



DESENVOLVIMENTO DE PRÉ-MISTURA EM PÓ ACRESCIDA DE CEREAIS MALTEADOS E
ADJUNTOS TECNOLÓGICOS PARA PRODUÇÃO ACELERADA DE CERVEJA ARTESANAL

DEVELOPMENT OF A POWDER PREMIX ENRICHED WITH MALTED CEREALS AND
TECHNOLOGICAL ADJUNCTS FOR ACCELERATED PRODUCTION OF CRAFT BEER

César Sória Martini^{1, i}
Alan Tavella^{2, ii}
Joyce Regina de Barros^{3, iii}
Sandra Emi Kitahara^{4, iv}
Maria Luiza Marchiori Visintin Formigoni^{5, v}

Data de submissão: (25/04/2023) Data de aprovação: (17/09/2023)

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo a elaboração de um preparado em pó, acrescido de matérias-primas específicas para elaboração de cerveja artesanal de estilo American Indian Pale Ale. Para que esse preparo fosse possível, o *blend* foi elaborado com auxílio de software específico de elaboração de cervejas, considerando adição de maltes, lúpulos e leveduras característicos do estilo, somado a inserção de adjuntos tecnológicos, os quais, após devida infusão em água quente, seguido de filtração, resfriamento e fermentação, propiciaram a formação de uma bebida com resultados similares aos parâmetros de produto estabelecidos ao estilo de cerveja escolhido para ser produzido. Com abrangência em tendências de consumo recentes, processo de elaboração rápido, embalagem conveniente e usual ao consumidor, baixo custo de venda e possibilidade de ampliação da gama de estilos a serem elaborados, trata-se de um projeto factível e com potencial crescimento de mercado, com resultados satisfatórios nos testes provisionados.

Palavras-chave: cerveja artesanal; pré-mistura em pó; fermentação.

ABSTRACT

The objective of this work was the elaboration of a powdered preparation, with the addition of specific raw materials for the elaboration of craft beer in the American Indian Pale Ale style. For this preparation be possible, the blend was prepared with the aid of specific software for

¹ Pós-Graduado em Desenvolvimento de Novos Produtos Alimentícios na Faculdade SENAI-SP - Campus Horácio Augusto da Silveira. E-mail: cesarsoriamartini@hotmail.com

² Pós-graduado e Docente nos cursos de graduação e pós-graduação na Faculdade SENAI-SP - Campus Horácio Augusto da Silveira. E-mail: alan.tavella@sp.senai.br

³ Mestre e Docente nos cursos de graduação e pós-graduação na Faculdade SENAI-SP - Campus Horácio Augusto da Silveira. E-mail: joyce.regina@sp.senai.br

⁴ Doutora e Docente nos cursos de graduação e pós-graduação na Faculdade SENAI-SP - Campus Horácio Augusto da Silveira. E-mail: sandra.emi@sp.senai.br

⁵ Doutora e Coordenadora nos cursos de graduação e pós-graduação na Faculdade SENAI-SP - Campus Horácio Augusto da Silveira. E-mail: maria.formigoni@sp.senai.br

brewing, considering the addition of malts, hops and yeasts characteristic of the style, in addition to the insertion of technological adjuncts, which, after due infusion in hot water, followed by filtration, cooling and fermentation, provided the formation of a drink with results similar to the product parameters established for the chosen beer style to be produced. With coverage of recent consumer trends, a quick manufacturing process, convenient and usual packaging for consumers, low sales costs, and the possibility of expanding the range of styles to be created, this is a feasible project with potential market growth, with satisfactory results in the provisioned tests.

Keywords: craft beer; powder premix; fermentation.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com o Decreto nº 6.871 de bebidas, publicado em 2009 pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), define-se cerveja como “a bebida resultante da fermentação, a partir da levedura cervejeira, do mosto de cevada malteada 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 malteada ou do extrato de malte poderá ser substituída parcialmente por adjunto cervejeiro” (MAPA, 2009).

Em suma, e ainda de acordo com o Padrão de Identidade e Qualidade (PIQ) vigente para cervejas, disponível na Instrução Normativa nº 65, de 2009, vê-se como obrigatória a utilização de maltes e lúpulos, podendo ser substituídos pelo seu respectivo extrato e/ou por adjuntos cervejeiros (MAPA, 2019).

Trata-se de um produto de complexa elaboração, a qual demanda tempo de preparo e cuidado com os parâmetros de processo para obtenção de uma bebida de acordo com os parâmetros de cada estilo (alta/baixa fermentação, clara/escura, sabor, aroma, amargor). Com base nas tendências de mercado já existentes, as quais englobam a incessante busca por novos sabores e experiências, além da necessidade de criar-se produtos ultra convenientes para o consumidor, levantou-se a possibilidade de otimizar esse processo produtivo, de forma a proporcionar a elaboração de uma cerveja de forma mais rápida, agregando todo o potencial de sabor que a cerveja – uma bebida tradicional e ao mesmo tempo inovadora – carrega.

Visando a facilidade de preparo e a obtenção de um produto com as mesmas características sensoriais de um produto de mercado, o projeto consiste em elaborar uma bebida em pó (disposta em sachê, fracionada para rendimento de uma quantidade aproximadamente uma garrafa), a qual requer apenas uma etapa de preparo “quente” através de extração em filtro comum – e uma etapa de preparo “fria” – fermentação.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos regulatórios e classificação - Cerveja

De acordo com o Decreto nº 6.871 de bebidas, publicado em 2009 pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), define-se cerveja como “a bebida resultante da fermentação, a partir da levedura cervejeira, do mosto de cevada malteada 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 malteada ou do extrato de malte poderá ser

substituída parcialmente por adjunto cervejeiro” (MAPA, 2009).

Em suma, e ainda de acordo com o Padrão de Identidade e Qualidade (PIQ) vigente para cervejas, disponível na Instrução Normativa nº 65, de 2009, vê-se como obrigatória a utilização de maltes e lúpulos, podendo ser substituídos pelo seu respectivo extrato e/ou por adjuntos cervejeiros (MAPA, 2019).

As principais formas de classificação da cerveja é em relação: a cor, amargor e estilo, conforme apresentado no quadro 1.

Quadro 1. Formas de Classificação da Cerveja

Cor		Amargor		Estilo	
Clara	Escura	Pouco	Máximo	Ale	Lager
< 20 unidades EBC	< 20 unidades EBC	0	120 IBU	Início da fermentação na superfície do mosto pela levedura <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Início da fermentação mais abaixo do mosto pela levedura <i>Saccharomyces pastorianus</i>
Ingrediente responsável: Malte		Ingrediente responsável: Lúpulo		Ingrediente responsável: Fermento	

* EBC - (*European Brewery Convention*) – Unidade de medida de turvação em cerveja.

* IBU – Internacional Bitter Unit – Unidade de medida de amargor em cerveja.

Fonte: Adaptado de SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DA CERVEJA (2019); PALMER (2017) e SILVA (2020).

2.2 Tendência mercadológica cervejeira

De grande aceitabilidade e culturalmente presente nos hábitos de consumo do brasileiro, a bebida vêm ganhando espaço cada vez maior no mercado nacional, sendo obtido volume superior a 14 bilhões de litros em 2021, atingindo o maior patamar em vendas dos últimos oito anos (FREITAS, 2022). O aumento se dá devido a fatores comerciais estratégicos, como o elevado investimento de grandes empresas no período de pandemia, mas também pela procura do consumidor por alimentos e bebidas que provém características não antes encontradas nos produtos ditos como “comuns”, tais como experiências sensoriais diferenciadas e únicas, rótulos atrativos e perfil *premium* para o consumidor.

Dentro desse espectro de novos atrativos ao consumidor, o mercado de cervejas artesanais vem em ascensão, com um aumento médio de 19,6% de cervejarias registradas no Ministério da Agricultura nos últimos vinte anos (GAZETA, 2022). Por se tratar de uma bebida com uma vasta variedade de estilos, variações tecnológicas e oportunidades de crescimento, a cerveja passa a atingir diferentes públicos, com cada vez mais atrativos e diferenciais.

