

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL**  
**UNIDADE UNIVERSITÁRIA EM PORTO ALEGRE**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E**  
**BIOTECNOLOGIA**

**MARIA CELINA MACHADO DE MEDEIROS**

**AVALIAÇÃO DE DIFERENTES PROPORÇÕES DE SUCO NA**  
**ELABORAÇÃO DE UMA FRUIT BEER DE UVA**

**Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso II**

**PORTO ALEGRE**

**2023**

**MARIA CELINA MACHADO DE MEDEIROS**

**AVALIAÇÃO DE DIFERENTES PROPORÇÕES DE SUCO NA  
ELABORAÇÃO DE UMA FRUIT BEER DE UVA**

**Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso II**

**Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso II apresentado à Universidade Estadual do Rio Grande do Sul como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia.**

**Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Ma. Cristiane Cassales Pibernat**

**PORTO ALEGRE**

**2023**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

M488a Medeiros, Maria Celina Machado de.

Avaliação de diferentes proporções de suco na elaboração de uma Fruit Beer de uva. / Maria Celina Machado de Medeiros. – Tapes, 2023.

47 f.; il.; color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Curso de Bacharelado em Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia, Unidade em Porto

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Lucy Anne R. de Oliveira - CRB10/1545.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Ilustração de coloração de cerveja pela escala EBC .....	23
Figura 2 - Aquecimento da água .....	25
Figura 3 - Adição do malte na panela, rampa 1 .....	26
Figura 4 - Início da rampa 2 .....	26
Figura 5 - Após a filtração do mosto e lavagem do bagaço .....	27
Figura 6 - Fim da fervura.....	27
Figura 7 - Lavagem da uva .....	29
Figura 8 - Resultado da uva macerada .....	29
Figura 9 - Medida do grau Brix do suco de uva .....	29
Figura 10 - Coloração das amostras.....	37
Figura 11 - Fruit beer 20% servida em copo .....	38

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Quadro de enzimas importantes que atuam na mosturação. ....	19
Tabela 2 - Dados das variedades de lúpulo empregadas .....	24
Tabela 3 - Dados de pH e densidade durante a mostura .....	33
Tabela 4 - Análise da fermentação.....	34
Tabela 5 - Valores de densidade do produto e pH .....	34
Tabela 6 - Resultados de concentração de glicose e etanol. ....	35
Tabela 7 - Valores de glicose residual.....	36
Tabela 8 - Extratos .....	36
Tabela 9 - Valores de EBC .....	37
Tabela 10 - Aromas e sabores.....	38

## LISTA DE EQUAÇÕES

<b>Equação 1 - Equação da reta da glicose .....</b>	<b>31</b>
<b>Equação 2 - Equação da reta do etanol.....</b>	<b>31</b>
<b>Equação 3 - Cálculo do extrato real.....</b>	<b>31</b>
<b>Equação 4 - Cálculo do extrato primitivo .....</b>	<b>31</b>
<b>Equação 5 - Cálculo do extrato aparente .....</b>	<b>32</b>

## RESUMO

O presente trabalho apresenta uma opção de receita desenvolvida para atender a um nicho de consumidores não tradicionais no mercado de cervejas. A bebida criada possui características de cerveja, mas sem o amargor tradicional, atraindo um público menos exigente que busca uma bebida com sabor mais frutado e adocicado. Para alcançar essas características, foram considerados diversos fatores na elaboração da receita. Foi selecionada uma fruta convencional e adocicada, a uva; determinada o momento da adição do lúpulo durante a mostura; além da quantidade de suco de uva a ser adicionado após a fermentação; e análises classificatórias da bebida. Os resultados indicaram que uma concentração de 20% de suco de uva na produção da *fruit beer* se mostrou melhor, apresentando maior drinkabilidade, ausência de aromas residuais e *off-flavors*, além de uma atraente coloração rosada.

