dessa maneira a utilização de diferentes cepas de leveduras a partir da receita desenvolvida pode ser considerada uma sugestão de trabalho futuro, avaliando as características físico-químicas e sensoriais de acordo com a legislação.

REFERÊNCIAS

AGRARIA. **Guia prático produção de cervejas - caseiros**. 2016. Disponível em: <https://www.agraria.com.br/malte/biblioteca-digital/72>. Acesso em: 29 mar. 2022.

AMERICAN HOMEBREWERS ASSOCIATION. **How to Add Fruit to Beer**. 2022. Disponível em: <https://www.homebrewersassociation.org/how-to-brew/how-to-add-fruit-to-beer>. Acesso em: 17 mar. 2022.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 23 ed. Washington: American Water Works Association, 2017.

AQUARONE, Eugênio; LIMA, Urgel de Almeida; BORZANI, Walter. **Alimentos e bebidas produzidos por fermentação**. São Paulo: Blucher, v. 5, 1983.

ARAÚJO, Pedro Henrique Rolim dos Santos . **Produção e análise sensorial de cerveja artesanal de caju** . Natal, 2019. 62 p Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia química) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.

BEER JUDGE CERTIFICATION PROGRAM. **American IPA: 21A**. BJCP. 2022. Disponível em: <https://www.bjcp.org/style/2015/21/21A>. Acesso em: 17 mar. 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n.º 65, de 10 de dezembro de 2019. **Diário Oficial da União**: Seção 01, Brasília, 11 de dezembro de 2019, ano 2019, p. 31. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-65-de-10-de-dezembro-de-2019-232666262>. Acesso em: 12 mar. 2022.

CAMARGO, Felipe Augusto A. de. **Análises físico-químicas de cervejas artesanais do tipo session ipa desenvolvidas com polpa**. Bauru, 2021. 62 p Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia química) - Centro Universitário do Sagrado Coração, Bauru, 2020.

CERVEJARIA FALLER. **Calculadora**. Disponível em: 2020. <https://cervejariafaller.com.br/calculadora>. Acesso em: 19 abr. 2022.

D. JUNIOR, A. A.; VIEIRA, A. G.; FERREIRA, T. P. Processo de Produção de Cerveja. **Revista Processos Químicos**, v. 3, n. 6, p. 61-71, 1 jul. 2009.

DE VARGAS GIORGI, Victor. “Cultos em cerveja”: discursos sobre a cerveja artesanal no Brasil. **Sociedade e Cultura**, v. 18, n. 1, p. 101-111, 2015.

European Brewery Convention, **ANALYTICA-EBC**, 1987, Method 8.3.

EMBRAPA. **Citros**. 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/mandioca-e-fruticultura/cultivos/citros>. Acesso em: 27 mai. 2022.

FAO. **Perdas e desperdícios de alimentos na América Latina e no Caribe**. 2022. Disponível em: <https://www.fao.org/americas/noticias/ver/pt/c/239394/>. Acesso em: 10 mar. 2022.

FERMENTIS. **Safale US-05**. 2022. Disponível em: <https://fermentis.com/en/product/safale-us-05>. Acesso em: 11 mai. 2022.

FILHO, W. G. V. **Bebidas Alcoólicas: Ciência e Tecnologia**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2016.

HANNAINST. **A Importância do pH na fabricação de cerveja**. 2020. Disponível em: <https://hannainst.com.br/a-importancia-do-ph-na-fabricacao-de-cerveja>. Acesso em: 12 mai. 2022.

HUGHES, Greg. **Cerveja feita em casa: Tudo sobre os ingredientes, os equipamentos e as técnicas para produzir a bebida em vários estilos**. Tradução Rosane Albert. 1 ed. São Paulo: Publifolha, 2014. Tradução de: Home brew beer.

IBGE. **Produção agropecuária**. 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/>. Acesso em: 10 mar. 2022.

IMAIZUMI, Vitor Massami. **Cerveja com jabuticaba: Caracterização físico-química, energética e sensorial**. Orientador: Waldemar Gastoni Venturini Filho. 2019. 96 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2019.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4 ed. São Paulo, 2008. 1020 p.

MONTEIRO, João Paulo; MACHADO, Juliana; MALDONADO, Rafael Resende. **Análise de turvação em cervejas comercial e artesanal**. Proceedings. Campinas, 2013. Disponível em: <https://proceedings.science/slaca/slaca-2013/papers/analise-de-turvacao-em-cervejas-comercial-e-artesanal>. Acesso em: 27 mai. 2022.

LIMA, L. L. D. A.; FILHO, A. B. D. M. **Tecnologia de Bebidas**. 1. ed. Recife: EDUFRPE, 2011.

MAPA. **Anuário da cerveja 2020**. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/com-crescimento-de-14-4-em-2020-numero-de-cervejarias-registradas-no-brasil-passa-de-1-3-mil/anuariocerveja2.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2022.

MORADO, Ronaldo. **Larousse da cerveja**. 1. ed. São Paulo: Alaúde, 2017.

MOSHER, Randy. **Radical Brewing**: Recipe, tales, and world-altering meditations in a glass. Colorado: Brewers Publications, 2004.

NACHEL, Marty. **Cerveja para leigos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Alta Books, 2013.

PALMER, John J. **How to brew**: Everything you need to know to brew beer right the first time. 3 ed. Colorado: Brewers Publications, 2006.

SILVA, Hiury Araújo; LEITE, Maria Alvim; PAULA, ARV de. Cerveja e sociedade. **Contextos da Alimentação – Revista de Comportamento, Cultura e Sociedade**, v. 4, n. 2, 2016.

TROIAN, K.; MELO, A.; BORTOLATTO, L.; MARQUES, C. Análise da viabilidade na substituição parcial do lúpulo de amargor na fabricação de cerveja artesanal. **Revista Vincci**, v. 5, n. 1, p. 126-150, 2020.

UNEP. **Como o desperdício de alimentos está destruindo o planeta**. Disponível em: <https://www.unep.org>. Acesso em: 19 abr. 2022.

VASCONCELOS, Yuri. **Inovações cervejeiras**. Pesquisa Fapesp: São Paulo, 2017.

WHITE, Chris. **Yeast**: The Practical Guide to Beer Fermentation. Colorado: Brewers Publications, 2010.

ABSTRACT

In the Brazilian market a product that stands out is beer, but most consumers are demanding, in this sense research and innovations must be carried out due to the increase in beer consumption. Thus, the development of new products with innovative characteristics can meet the need of the national market, so the use of fruit peels and pulp in the composition of beers are ways to reuse food that would be wasted, and still contribute to the creation of a different product. Therefore, the present study aims to

develop an experimental procedure, to produce an American India Pale Ale beer with the addition of orange peel and pulp, evaluating the physicochemical characteristics (primitive extract, apparent extract, real extract, alcohol, density, pH, color, and turbidity) and sensorial characteristics to verify if the product is correct according to the legislation. The result of the physical chemical analyzes presented values like the literature and the current legislation, as well as the analyzes of heavy metals presented values allowed by the legislation. Sensory analyzes were carried out with 50 participants, at UNISATC, and obtained satisfactory results for the items evaluated: aroma, flavor, appearance, color and buy intention. Therefore, the results obtained for the analyzes prove that the use of orange peel and pulp is viable.

Key-words: Craft Beer. American India Pale Ale. Orange.