De acordo com último levantamento feito pelo *Beer Judge Certification Program* (BJCP, 2021), foram mapeados cerca de cento e vinte estilos diferentes de cerveja, cada qual com sua peculiaridade de sabor, matéria-prima, processo, envase e apresentação ao público, sendo visto no mercado variados estilos de cervejas: com mercado consolidado como a tradicional *American Lager*, responsável por um *market-share* global de cerca de 17%,

representados por grandes companhias como a norte-americana *Budweiser* e a chinesa *Snow* (BRUGNARO, 2020). Também são encontrados perfis diferenciados de cervejas no mercado, tais como a *Kaffee*, produzida pela brasileira *Baden Baden*, feita com café em sua composição (FORSYTH, 2018) e a *Duchesse de Bourgogne*, tradicional cerveja belga envelhecida em barris de carvalho e com notas de cereja e frutas vermelhas.

A elaboração de produtos ultra convenientes e mais próximos ao desejo do consumidor também é vista no mercado de cervejas. Cada vez mais a bebida é apresentada de diferentes e atrativas formas, através de embalagens e *storytellings* diferenciados, tais como a cervejaria brasileira *Leuven*, que inovou no mercado através do desenvolvimento de um rótulo com Realidade Aumentada, podendo o consumidor interagir com a bebida através do celular (CERVEJA, 2018), e também a belga *Mack Microbrewery*, que criam uma nova lista de músicas a cada lote de cervejas produzidas (MINTEL, 2018), podendo o consumidor ouvi-las através de *QR Code* e trazendo identidade ao produto e a marca. Pensando também no “*clean-label*” como tendência mundial, a utilização de rótulos minimalistas e com poucas informações também atrai o consumidor.

Ainda dentro da conveniência da bebida e a busca por novos aspectos sensoriais, viu-se um aumento 14% no número de cervejarias artesanais registradas no Brasil (MAPA, 2021), mesmo em período pandêmico, sendo o país responsável por 9% dos lançamentos cervejeiros no mundo (MINTEL, 2018). Além disso, e ainda em decorrência da pandemia de Covid-19, o último biênio motivou e proporcionou maior tempo em casa para que a população pudesse produzir seus próprios alimentos (STACHEWSKI, 2021), fomentando também o mercado de equipamentos e insumos cervejeiros. O cenário favoreceu positivamente a produção cervejeira e corroborou o estudo de tendências de mercado, haja vista a oportunidade de o consumidor produzir sua própria cerveja com os aspectos sensoriais mais atrativos e convenientes ao seu próprio paladar.

2.3 Processo de produção artesanal

Antes pouco pesquisado e tratado como algo pouco acessível, o processo de produção de cervejas artesanais é simples e se divide em duas etapas básicas:

2.3.1 Etapa “quente”: Brassagem

Nesse momento, todo o processo evolui com o intuito de proporcionar ideais condições para que as leveduras tenham ação adequada na etapa posterior (fria), sendo possível assim obter um produto com as características sensoriais estimadas. A etapa ocorre com a utilização de três dos quatro principais ingredientes para produção de cerveja: água, cereal maltado moído e lúpulo.

A etapa de mosturação é a primeira do processo de brassagem, sendo o momento em que são proporcionadas as melhores condições para que o amido seja convertido em açúcares menores e garanta uma eficaz conversão do açúcar em álcool e gás na fermentação. Nas condições ideais, as enzimas do malte de cevada fazem a hidrólise do amido em açúcares solúveis (GOODWIN; FINLAYSON; LOW, 2011). A cevada maltada possui as enzimas responsáveis pela hidrólise enzimática do amido, sendo a β -amilase a principal delas. Nesse sentido é importante salientar que para essa enzima a faixa de temperatura ótima é de 60 a 65°C e o pH de atuação de 5,4 a 5,6 (BORTOLI et al., 2013).

Também é o momento em que as proteínas de alto peso molecular são degradadas, garantindo uma boa qualidade do corpo, espuma e metabolismo da levedura utilizada (JANSON, 1996). O Quadro 2 descreve todas as principais enzimas presentes no malte, assim como as temperaturas e pH ótimo de atuação destas:

Quadro 2. Temperatura e pH de atuação das enzimas na mosturação

Enzima	Atuação	pH	Temperatura (°C)
Hemicelulase	Decomposição da hemicelulose para glucanos de baixa e média massa molar	4,5 e 4,7	40 a 45
α -amilase	Decomposição do amido para dextrinas inferiores pela desagregação das combinações 1-4	5,6 e 5,7	70 a 75

Fonte: TSCHOPE (2001).

Em suma, nos processos artesanais cervejeiros, o enfoque principal se dá em duas principais rampas de mosturação: a rampa proteica, onde o mosto é exposto a temperaturas de até 45°C/15' para degradação das proteínas de alto e médio peso molecular e a rampa amilácea, onde o mosto é exposto a temperaturas de até 70°C / 90' para degradação do amido, formando açúcares de cadeia curta como a glicose, a frutose e a maltose (LAMSAL; WANG; JOHNSON, 2011). Nesse momento, o perfil do mosto apresenta característica adocicada, dada a hidrólise das cadeias do carboidrato principal, que gera açúcares em cadeias menores, com maior dulçor.

Em seguida o mosto é filtrado e o produto passa por um novo aquecimento, tendo temperatura elevada para 75°C/10' para desnaturação de quaisquer enzimas e compostos que possam influenciar no desempenho das etapas posteriores. Após etapa, o desenvolvimento bacteriano está bloqueado e – com o devido cumprimento da temperatura – não existe o risco de se extrair substâncias insolúveis das matérias-primas, principalmente os taninos da casca do malte (AQUARONE et al., 2001). Em suma, taninos são compostos de alto peso molecular, que contêm suficientes grupos hidroxilafenólica, para permitir a formação de ligações cruzadas estáveis com proteínas (SALUNKHE; CHAVAN, 1989).

Finalizada a etapa anterior, o produto pode passar pelo processo de fervura. A etapa tem o objetivo principal de esterilizar o mosto e volatilizar alguns compostos indesejáveis como di- β -metilsulfito comumente chamado de “DMS” que é produzido durante a fervura e rapidamente evaporado (RIBEIRO, 2009). Nessa etapa, é incorporado junto ao produto a última das matérias-primas necessárias para produção de cerveja, o lúpulo.

Comercializado na forma de planta, extrato ou peletizado, o lúpulo confere aroma, amargor e estabilidade coloidal à espuma, além de atuar como antioxidante e antimicrobiano protegendo a bebida de processos oxidativos e de contaminações microbiológicas (DURELLO; SILVA; BOGUSZ JR., 2019).

Finalizada fervura, o processo de aquecimento é interrompido e a bebida deve ser resfriada a uma temperatura próxima a 10°C, condição propícia para que as leveduras possam atuar e iniciar o processo de fermentação da bebida. Manter as condições assépticas nesse momento é fundamental para que o mosto não seja contaminado por outros microrganismos que possam vir a competir com a levedura e inviabilizar o processo fermentativo. (JUNIOR; VIEIRA; FERREIRA, 2009).

2.3.2 Etapa “fria”: Fermentação e Maturação

Nesse momento, os parâmetros de processo se dividem de acordo com o tipo de levedura utilizada. Cervejas de alta fermentação possuem leveduras com temperatura ótima de atuação entre 18-24°C, enquanto cervejas de baixa fermentação tem atuação otimizada em temperatura de 10-13°C (PALMER, 2017). Finalizada a etapa, a cerveja pode ser maturada e envasada.

Na maturação, os detalhes finais da cerveja passam a ser aperfeiçoados e, após essa etapa a cerveja já possui perfil definido. Nesse momento, ainda exposta em temperatura de fermentação, o carboidrato residual é consumido pelas leveduras remanescentes, fenômeno conhecido por fermentação secundária, além de também metabolizarem substâncias indesejáveis oriundas da fermentação, tais como a complexação do acetaldeído em ácido acético, compostos sulfurados como o sulfeto de dietila, $C_4H_{10}S$, em sulfatos inorgânicos e etanol (ROSA; AFONSO, 2015). A fermentação/maturação é uma etapa que dura, em média quatorze dias (sete dias fermentação e sete dias maturação).