**Palavras-chave:** Levedura. Cevada. Malte. Bebida. Uva Niagara. Mosto.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>12</b>
2.1 OBJETIVO GERAL .....	12
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS .....	12
<b>3 JUSTIFIVATIVA</b> .....	<b>13</b>
<b>4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>14</b>
4.1 ÁGUA .....	14
4.2 MALTE .....	14
4.2.1 <i>Tipos de malte</i> .....	15
4.3 LEVEDURA .....	16
4.4 LÚPULO .....	17
4.5 MOSTURA .....	19
4.6 FERMENTAÇÃO .....	21
4.8 MATURAÇÃO .....	21
4.7.1 <i>Fermentação Secundária</i> .....	21
4.7.2 <i>Armazém frio</i> .....	22
4.8 ANÁLISE COLORIMÉTRICA .....	23
<b>5 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>24</b>
5.1 CARACTERÍSTICAS DA RECEITA .....	24
5.2 SELEÇÃO DO LÚPULO .....	24
5.3 BRASSAGEM .....	24
5.4 SELEÇÃO DA CEPA .....	28
5.5 MOSTURA DO SUCO DE UVA .....	28
5.6 ADIÇÃO DO SUCO DE UVA AO FERMENTADO DE CEVADA .....	30
5.7 MATURAÇÃO .....	30
5.8 DETERMINAÇÃO DO TEOR ALCOÓLICO E CONCENTRAÇÃO DE GLICOSE .....	30
5.9 ANÁLISE DE EXTRATOS .....	31
5.9.1 <i>Extrato Real</i> .....	31
5.9.2 <i>Extrato Primitivo</i> .....	31



5.9.3 Extrato Aparente .....	32
5.10 ANÁLISE DE COLORAÇÃO .....	32
<b>6 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>33</b>
6.1 ANÁLISES DURANTE A MOSTURA.....	33
6.2 CONTROLES DURANTE A FERMENTAÇÃO.....	33
6.3 ANÁLISE DO PRODUTO FINAL .....	34
6.4 DETERMINAÇÃO DO GRAU ALCOÓLICO E DA CONCENTRAÇÃO DE GLICOSE .....	35
6.5 RESULTADO DO CÁLCULO DOS EXTRATOS .....	36
6.5 RESULTADOS DA ANÁLISE COLORIMÉTRICA.....	36
6.6 AROMAS E SABORES .....	38
<b>7 CONCLUSÃO .....</b>	<b>39</b>
<b>8 PRESPECTIVAS FUTURAS.....</b>	<b>40</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>41</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>43</b>
ANEXO A .....	43

## 1 INTRODUÇÃO

A maioria dos historiadores concorda que o ser humano pré-histórico abandonou a vida nômade de caçador-coletor ao desenvolver as primeiras técnicas de agricultura, para iniciar o cultivo de grãos e posteriormente o desenvolvimento de sociedades e a organização social conhecida hoje. A possibilidade de cultivar cereais (sorgo, cevada, trigo), que podem ser secos, e armazenados por longos períodos, permitiu a fixação dos grupos humanos, desobrigando assim que a locomoção excessiva em busca de alimento fosse reduzida. Os primeiros campos de cultivo surgiram no oeste da Ásia por volta do ano 9000 a.C. (MORADO, 2017.). Com o surgimento da agricultura outras tecnologias surgiram como o cozimento dos alimentos, e com isso o surgimento e a estreia da cerveja.

Com o passar dos anos um grande número de diferentes tipos ou estilos de cerveja são produzidos no mundo. Em particular, a cerveja Lager é um estilo clássico que representa mais de 90% das cervejas produzidas. Sua fermentação é realizada por leveduras de baixa fermentação a baixas temperaturas (8 a 15 °C), seguidas de um período de armazenamento em condições de refrigeração (-1 a 4 °C) para estabilizar a cerveja e melhorar seu perfil sensorial. A cerveja Lager é caracterizada por uma cor dourada pálida com notas sensoriais moderadas de malte e amargor médio-baixo relacionado ao lúpulo (MARIN *et al.*, 2021). Outro estilo de cerveja muito relevante é a cerveja Ale (*Saccharomyces Cerevisiae*), que possui características fermentativas diferentes da Lager, os estilos fermentados por leveduras do tipo Ale possuem uma faixa de temperatura de fermentação mais elevada e mais resistência a produção de etanol em comparação com a *Saccharomyces Pastorianus* (Lager).

O programa de certificação *Beer Judge* é uma organização que estabelece as especificações para cervejas especiais obtidas por mudanças de estilos clássicos ou adição de novos estilos, seja pela adição de novos ingredientes distintos ou pelo desenvolvimento de métodos alternativos. Ou seja, a categoria *fruit Beer* é para cerveja feita com qualquer fruta ou combinação de frutas de acordo com as definições desta categoria. Na culinária, diferente da botânica, definição de fruta é usada como estruturas

carnudas, associadas a sementes de plantas que são doces ou azedas e comestíveis em estado bruto. Exemplos incluem pomóideas (maçã, pêra, marmelo), frutas de caroço (cereja, ameixa, pêssego, damasco, manga, etc.), bagas (qualquer fruta com a palavra 'baga' como a groselha), frutas cítricas, frutas secas (tâmaras, ameixas, passas, etc.), frutas tropicais (banana, abacaxi, manga, goiaba, maracujá, mamão, etc.), figos, romã, figo da Índia, etc. (BJCP, 2021)

Segundo o BJCP (2021) para uma *fruit beer* ser assim denominada é necessária então que tenha uma união harmoniosa e agradável de frutas com cerveja, mas sem que perca os aspectos de uma cerveja. O caráter frutado deve ser evidente, mas em equilíbrio com a cerveja, não tão atrevido a ponto de sugerir um produto artificial. Para uma *fruit beer* de uva ser assim denominada é necessário que combine o perfil de um vinho espumante e uma cerveja de base relativamente neutra, permitindo que as qualidades aromáticas da uva se misturem agradavelmente com os aromáticos do lúpulo e da levedura. Pode variar de refrescante a complexo.

A uva foi a fruta escolhida por possuir uma coloração de suco bonita e por ser uma fruta em abundância, na época de safra, no estado onde o produto foi desenvolvido, pela região ser conhecida por sua produção de suco, vinhos e espumantes em todo o país.

## 2 OBJETIVOS

Os objetivos do presente trabalho estão apresentados nos tópicos a seguir.

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar diferentes concentrações de suco de uva empregadas na produção de cerveja do estilo *fruit beer*, com o intuito de obter um produto com menos amargor, sabor mais suave, harmonioso e equilibrado com os distinguíveis sabores da fruta escolhida.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

Para atingir o objetivo geral do presente trabalho, os seguintes objetivos específicos foram traçados:

- Produzir uma cerveja base e elaborar, a partir dela, cervejas tipo *fruit beer* com diferentes concentrações de suco de uva (15%, 20% e 25%);
- Comparar e selecionar as melhores concentrações de suco para a produção da cerveja tipo *fruit beer*;
- Avaliar os parâmetros físico-químicos do produto.

### 3 JUSTIFICATIVA

O objetivo principal deste trabalho é desenvolver uma receita base para um estilo de cerveja pouco comercializado no Brasil, conhecido como *fruit beer*. Esse estilo é geralmente negligenciado no mercado nacional devido à falta de demanda por parte dos consumidores tradicionais de cerveja. No entanto, ao criar um produto interessante, é possível atrair mais atenção do mercado cervejeiro artesanal, tornando esse estilo mais conhecido e desejado pelos consumidores brasileiros.

Uma das vantagens desse estilo de cerveja é a sua diferenciação em relação às cervejas tradicionais, proporcionando uma experiência única e fora do comum para os consumidores. Além disso, a *fruit beer* é conhecida por ter um sabor mais suave e menos amargo, o que a torna mais atraente para aqueles que não são fãs de cervejas mais amargas. Essa característica permite que as pessoas experimentem uma variedade de sabores frutados e refrescantes, tornando a *fruit beer* uma opção interessante para ampliar o paladar e explorar novas sensações gustativas. A facilidade de apreciação desse estilo também contribui para despertar a curiosidade e o interesse pelo mercado de cervejas artesanais, oferecendo uma alternativa acessível e cativante para os consumidores.

Como consumidora e apreciadora tradicional de cervejas, o presente trabalho é uma tentativa de criar uma bebida que seja de comum interesse para pessoas que não gostam de cerveja e pessoas apaixonadas pela bebida.

## 4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nesta seção serão revisados os principais conceitos e teorias que serão usados como base para o desenvolvimento teórico e prático do presente trabalho. Dentre os princípios revisados estarão: Água; Malte, Levedura; Lúpulo; Mostura; Fermentação; Maturação.