Finalizada a maturação, a cerveja pode ser envasada. Nesse momento é feita a carbonatação da bebida, sendo adicionados açúcares (sacarose) junto ao produto engarrafado para que sejam formados gases e a espuma característica. De acordo com PALMER (2017,p.155), a quantidade de açúcar suficiente para formação de 2,5 volumes de CO_2 – quantidade ideal para cervejas do estilo *ale* – é de 130g para 19L de cerveja elaborada, ou seja $\approx 6,0 - 7,0$ gramas de açúcar a cada litro de bebida.

3 METODOLOGIA

3.1 Estudo conceitual e concepção formulação

Tendo como base a necessidade em se elaborar uma pré-mistura para produção de cerveja, e ainda considerando a necessidade de cautelosa seleção das matérias-primas de acordo com seu estilo, definiu-se como foco o desenvolvimento de cerveja estilo “*American Indian Pale Ale*”, a qual, dada seu sabor e cores marcantes, possui grande popularidade de mercado, representando cerca de 40% da produção de cervejas artesanais nos Estados Unidos (JUNIOR, 2022).

Definido o estilo, fez-se necessário entender quais seriam os parâmetros a serem atingidos durante a produção, os quais, segundo uma das principais instituições que definem e classificam os estilos de cervejas (*Beer Judge Certification Program*), o produto, dito como *American IPA*, deve ter as características dispostas em Quadro 3.

Quadro 3. Características cerveja *American Indian Pale Ale*

Cerveja escolhida:	American IPA				
Amargor(IBU)	40,0 - 70,0	Cor (EBC)	11,8 - 27,6	% álcool (ABV)	5,50 - 7,50

Fonte: BJCP (2018).

Para que tais aspectos sejam atingidos, é de suma importância que as matérias-primas utilizadas possuam as características que possam vir a conferir um produto conforme almejado e previamente definido. Trata-se de uma bebida com perfil frutado, cítrico e resinoso, com coloração âmbar-avermelhada e espuma cremosa (JUNIOR, 2022).

O Quadro 4 explana os critérios de cada um dos maltes escolhidos para a produção da cerveja em questão:

Quadro 4. Seleção maltes projeto

Maltes:	Característica	EBC
<i>Pale Ale</i>	Malte de uso característico para bebidas do estilo "Ale". Pode compor 100% da quantidade de maltes da bebida e confere excelente corpo, e coloração amarelada. Possui notas de pão, frutas secas e mel.	5,5 - 7,5
<i>Trigo</i>	Usado como malte "base". Utilizado para intensificar cremosidade, dar corpo e aroma típico de bebidas de alta fermentação. Confere notas de pão, nozes, biscoito, toffee e coloração caramelo claro.	3,0 - 5,0
<i>Maris Otter</i>	Maris Otter é o tipo de cevada utilizada, a qual é comumente usada em cervejas do estilo "Ale". Trata-se de um malte que melhora a eficiência do produto, além de trazer notas maltadas para a cerveja.	5,5 - 7,5
<i>Melanoidina</i>	Utilizado com foco em cervejas com coloração avermelhada, tais como <i>Red Ales</i> e <i>Ales</i> escuras. Pode ser utilizado em até 20% na fórmula do produto e promove melhoria no paladar e corpo da cerveja, além sabor maltado com notas de mel e biscoito.	60 - 80
<i>Caramunich II</i>	Também utilizado para cervejas tipo "Ales" escuras, podendo utilizar-se no máximo 10% deste na fórmula final. Incremento do corpo e notas de biscoito e intensa coloração caramelo, vermelho.	110 - 130
<i>Aveia (não maltada)</i>	Aumenta a sensação de cremosidade na boca. Doses mais elevadas incrementam a turvação desejada em alguns estilos.	N/A

Fonte: AGRARIA (2018).

Para os maltes, entende-se que o critério de escolha dos mesmos deve respeitar dois principais fatores: utilização de maltes específicos para o estilo "Ale", de forma a conferir as características sensoriais desejadas para o produto e utilização de maltes com maior potencial de conferir cor ao produto em menos tempo, dada necessidade em se agilizar o processo de extração dos componentes do cereal (*claim* do projeto).

Ainda com relação aos insumos, o Quadro 5 descreve as características de cada um dos lúpulos selecionados para compor a fórmula final do produto:

Quadro 5: Seleção lúpulos projeto

Lúpulos:	Característica	% α -ácidos
Magnum	Utilizado com foco de promover amargor para a bebida, característico de cervejas do tipo "Ale"	11,0 – 16,0
Chinook	Também utilizado em cervejas "Ales". Possui característica de amargor, porém carrega sensorial amadeirado, característico de cervejas do estilo.	11,0 – 15,0
Citra	Lúpulo utilizado para conferir sabor e aromas característicos de cerveja do estilo. Sua elevada quantidade de óleos confere sabores que remetem amaracujá, e frutas cítricas.	11,0 – 15,0%
Cascade	Também utilizado para conferir aroma característico a cerveja. Confere citricidade específica, trazendo também notas florais	5,5 – 9,0%

Fonte: YAKIMA CHIEF (2018).

Além da escolha de lúpulos tradicionais ao estilo, deve-se ter cuidado com relação a quantidade adicionada para isomerização dos α -ácidos destes, conferindo IBU de acordo com o estimado. Em processos cervejeiros artesanais comuns, a matéria-prima é adicionada durante a etapa de fervura do mosto, sendo padronizado um período de sessenta minutos para completa extração dos componentes, enquanto o processo acelerado requererá uma carga maior de lúpulos para que os mesmos padrões sejam atingidos, dado tempo menor de processo.

Ainda pensando nas matérias-primas essenciais ao processo, tem-se a água e as leveduras. É importante ressaltar que é de suma importância o uso de uma água filtrada e ausente de cloro, respeitando a quantidade descrita em fórmula (PALMER; KAMINSKI, 2013):
 $\text{Água} = 2 * (3,15 * \text{kg malte})$.

A escolha da levedura se deu de acordo com o tipo de fermentação. Por ser tratar de uma cerveja de alta fermentação, foi escolhido o fermento *SafAle™ US-05 (Saccharomyces cerevisiae + Agente Emulsificante: E491)*, o qual promove a fermentação dos açúcares produzidos em álcool, paladar final limpo e média sedimentação final, característico do estilo (FERMENTIS, 2022). O item deve ser adicionado em 40ppm no produto e possui fermentação ótima em 18-28°C.

Com relação aos adjuntos tecnológicos, entende-se como uma possibilidade o uso de sulfatos e cloretos na cerveja. A combinação desses em proporção 2:1 (duas partes de sulfato: uma parte de cloreto) vêm a promover um amargor mais pronunciado na cerveja, além de doçura no paladar, características típicas de uma cerveja deste estilo (PALMER, 2013). Caso a formulação inicial não pronuncie o amargor do lúpulo, dado o curto tempo de fervura, a alternativa pode ser considerada.

Selecionadas as matérias-primas ideais, a formulação prévia referente ao primeiro teste foi concebida, estando disposta no Quadro 6 e devidamente balanceada para um rendimento de 600mL de produto (*target* do projeto):

Quadro 6. Composição *blend* inicial:

Maltes	Receita 600mL (g)	%
Malte <i>Pale Ale</i> (corpo, sabor)	90,0	54,55
Malte Trigo (corpo, sabor)	30,0	18,18
Malte especial <i>Maris Otter</i> (sabor)	15,0	9,09
Malte especial melanoidina (cor)	15,0	9,09
Malte <i>Caramunich II</i> (cor)	12,0	7,27
Aveia não maltada (corpo)	3,0	1,82
Total	165,0	100,0
Lúpulos		
<i>Magnum</i> (amargor)	30,0	37,50
<i>Chinook</i> (amargor)	10,0	12,50
<i>Citra</i> (sabor)	20,0	25,00
<i>Cascade</i> (sabor e amargor)	20,0	25,00
Total	80,0	100,0
Levedura		
SafAle™ US-05 (40ppm)	0,024	0,004**
Total	0,024	100,0
Água		
Água	1000mL****	100,0%
Total	1000	100,0

* Todas as matérias-primas foram pesadas separadamente e depois incluídas em mesmo *blend*, exceto levedura, que foi inoculada após resfriamento.

** Maltes forma moídos, como forma de expor o amido ao ambiente e propiciando a conversão deste em açúcares menores, otimizando a fermentação.

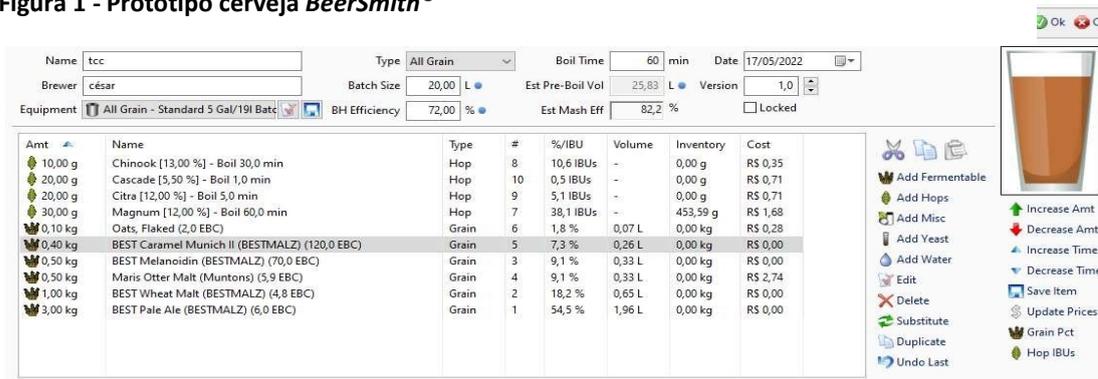
*** Quantidade de levedura adicionada respeita a proporção de 40ppm, indicada pelo fornecedor da cepa.

**** Quantidade calculada conforme fórmula descrita e tendo em vista o rendimento de 600mL de bebida

Fonte: AUTORIA PRÓPRIA.

Utilizando software de elaboração de cervejas BeerSmith®, o qual calcula, prevê e modula os resultados a partir da cuidadosa seleção de insumos de acordo com o estilo selecionado pelo cervejeiro, a bebida final deve ter o perfil disposto em Figura 1.

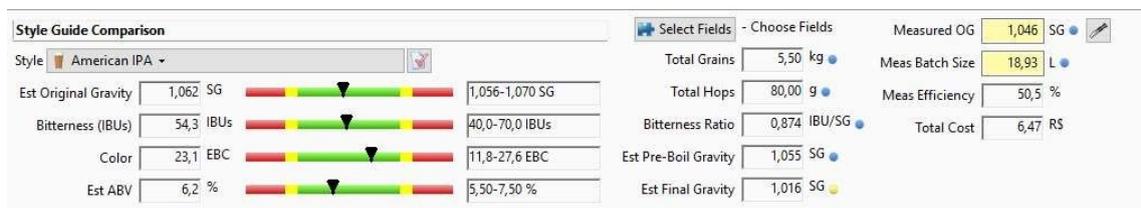
Figura 1 - Protótipo cerveja BeerSmith®



Fonte: Figura do autor. Elaboração software BeerSmith®

Selecionados os insumos e definidas as quantidades de cada um deles, o *software* também calcula o resultado estimado de cada um dos parâmetros de controle (cor, amargor, % de álcool), tomando como referência os valores catalogados dessas matérias-primas de acordo com os fornecedores. A Figura 2 demonstra os valores estimados que a bebida terá a partir do seguimento da fórmula e processo cervejeiro:

Figura 2 - Parâmetros estimados cerveja

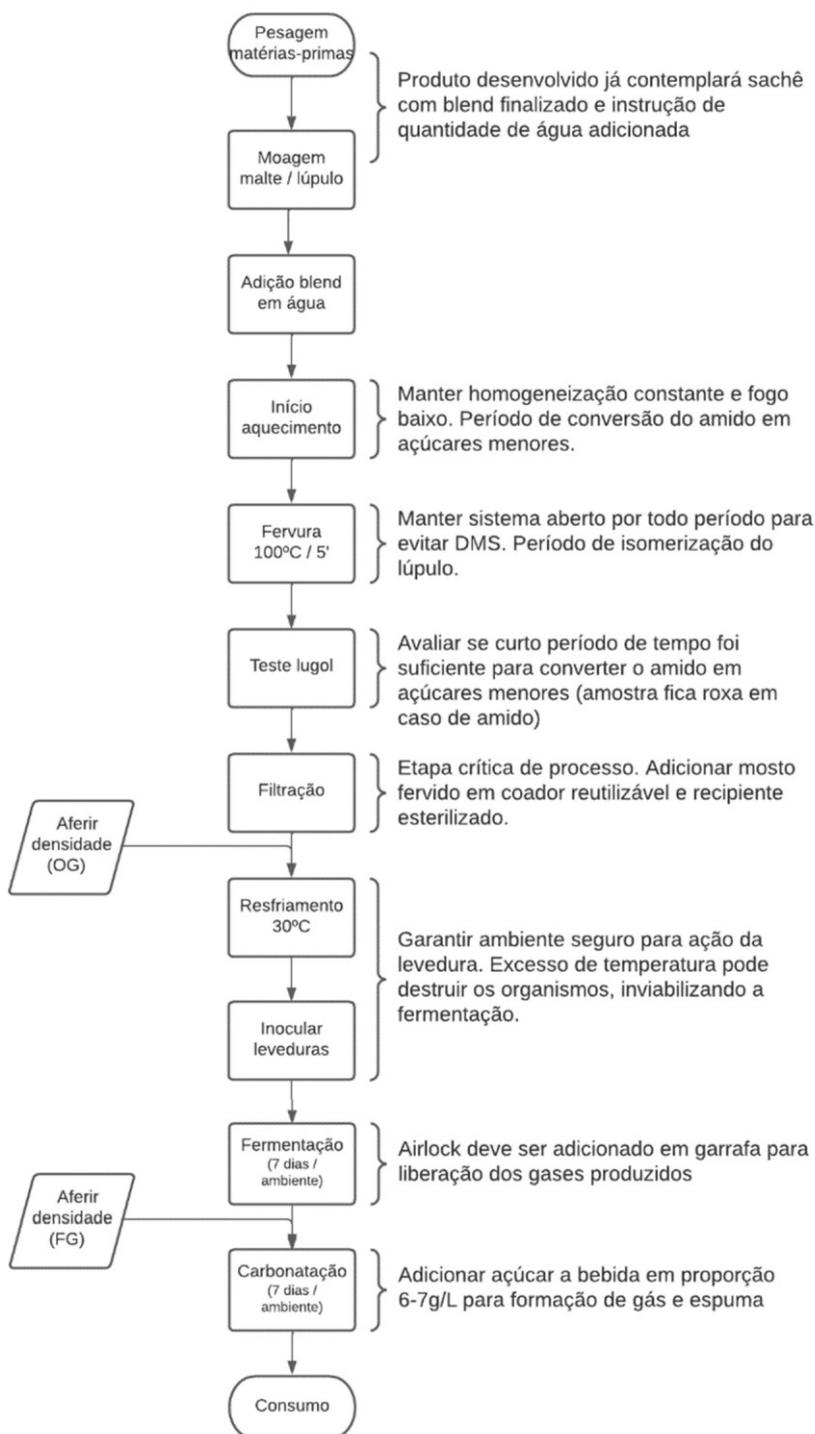


Fonte: Figura do autor. Elaboração software BeerSmith®

Vê-se que a seleção dos insumos e suas devidas quantidades propiciaram a cerveja os parâmetros pré-definidos para o estilo de cerveja desejado. Os resultados desse primeiro teste nortearam os ajustes e definições dos testes posteriores.

Finalizada a concepção da fórmula, definiu-se o processo produtivo dos testes através de diagramação de fluxograma, disposto na Figura 3. Após provisionado o processo produtivo, os testes tiveram sequência:

Figura 3 - Fluxograma processo



Fonte: Figura do autor. Elaboração software Lucidchart.

Para melhor compreender os efeitos de um processo acelerado de produção de cerveja, os seguintes parâmetros de processo foram controlados no decorrer da produção:

Teste de lugol: teste qualitativo para verificar a presença de amido na mistura. Contato do iodo com o mosto, deixa mistura azul, indicando presença do amido. O excesso de amido

na mistura pode ser prejudicial a posterior fermentação.