### 4.1 ÁGUA

A água corresponde a cerca de 90% da cerveja, estando presente em praticamente todas as etapas do processo de fabricação. Existem dois tipos de água utilizada na cervejaria: a água cervejeira e a água de serviço. A água cervejeira é utilizada diretamente no processo: desde a malteação (os grãos são umedecidos para germinar), moagem, brassagem ou mosturação (o malte moído é colocado na água quente e levado ao fogo), filtração e fervura (o mosto cervejeiro e a água de lavagem em seguida é fervida). Ao final, o líquido é esterilizado e o lúpulo é adicionado. (MICRO AMBIENTAL, 2021).

Alguns parâmetros como o Potencial Hidrogeniônico (pH), grau de dureza e a alcalinidade podem interferir na cor, sabor e no aroma da cerveja. Por exemplo, o Potencial Hidrogeniônico (pH) além de regular a atividade enzimática no processo de mosturação, também influencia nas características sensoriais da bebida. Outro fator importante são os sais minerais como cálcio, magnésio, zinco, bicarbonato, cloreto, sódio e sulfato. Esses vão ajudar a ajustar o pH do mosto e contribuir na acentuação de determinados sabores na cerveja. (MICRO AMBIENTAL, 2021).

### 4.2 MALTE

A cerveja deve ser produzida obrigatoriamente de malte de cevada, mas podem ser acrescentados a ele outros cereais, como trigo, aveia, arroz e milho. A cevada é rica em amido, cuja estrutura é modificada durante a maltagem (conversão do cereal natural em malte). (MORADO, 2017) Durante o processo de malteação, a cevada passa por uma série de etapas que vão desde a germinação até o armazenamento do malte finalizado. Embora seja possível maltear diversos cereais, a malteação da cevada é a mais comum na produção de cerveja. (PORTO, 2011)

Nem todo cereal, porém, serve para a produção de cerveja. Ele deve ter algumas qualidades específicas. As mais importantes são o teor de proteína, a taxa de gordura, o rendimento da extração e a capacidade de germinação. O grão de cevada é muito parecido com o do trigo, mas é mais usado porque contém uma enzima chamada amilase, que ajuda na conversão de amido em açúcar. (MORADO, 2017)

A maltagem, ou malteação, desempenha um papel fundamental na transformação do cereal em malte e é essencial para garantir a qualidade e a personalidade da cerveja. O malte contribui significativamente para a cor e o sabor da bebida, além de influenciar a formação de espuma e o corpo da cerveja. Durante o processo de fermentação, os açúcares presentes no malte são convertidos em álcool. Portanto, para obter uma cerveja de qualidade, é necessário utilizar malte de boa qualidade e armazená-lo adequadamente. Os grãos selecionados para a malteação são escolhidos com base em critérios como tamanho, teor de proteína e umidade. (OLIVER, 2012.)

O uso de malte de cevada desempenha um papel de extrema importância na fabricação de cerveja, pois é por meio dele que a cerveja adquire seu conteúdo proteico, que é modificado durante o processo de malteação. Entre as quatro matérias-primas essenciais para a produção de cerveja, duas delas permitem que os sistemas biológicos do processo de fermentação ocorram: malte e leveduras. O malte é transformado em mosto, e os carboidratos presentes no mosto são convertidos em álcool e outros compostos pela ação das leveduras. Esses produtos resultantes da fermentação influenciam significativamente na aparência, aroma e sabor da cerveja. (PORTO, 2011)

#### 4.2.1 Tipos de malte

- Pilsen: é o tipo mais comum e está presente na maioria das receitas. É seco a baixa temperatura, portanto de cor clara e aroma de cereal. Entretanto, tem bastante enzimas e açúcares fermentáveis para uma boa fermentação. É o malte base para as cervejas Lager. (MORADO, 2017)