Densidade inicial (OG): aferida logo após resfriamento do mosto. Indica a quantidade de substâncias fermentáveis e não fermentáveis presentes inicialmente na bebida. É através desse valor obtido e de uma posterior fermentação adequada que os açúcares do mosto se transformam em CO₂ e álcool (PALMER, 2017. p.86), caracterizando a cerveja. Afere-se a densidade através de densímetro, escalado em 1,000 – 1,100.

Densidade final (FG): aferida no final da fermentação, quando o airlock deixar de ter bolhas formadas. Indica a quantidade de substâncias fermentáveis e não fermentáveis presentes após a fermentação. A relação entre OG e FG determina o percentual de álcool da bebida, utilizando-se da fórmula (NOVATNY, 2017):

$$\%ABV = (OG - FG) * 131,25$$

Rendimento: indicador de eficácia da filtração. Utilizada proveta graduada para verificar se o volume de produto obtido condiz com o previamente estipulado, avaliando perdas de processo e absorção em excesso de água pelo malte.

Sensorial: produto deve ter os padrões quantitativos previamente definidos, além de coloração acobreada translúcida, espuma cremosa, amargor presente e sabor cítrico, sem residuais acéticos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Sequenciamento testes - resultados

Foi previamente definida a realização de dois testes com a formulação apresentada no Quadro 6. Caso alterações de formulação fossem provisionadas no decorrer dos testes, a formulação “final” seria repetida em duplicata, de forma a garantir a repetibilidade do produto e dos testes, assim como a eficácia de sua produção caseira acelerada.

No decorrer dos testes foram melhor compreendidas as nuances e dificuldades de um processo de produção de cerveja acelerado, assim como o impacto que o não cumprimento de cada etapa pode causar na performance do produto e resultado sensorial.

O primeiro teste seguiu conforme formulação definida em Quadro 6, não sendo notados quaisquer problemas no decorrer do processo definido exceto pela etapa de filtração (inicialmente concebida em filtro descartável comum (filtro de papel Melitta® 102) a qual, tomou elevado tempo para que fosse finalizada, além de perdas de processo, que resultaram em rendimento final de 300mL. Pensando na agilidade do preparo previsto em *target* e expectativa do consumidor final, a alternativa não foi viável. Para o segundo teste uma peneira doméstica foi contemplada, de forma a agilizar o processo.

Além disso, o teste qualitativo de conversão de amido em açúcares menores apontou a presença de amido no mosto, o que indica que o tempo de aquecimento do produto não foi suficiente para que a conversão se propiciasse, o que pode ser um indicativo de uma posterior fermentação irregular.

Após cumprimento do período de fermentação e carbonatação previamente estipulados, pôde-se fazer a avaliação sensorial do produto, a qual apontou bons resultados em degustação. A Figura 4 mostra o produto após aberto e servido antes de degustação.

Figura 4 - Produto final Teste 1

Fonte: Figura do autor.

Com espuma pouco cremosa, coloração dourada translúcida, sabor maltado, amargor pouco perceptível e notas ácidas, a cerveja atingiu parcialmente os aspectos sensoriais previamente estimados, sendo necessários ajustes de formulação. Considerando que o estilo da bebida pré-definido requer a elaboração de uma cerveja com amargor presente e límpido, além de um melhor arredondamento de sabor, alguns ajustes de formulação foram realizados, contemplando aumento de 5% na quantidade de maltes da fórmulas e 10% na quantidade de lúpulos. A alteração se deu dessa forma visto que a presença do amargor estava pouco presente na bebida, sendo necessário aumentar o recurso que provê a característica a bebida.

A fim de otimizar e acelerar o processo de filtração do mosto, o Teste 2 fundamentou-se em seguir a formulação provisionada em Quadro 6, porém com os aumentos de sólidos previstos acima, utilizando também de peneira doméstica com 1mm de abertura. Conforme esperado, a etapa foi feita de forma mais ágil e rápida, no entanto, o excesso de conteúdo amídico sólido permeado na garrafa impossibilitou que a fermentação ocorresse, visto que as leveduras inoculadas não puderam agir na hidrólise dos açúcares. Após sete dias sem quaisquer alterações no indicador *airlock*, a amostra foi descartada dada ineficácia do teste.

Considerando o resultado insatisfatório obtido no teste anterior, foi dado andamento no Teste 3, o qual contemplou novamente a elaboração de um mosto previsto em Teste 2, utilizando-se dessa vez de um novo filtro (Caiçara® 103 Retornável). A utilização de um filtro retornável – além de viável tecnicamente – também abrange um importante viés de tendência de consumo de alimentos para os próximos anos, o qual envolve a sustentabilidade e a redução de resíduos gerados na produção de alimentos e bebidas, especialmente com o apelo *homemade*.

Os resultados foram satisfatórios. O produto de filtração feita de forma mais eficaz que nos testes anteriores, sem excesso de sólidos permeados na bebida, sendo obtido um *blend* com agilidade em sua elaboração. Após cumprimento com excelência do período de fermentação (com bolhas de ar no *airlock* durante os sete dias, indicando uma fermentação regular) e carbonatação – seguidas conforme fluxograma pré-definido em Figura 3 – pôde-se fazer a avaliação sensorial do produto, a qual apontou melhores resultados de degustação que o Teste 1. A Figura 5 mostra o produto após aberto e servido antes do consumo.

Figura 5 - Produto final Teste 3.



Fonte: Figura do autor.

O resultado apontou uma bebida com perfil límpido, coloração âmbar-avermelhada, amargor ainda pouco marcante e presença de álcool no paladar, indicando que as etapas de extração dos componentes do malte, filtração, fervura e fermentação foram parcialmente satisfatórias, atingindo um perfil de bebida próximo do desejado.

Como ponto de atenção para o teste em questão fica a falta de repetibilidade no que diz respeito a carbonatação e formação de espuma da bebida. Vê-se, conforme Figura 5 que a bebida não teve formação de espuma pós serviço, um indicativo de uma inoculação irregular de leveduras e/ou um fechamento irregular da garrafa, propiciando o escape dos gases da carbonatação para o ambiente e deixando a cerveja sem gás e espuma.

Dados os bons resultados do Teste 3, o teste posterior (Teste 4) teve o intuito de manter a mesma quantidade de maltes e lúpulos do teste anterior, mantendo também os mesmos parâmetros de processo e avaliando a repetibilidade do produto final, entendendo se é factível sua produção caseira.

Apesar de a formulação ser a mesma respeitada nos Testes 2 e 3, para melhor pronunciar o amargor da bebida, foi contemplado um acréscimo 0,02% do total estimado de rendimento da bebida de CaSO_4 (sulfato de cálcio) e 0,01% de CaCl_2 (cloreto de cálcio) para ajudar arredondar o sabor.

A relação de sulfatos e cloretos é dita por (PALMER, 2017, p.336) como recurso utilizado para colaborar no perfil da cerveja e, em se tratando de um estilo em que o amargor deve prevalecer, é recomendado a adição de 150 – 200ppm (ou 0,015% a 0,020%) desse íon na bebida. Ainda segundo Palmer, a combinação do íon com cloretos em proporção 2:1 favorece o aspecto sensorial, colaborando também com a doçura da bebida.

Como ponto de atenção para o teste em questão, tem-se o baixo rendimento (35% abaixo do esperado) da bebida, dessa vez ocasionado pela moagem ineficiente dos grãos antes de dar início ao teste, fazendo com que os grãos absorvessem elevada quantidade de água e deixassem o produto abaixo do estimado.

Os demais parâmetros do teste foram devidamente respeitados e o processo seguiu de forma satisfatória, sendo obtido um produto de perfil sensorial dentro do esperado, dessa vez com amargor marcante e espuma cremosa, conforme Figura 6.

Figura 6 - Produto final Teste 4

Fonte: Figura do autor.

Dados os bons resultados obtidos no teste anterior e a fim de validar os resultados, um novo teste foi concebido (Teste 5), tomando como base a realização da mesma fórmula e processo feitos no teste anterior, garantindo a estabilidade do produto elaborado.

Seguindo conforme o fluxograma estabelecido e após cumprida todas as etapas, foi obtido um produto com mesmo perfil do teste anterior, com sabor e aroma marcantes, formação de espuma satisfatória e com bom rendimento final. A Figura 7 aponta o produto após serviço:

Figura 7 - Produto final Teste 5

Fonte: Figura do autor.

Para todos os testes, o processo de fermentação durou sete dias, conforme provisionado e em momento quando formação de bolhas no airlock findou. Para todos os testes, foi respeitada a relação de seis gramas de sacarose a cada litro de bebida obtido, tendo sua quantidade variando de acordo com o rendimento de cada teste, culminando em formação de espuma e gases na cerveja.

Além disso, tomou-se cuidado especial com relação ao serviço da cerveja no copo, padronizando a temperatura de serviço da bebida para 4°C, temperatura ideal para avaliação sensorial de cervejas (INSTITUTO ADOLF LUTZ, 2008). A dosagem da bebida dentro do copo também teve de ser feita de forma cautelosa, evitando que a levedura sedimentada fosse adicionada a bebida, prejudicando a cor e o sabor.

Em suma, os resultados de processo seguem conforme Quadro 7:

Quadro 7. Resultados testes

	Padrão BJCP	Teste 1	Teste 2	Teste 3	Teste 4	Teste 5	
Objetivo	-	Teste piloto	Filtração peneira. Aumento malte e lúpulo.	Filtração filtro retornável	Uso sulfato:cloreto	bilidade T4	
Teste lugol	ativo para amido	Positivo para amido	ativo para amido	ativo para amido	ativo para amido	ativo para amido	
Densidade inicial (OG)	1,056 - 1,070	1,052	1,053	1,057	1,058	1,057	
Densidade final (FG)	1,016	1,028	-	1,021	1,020	1,022	
% ABV	5,50 - 7,50	3,15	-	4,73	4,99	4,59	
Rendimento (mL)	esperado 600mL	300	600	600	400	600	
Sensorial	Cor	Âmbar- avermelhado, límpida	âmbar, turva	Teste insatisfatório. Fermentação não ocorreu.	Âmbar, límpida	Âmbar, límpida	Âmbar, límpida
	Sabor	Amargor pronunciado, notas cítricas e florais.	Amargor pouco presenciado, perfil adocicado		Amargor pouco presenciado	Amargor melhor presenciado (ainda abaixo do desejado), dulçor do malte presente.	Amargor melhor presenciado (ainda abaixo do desejado), dulçor do malte presente.
	Aroma	Floral, cítrico.	Floral, cítrico. Satisfatório.		floral, cítrico. Satisfatório.	floral, cítrico. Satisfatório.	floral, cítrico. Satisfatório.
	Corpo	Espuma média, coloração branca ou bege	Espuma presente, porém, pouco cremosa		Formação de gás pouco notada, espuma pouco notória.	Formação de gás satisfatórias, espuma cremosa. Satisfatório.	Formação de gás satisfatórias, espuma cremosa. Satisfatório.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Nota-se que o processo acelerado não é capaz de quebrar todas as cadeias de amido presentes nos maltes adicionados o que pode ser um eventual problema pensando em uma fermentação regular da bebida. Verifica-se, de forma mais pronunciada em Teste 1, que a cerveja apresentou perfil “doce”, o qual pode estar relacionado a uma possível autólise da levedura (destruição de tecido vivo ou morto por enzimas e células do próprio organismo) durante a etapa, fazendo com que os açúcares não tenham sido quebrados devidamente, sendo mantido um dulçor pronunciado no paladar (KUCK, 2008; TEIXEIRA, 2009).

Corroborar a hipótese de uma fermentação irregular do Teste 1 dados os resultados de densidade e percentual de álcool obtido após a fermentação, visto que era esperado um valor próximo a 6,0%, sendo obtido metade desse valor.

Fatores sensoriais da bebida foram corrigidos no decorrer dos testes, considerando aumento na carga de matérias-primas, adição de adjuntos cervejeiros e otimização de processos, os quais resultaram em uma bebida com perfil sensorial de acordo com o esperado

e estimado através da utilização de sistema específico de formulação de cervejas. Após o Teste 5, pôde-se ver um resultado de bebida estável, sem quaisquer alterações e dificuldades no processo, sendo um produto apto para consumo. A utilização do software BeerSmith® na concepção da fórmula inicial foi de fundamental importância para que o balanceamento da fórmula fosse fundado de forma satisfatória, sendo obtido um produto com perfil similar ao planejado.

Elenca-se uma dificuldade em isomerizar totalmente os lúpulos adicionados, dado curto tempo de fervura do mosto, considerando que o perfil sensorial da bebida ainda requer um amargor mais pronunciado. Foi possível melhorar a condição através do uso do sulfato de cálcio, porém a utilização de lúpulos pré-isomerizados pode vir a ser benéfica para avaliações posteriores.

Do ponto de vista físico-químico e dentro dos parâmetros pré-estabelecidos que seriam acompanhados no decorrer dos testes, vê-se que há uma linearidade com relação aos resultados obtidos em comparação ao que é estipulado pelos órgãos oficiais de definição de estilos cervejeiros, sendo obtida uma bebida fiel ao estilo, pensando em fatores fermentativos (relação entre OG e FG). Já o percentual de, álcool estimado após finalizada a fermentação, não atingiu o valor desejado em nenhum dos testes, estimado após escolha do estilo cervejeiro a ser elaborado, inferindo-se que isso ocorreu em decorrência de uma baixa carga de açúcares fermentescíveis disponíveis para as leveduras iniciarem o processo de fermentação, sendo necessária adição de uma carga de açúcares com cadeias menores no mosto, não apenas maltes com elevadas cargas de amido, apontadas no teste de lugol de todas as avaliações. Para sequenciamento do projeto, a utilização de maltes pré-gelatinizados pode vir a ser uma alternativa que melhore o ponto de atenção pontuado.

Demais fatores como coloração (determinada como EBC) e amargor (determinada através do IBU) só podem ser calculados através de análises espectrofotométricas (CHRISTENSEN; LADEFOGED; NØRGAARD, 2005).

4.2 Avaliação regulatória

Considerando a Resolução RDC nº 429, de 08 de outubro de 2020, o rótulo do produto deve contemplar os dizeres obrigatórios para comercialização de tal item, dentro dos quais se encontram a denominação de venda do alimento, lista de ingredientes, conteúdos líquidos, identificação de origem, nome ou razão social, identificação do lote, prazo de validade e instruções sobre o preparo e uso do alimento, quando necessário (ANVISA, 2020).

Por se tratar de um desenvolvimento dado como novidade em mercado, a definição do nome foi feita por meio do tipo de produto, somado a sua forma de apresentação, qual sua finalidade e uma característica específica, sendo definido como “MISTURA EM PÓ PARA PREPARO DE CERVEJA TIPO AMERICAN IPA”.

Ainda atendendo a legislação vigente, será disponibilizado em rótulo também os ingredientes do produto (malte, lúpulo, levedura *saccharomyces cerevisiae* e sais sulfato e cloreto de cálcio), tratando-se de um pacote de 203,4g de produto, e demais informações previamente mencionadas e obrigatórias de acordo com legislação vigente. Quanto a instrução de preparo, cada sachê de produto será acompanhado de bula cartonada com descrição do processo produtivo para o consumidor final, discriminados na Figura 8.

Figura 8. Bula instrução produto

**AMERICAN IPA
QUICK STYLE**

Beer

**CHEGOU A SUA HORA DE FAZER
CERVEJA. BORA?**

DO QUE VOCÊ PRECISA?

- Kit produção iniciante
- "Sachêrveja" American IPA (mix de pós e levedura)

COMO É QUE FAZ?

- Coloque 1 litro de água em panela
- Coloque seu "sachêrveja" e inicie aquecimento (em fogo baixo)
- Quando começar a ferver, conte 5 minutos;
- Desligou o fogo? Agora transfira o conteúdo da panela para o filtro e aguarde a finalização.
- Filtrou? Hora de resfriar! Coloca o produto filtrado no freezer até chegar em 30°C;
- Adicione a levedura em um pouco de água mineral. (nessa parte, borrife bastante álcool, não deixe a cerveja contaminar);
- Transfira a cerveja e a levedura para a garrafa. Coloque a rolha com o airlock, adicione água dentro e deixa a magia acontecer!