- Pale Ale: tem menos enzimas que o malte pilsen e é aquecido a temperaturas mais altas ou durante mais tempo. Um pouco mais escuro, contribui com aromas e sabores levemente adocicados, que lembram biscoito, e é o malte base para as cervejas Ale. (OLIVER, 2012.)
- Caramelo: é um pouco mais tostado que os anteriores, dando à bebida cores que variam do âmbar-claro ao marrom-escuro e aromas caramelados e *toffee*, lembrando açúcar queimado. É usado nas cervejas Oktoberfest e Bock, entre outros muitos estilos. (OLIVER, 2012.)
- Chocolate: confere à cerveja coloração marrom-escuro e aromas de caramelo queimado, chocolate amargo e café. É utilizado nas cervejas Porter, Brown Ale e, às vezes, nas Stout. (OLIVER, 2012.)
- Defumados: são maltes que foram defumados com madeira (carvalho, faia etc.) ou turfa, adquirindo esse aroma. É utilizado nas cervejas Scottish Ale, Smoked e Rauchbier. (OLIVER, 2012.)
- Escuros: esses maltes passam por altas temperaturas, sendo quase torrados. Nesse processo, carboniza-se a maior parte do amido, das enzimas e do açúcar, adquirindo cores e sabores característicos para cervejas como Brown Ale, Red Ale, Porter e Stout. (OLIVER, 2012.)
- Pretos e torrados: são maltes bastante amargos, com aroma intenso de café tostado, queimado. São utilizados nas cervejas Stout, Old Ale, Porter, entre outras. (OLIVER, 2012.)
- Centeio, trigo, aveia: são maltes dos cereais correspondentes. Agregam texturas, sabores e aromas que enriquecem certos estilos. Quando é utilizado em quantidade preponderante na receita da cerveja, esta é nomeada como cerveja desse cereal; por exemplo, “cerveja de trigo”. (OLIVER, 2012.)

#### 4.3 LEVEDURA

Até o século XIX, o entendimento da fermentação era limitado e, de forma tradicional, acreditava-se que fosse um fenômeno mágico. Contudo, o cenário começou a mudar com as pesquisas conduzidas por cientistas renomados, como Anton Van Leeuwenhoek (1632-1723), Antoine Lavoisier



(1743-1794), Louis Joseph Gay-Lussac (1778-1850) e Louis Pasteur (1822-1895). Através de seus estudos, foi revelado que a fermentação alcoólica ocorre como resultado de uma reação bioquímica desencadeada pela levedura, uma aglomeração de células vivas. Essa descoberta teve um impacto profundo na história da cerveja, uma vez que o conhecimento desse processo natural possibilitou seu controle e direcionamento adequado. (MORADO, 2017)

Dentre quase mil espécies de leveduras existentes, a maioria não é adequada para a produção de cerveja, exceto por algumas poucas variedades. Na prática, a fabricação de cervejas é principalmente realizada utilizando duas espécies de leveduras do gênero *Saccharomyces*:

*Saccharomyces cerevisiae* (Ale): Possui uma alta tolerância ao álcool, o que a torna capaz de produzir cervejas com teor alcoólico mais elevado. Trabalha de forma eficiente em temperaturas entre 15 °C e 25 °C, mas não fermenta de maneira adequada em temperaturas mais baixas. Durante o processo de fermentação, forma uma fina camada de espuma cremosa na superfície do recipiente, sendo conhecida como levedura de alta fermentação. (OLIVER, 2012.)

*Saccharomyces pastorianus* (Lager): é mais frágil, tendo menos tolerância ao álcool que a *S. cerevisiae*. É capaz de metabolizar um açúcar conhecido por melibiose (glicose-galactose) ao contrário da *S. cerevisiae*. Essa levedura ativa-se a temperaturas mais baixas, entre 9 °C e 15 °C, tendendo a produzir estilos mais suaves em termos de aromas da fermentação, como as Pilsen. A ação dos microrganismos, nesse caso, é mais lenta que a da *S. cerevisiae*. Na maioria dos casos, a concentração dessa levedura fica no fundo do tanque e percebe-se pouca espuma na superfície, sendo, por isso, conhecida como levedura de baixa fermentação. (OLIVER, 2012.)

#### 4.4 LÚPULO

O lúpulo é uma planta trepadeira capaz de crescer dezenas de centímetros por noite. Chega a medir entre 5 e 7 metros de altura e produz pequenos cones. Seu nome científico é *Humulus lupulus* e ele pertence à família *Cannabaceae*, a mesma da maconha (*Cannabis sativa*). Somente os cones das plantas femininas são usados na fabricação da cerveja, porque

contêm 150 vezes mais resinas desejáveis que os cones das plantas masculinas. (MORADO, 2017)

Algumas variedades de lúpulo são usadas na cerveja para conferir aromas; outras, para dar-lhe amargor. Muitas vezes a mesma variedade é empregada pelos dois motivos. Cada tipo de lúpulo combina de diferentes formas essas duas características, permitindo ao cervejeiro escolher aqueles que mais lhe convêm para cada cerveja. (OLIVER, 2012.)