HORA DA PACIÊNCIA

- Aguarde 7 dias, veja as bolhas subindo e a cerveja tomar forma.
- Depois desse tempo, adicione 3gramas de açúcar, feche com rolha, aguarde mais 7 dias e pronto! Chegou sua hora!

Fonte: elaborada pelo autor. Elaborada em software Canva®

5 CONCLUSÕES

O projeto apontou resultados satisfatórios em sua elaboração. Considera-se factível a elaboração de uma pré-mistura em pó para preparo acelerado de cerveja, considerando o uso de maltes, lúpulos e adjuntos tecnológicos, os quais, após infundidos em elevada temperatura, filtrados e resfriados, podem, após adição da levedura, conceber uma bebida com características similares a cervejas artesanais atualmente presentes no mercado, considerando fatores físico-químicos e sensoriais, sendo preparado de forma fácil e rápida.

A disposição de item em sachê (desenvolvido em embalagem adequada) traz aspecto de facilidade na produção, favorecendo a conveniência do produto e a exaltação de um produto *homemade*, tendência de mercado procurada nos últimos anos, além de custo acessível, e extensa possibilidade no desenvolvimento de novos itens para o portfólio, não se limitando apenas ao American IPA, desenvolvido nesse artigo. Enfatiza-se que há uma necessidade de aquisição de kit com utensílios pontuais para primeira produção cervejeira, tratando-se de materiais retornáveis e/ou de fácil aquisição.

Vê-se como positivo o uso de um filtro de maior porosidade para facilitar a filtração do produto após fervura, além de tratar-se de um utensílio que pode ser reutilizável, atendendo também o *claim* de sustentabilidade, tão almejado pelos consumidores.

Como pontos de melhoria e aperfeiçoamento para continuidade do projeto, há a



necessidade de melhorar a disposição de açúcares fermentescíveis às leveduras após resfriamento, visto que em nenhum dos testes o percentual de álcool desejado foi atingido, inferindo que o tempo de aquecimento pré-definido não foi suficiente para que as cadeias de amido fossem rompidas, dificultando a fermentação regular e não atingindo o valor estimado. O uso de maltes pré-gelatinizados pode ser um fator decisivo no processo, visto que podem prover melhores condições para que o processo acelerado seja favorecido.

Além disso, para melhor pronunciar o amargor da bebida, há possibilidade em se utilizar lúpulos previamente isomerizados ou em forma de extrato, não sendo o curto tempo de fervura um agravante para a isomerização dos α -ácidos do ingrediente e provendo rapidamente o amargor a bebida.

A factibilidade do desenvolvimento do produto também é corroborada nos aspectos regulatórios, adequando o produto como “MISTURA EM PÓ PARA PREPARO DE CERVEJA TIPO AMERICAN IPA”.

REFERÊNCIAS

AGRARIA MALTE. **Catálogo de Produtos – Maltes**. Brasil, 2018. (Catálogo comercial).

ANVISA. **RESOLUÇÃO DE DIRETORIA COLEGIADA - RDC Nº 429**. Imprensa Nacional. Brasília, DF, 8 out. 2020. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-de-diretoria-colegiada-rdc-n-429-de-8-de-outubro-de-2020-282070599>. Acesso em: 1 dez. 2022.

AQUARONE, U. et al. **Biotecnologia industrial**. São Paulo: Edgard Blücher, Reimpr, 2001. BEER JUDGEMENT CERTIFICATION PROGRAM (BJCP). **Style Guidelenes - Beer**. 17 fev. 2021. Disponível em: <https://www.bjcp.org/style/2021/beer/>. Acesso em 06 jun. 2022.

BORTOLI, D. A. DA S. et al. Leveduras e produção de cervejas - Revisão. **Bioenergia em Revista:Diálogos**, v. 3, n. 1, p. 45–58, 31 jul. 2013.

BRUGNARO, A. **TOP 10 DAS CERVEJAS MAIS VENDIDAS NO MUNDO**. Disponível em: <https://infobeer.com.br/curiosidades/top-10-das-cervejas-mais-vendidas-no-mundo/>. Acesso em: 30 maio. 2022.

CERVEJA Leuven diverte com rótulo em RA. **Revista Beer Art**. São Paulo, 07 jan. 2018. **CervejaLeuven diverte com rótulo em Realidade Aumentada**. Disponível em: <https://revistabeerart.com/news/leuven-realidade-aumentada>. Acesso em: 12 jun. 2022.



CHRISTENSEN, J.; LADEFOGED, A. M.; NØRGAARD, L. Rapid Determination of Bitterness in Beer Using Fluorescence Spectroscopy and Chemometrics. **Journal of the Institute of Brewing**, v. 111, n. 1, p. 3–10, 2005.

DURELLO, R.; SILVA, L.; BOGUSZ JR., S. QUÍMICA DO LÚPULO. **Química Nova**, v. 42, n. 8, 2019. Disponível em: <http://static.sites.s bq.org.br/quimicanova.s bq.org.br/pdf/RV20190148.pdf>. Acesso em: 19 jul. 2022.

FERMENTIS – LESAFFRE FOR BEVERAGES. **Ficha Técnica – Levedura SafAle™ US-05**. França, 2022. (Ficha Técnica produto)

FORSYTH, J. **Conheça dez cervejas inovadoras ao redor do mundo | Mintel.com**. 15 nov. 2018. Disponível em: <https://brasil.mintel.com/blog/noticias-mercado-alimentos-bebidas/conheca-dez-cervejas-inovadoras-ao-redor-do-mundo>. Acesso em: 14 jun. 2022.

FREITAS, C. F. **Vendas de cerveja alcançam 14,3 bilhões de litros no Brasil em 2021**. 11 fev. 2022. Disponível em: <https://catalisi.com.br/vendas-de-cerveja-brasil-em-2021/>. Acesso em: 5 maio. 2022.

GAZETA, A. **Consumo de cerveja artesanal aumenta no país; veja os diferenciais**. 02 mar. 2022. Disponível em: <https://www.agazeta.com.br/colunas/clube-a-gazeta/consumo-de-cerveja-artesanal-aumenta-no-pais-veja-os-diferenciais-0322>. Acesso em: 22 abr. 2022.

GOODWIN, J. A. S.; FINLAYSON, J.M.; LOW, E. W. **A further study of the anaerobic biotreatment of malt whisky distillery pot ale using an USAB system**. *Bioresource Technology*, v. 78, p.155-160, 2011

INSTITUTO ADOLF LUTZ. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos -4ª Edição 1ª Edição Digital**. [s.l: s.n.]. Disponível em: http://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016_3_19/analisedealimentosial_2008.pdf. Acesso em: 16 out. 2022.

JANSON, L. W. **Brew chem 101 : the basics of homebrewing chemistry**. Pownal, Vt.: Storey Communications, 1996.

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

JUNIOR, L. C. **5 cervejas para entender as IPAs**. *Cervejar*, 2022. Disponível em: <https://cervejar.com/5-cervejas-para-entender-as-ipas/>. Acesso em: 6 jul. 2022.

KUCK, Luiza Siede. **Cerveja: Sabor e Aroma**. Pelotas: UFPEL, 2008. 46p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Química de Alimentos) – Departamento de Ciências dos Alimentos. Universidade Federal de Pelotas, 2008. LAMSAL, B. P.; WANG, H.;



JOHNSON, L. A. Effect of Corn Preparation Methods on dry-grind Ethanol Production by Granular Starch Hydrolysis and Partitioning of Spent Beer Solids. **Bioresource Technology**, v. 102, n. 12, p. 6680–6686, jun. 2011. Acesso em: 30 jun. 2022.

MAPA. Mercado cervejeiro cresce no Brasil. **Gov.br**. Brasília, 06 ago. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/agricultura-e-pecuaria/2021/08/mercado-cervejeiro-cresce-no-brasil-e-aumenta-interesse-pela-producao-nacional-de-lupulo-e-cevada#:~:text=Em%202020%2C%20o%20Brasil%20chegou>. Acesso em: 12 jun. 2022.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Decreto nº 6871, de 4 de junho de 2009. Dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 05 jun. 2009. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Decreto/D6871.htm. Acesso em: 26 maio. 2022.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA. Instrução Normativa Nº 65, de 10 de dezembro de 2019. Estabelece os padrões de identidade e qualidade para os produtos de cervejaria. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 10 dez. 2019. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-65-de-10-de-dezembro-de-2019-232666262>. Acesso em: 12 maio. 2022.

MINTEL aponta o Brasil como o 2º país mais inovador no mercado de cervejas artesanais. **Revistada Cerveja**. Porto Alegre, 26 set. 2018. Disponível em: <https://revistadacerveja.com.br/mintel-aponta-o-brasil-como-o-2o-pais-mais-inovador-no-mercado-de-cervejas-artesanais/>. Acesso em: 13 jun. 2022.

NOVOTNY, P. Revisiting The Refractometer: Improved fermentation monitoring through refractometry. *Zymurgy* 2017, 40 (4), 48–54.

PALMER, J. J. **How to Brew** : everything you need to know to brew great beer every time. 4. ed. Boulder, Colorado: Brewers Publications, a Division of the Brewers Association, 2017.

PALMER, J. J.; KAMINSKI, C. **Water** : a comprehensive guide for brewers. Boulder, Colo.: Brewers Publ, 2013.

RIBEIRO, B. M. G. **Optimização energética da etapa de ebulição do mosto, mantendo a estabilidade coloidal da cerveja**. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/57588/1/000136529.pdf>. Acesso em: 22 maio. 2022.

ROSA, N. A.; AFONSO, J. C. A Química da Cerveja. **Química Nova na Escola**, v. 37, n. 2, 2015.

SALUNKHE, D. K.; CHAVAN, J. K. **Dietary Tannins**. 4. ed. [s.l.] CRC Press, 1989. v. 24p. 401–449.



SILVA, M. F. D. C. **A Bebida De Ninkasi Em Terras Tupiniquins: Uma Abodagem Teórica Da Química De Diferentes Cervejas.** [s.l.] INSTITUTO DE QUÍMICA UFF, 2020. Disponível em: https://app.uff.br/riuff/bitstream/handle/1/22159/MFC_2019-2_Marcos_Felipe_da_Costa_Silva.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 12 maio. 2022.

SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DA CERVEJA. **Tipos De Cerveja.** Jan. 2019. Disponível em: <https://www.sindicerv.com.br/tipos-de-cerveja>. Acesso em: 22 maio. 2022.

STACHEWSKI, A. L. Coronavírus: como a indústria de alimentos inovou na pandemia. **Época Negócios, Rio de Janeiro**, 27 jan. 2021. Disponível em: <https://epocanegocios.globo.com/Podcast/Negnews/noticia/2021/01/coronavirus-como-industria-de-alimentos-inovou-na-pandemia.html>. Acesso em: 23 dez. 2022.

TEIXEIRA, Lilian Viana. **Análise Sensorial na Indústria de Alimentos.** Instituto de Laticínios Cândido Tostes, Minas Gerais, v. 64, n. 366, p. 12-21, jan/fev. 2009.

TSCHOPE, E.C. **Microcervejarias e cervejarias: A história, a arte e a tecnologia.** 1st ed. Aden: São Paulo: 2001. 223p.

YAKIMA CHIEF HOPS. **Catalog Products – Hops.** United States of America, 2022. (Catálogo comercial).

AGRADECIMENTOS

Dizia o poeta: “A natureza é grande nas coisas grandes, e enorme nas coisas pequenas”.

Considero de fundamental importância agradecer a rede SENAI pela oportunidade dada para concepção do trabalho. Todo o suporte dado no decorrer das aulas e durante a elaboração desse artigo foram de fundamental importância para que o projeto evoluísse de forma satisfatória e atingisse os objetivos pré-estabelecidos.

Agradeço aos docentes, que tanto contribuíram para que essa jornada fosse concluída, em especial a professora Maria Luiza Marchiori Visintin Formigoni, que incentivou e colaborou para que o projeto fosse possível.

Agradeço a minha namorada, Ligia Felipe Fragallo, a quem tanto me ajudou na elaboração desse artigo, sem você, certamente não seria possível.

Agradeço a toda minha família, destacando especialmente meus maiores incentivadores: Hilda Sória, Anna Beatriz Martini, José Eduardo Martini e Gabriel Sória. Dedico toda minha jornada acadêmica a vocês.

Agradeço a meus colegas que me acompanharam durante toda a jornada na pós-graduação, Eduardo Pereira, Paulo Rogério e Rebeca Martinez. Todo o conhecimento compartilhado por vocês foi fundamental para que chegássemos aqui.

Aproveito o ensejo e deixo meu agradecimento póstumo especial a Maria Aparecida e Valdir Mariano, a quem certamente estão felizes e orgulhosos, onde quer que estejam.

Acima de tudo, agradeço a Deus pelo dom da vida e pelas graças concedidas. Que possa sempre ser capaz de estudar, fazer o que amo, e trabalhar para disseminar conhecimento para todos, sem barreiras.

SOBRE OS AUTORES:

ⁱ CÉSAR SÓRIA MARTINI



Possui graduação em Engenharia de Alimentos pelo Centro Universitário Padre Anchieta (2019), Pós-graduação em Desenvolvimento de Novos Produtos Alimentícios pela Faculdade SENAI de Tecnologia Horácio Augusto da Silveira (2022). Tem experiência na área de Pesquisa e Desenvolvimento e Aplicações, com foco específico em produtos de panificação e confeitaria. É Analista de Aplicações Pleno na empresa Ingredion Incorporated, atuando junto ao time regional (South America) na elaboração de soluções de novos produtos para clientes utilizando do portfólio de matérias-primas da companhia para criar, desenvolver, melhorar e aperfeiçoar produtos de panificação, tais como biscoitos, bolos, pães e recheios.

ⁱⁱ ALAN TAVELLA



Possui graduação em Farmácia e Bioquímica. Especialista em Segurança de Alimentos. Pós-graduado em Higiene e Tecnologia de Produtos de Origem Animal, Gestão de Projetos e Inovação e em Bioquímica. Atualmente é mestrando em Biotecnologia. Atualmente atua como docente nos cursos de Graduação e Pós-graduação na Faculdade SENAI-SP – Campus Horácio Augusto da Silveira. <https://orcid.org/0009-0007-2701-7995>

iii JOYCE REGINA DE BARROS

Possui graduação em Engenharia de Alimentos pelo Instituto Mauá de Tecnologia (1998), graduação em Licenciatura em Matemática - Resolução 2 de 01/07/2015, especialização em Engenharia de Processos Industriais pelo Instituto Mauá de Tecnologia (2004), especialização em Vigilância Sanitária de Alimentos - USP (2000), especialização em MBA de Ações e Stock Picking - IBMEC (2021), mestrado em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos pelo Instituto Mauá de Tecnologia (2009). Atualmente é professora da Faculdade SENAI São Paulo Campus Horácio Augusto de Silveira (Barra Funda - SP) nos cursos Técnico em Alimentos, Tecnólogo de Alimentos e Pós-graduação em Desenvolvimento de Novos Alimentícios. <https://orcid.org/0009-0003-8072-5545>

iv SANDRA EMI KITAHARA

Possui graduação em Engenharia de alimentos pela Faculdade de Engenharia de alimentos (FEA) da UNICAMP. Possui mestrado e doutorado em Ciência dos alimentos pela Faculdade de Ciências Farmacêuticas (FCF) da USP. Atualmente é docente do curso superior da Faculdade de Tecnologia dos alimentos da Faculdade SENAI Barra Funda. <https://orcid.org/0009-0003-8220-7119>

v MARIA LUIZA MARCHIORI VISINTIN FORMIGONI

Possui graduação em Engenharia de Alimentos (2001) e Mestrado em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos (2010) pelo Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia, Doutorado em Ciências na área de Tecnologia Nuclear de Aplicações (2018) pelo Instituto de Pesquisas Energéticas Nucleares. Atualmente é coordenadora no curso de Tecnologia em Alimentos e nos cursos de Pós-graduação em Gestão da Qualidade e Segurança dos Alimentos e em Desenvolvimento de Novos Produtos Alimentícios. <https://orcid.org/0009-0008-2519-0003>