Seu gosto amargo e seus aromas frescos equilibram a doçura do malte, tornando a cerveja mais refrescante e menos enjoativa. Suas resinas naturais e óleos essenciais marcantes são a assinatura de uma cerveja. Entre as resinas destacam-se os alfa-ácidos e os beta-ácidos, que contribuem com o amargor e com os aromas da cerveja. A diferença entre os dois é que os alfa-ácidos se dissolvem na fervura e, portanto, adicionam amargor à cerveja já desde o cozimento do mosto. Já os beta-ácidos não se dissolvem na fervura e trazem aromas e sabores indesejados (os chamados *off-flavors*) se cozidos. Assim, os lúpulos adicionados ao final ou depois do cozimento conferem mais aromas e menos amargor à cerveja. Cada varietal de lúpulo possui um perfil diferente de concentração de alfa e beta-ácidos. (MORADO, 2017)

Já os óleos essenciais são responsáveis por trazer aromas, como:

- Frutados: cítricos, maçã, framboesa, abacaxi, groselha, maracujá, uva verde;
- Florais: gardênia, gerânio, rosa, hortelã;
- Condimentados: pimenta-do-reino, anis;
- Herbais: gramíneo, pimentão, pepino, batata assada.

Ao contrário do malte, o lúpulo não altera o teor alcoólico nem o corpo da cerveja. Sua presença confere à bebida o amargor característico. Além disso, seus aromas, com notas que variam do herbal ao floral, do frutado ao condimentado, fazem parte da essência de muitos estilos de cerveja. O lúpulo agrega valor nutricional à bebida por conter vitaminas do complexo B, vitamina C, taninos, fitoestrógenos e flavonóides. Ele também tem efeito relaxante, do que se conclui que esse efeito não é apenas pelo álcool. Em alguns países, cones de lúpulo são inclusive utilizados como enchimento de travesseiros para auxiliar o relaxamento durante o sono. (MORADO, 2017)

Embora a Lei da Pureza (Reinheitsgebot) alemã determinasse que o lúpulo fosse obrigatório na produção de cerveja e apesar de ser amplamente utilizado, é correto afirmar que uma bebida fermentada de malte que não contenha lúpulo ainda poderá ser chamada de cerveja. Em alguns estilos, a presença de aromas de outras origens é superior à do lúpulo. Nas Witbier, por exemplo, cascas de laranja e sementes de coentro conferem seu aroma característico. (OLIVER, 2012.)

#### 4.5 MOSTURA

O processo de mostura é o cozimento do malte moído misturado com a água, em proporções e temperaturas definidas que permitam às enzimas presentes atuarem, transformando e solubilizando o conteúdo dos grãos, especialmente o amido do endosperma já exposto, gerando açúcares fermentáveis ao ser hidrolisado (BRIGGS, 2004). De acordo com as temperaturas controladas, diferentes enzimas trabalharão para criar um mosto com perfil definido de açúcares e nutrientes (EßLINGER, 2009). A Tabela 1 apresenta as principais enzimas atuantes e suas faixas de temperatura.

Tabela 1: Quadro de enzimas importantes que atuam na mosturação.

Enzima	Faixa de atuação	Temperatura ótima	Degradada	Efeito
$\beta$ -glucanase	35 - 50°C	45°C	55 - 60°C	Quebra a celulose, reduz gomosidade
Peptidase	45 - 50°C	45°C	60°C	Quebra proteínas em aminoácidos livres (nutriente)
Protease	50 - 60°C	52°C	70°C	Reduz o tamanho de proteínas
$\beta$ -amilase	58 - 65°C	62°C	70 - 72°C	Quebra amido, produzindo maltose
$\alpha$ -amilase	65 - 74°C	70°C	78 - 80°C	Quebra amido em açúcares grandes (dextrinas)

Fonte: SCHAUMLÖFFEL, 2018

As enzimas são proteínas que possuem função catalítica específica, cujo estado ativo e a velocidade com que promovem as reações estão diretamente relacionados com a temperatura, mas também se relacionam com o tempo de conversão, pH e diluição da mistura água-malte. Nas mosturações de cerveja procura-se manter valor ótimo da mistura entre 5,0 e 5,7 de pH. Esse número normalmente é atingido pelos ácidos orgânicos presentes no próprio malte, que

fazem do mosto uma solução tampão. Em alguns casos em que o limite de tamponamento é excedido, por exemplo quando a água possui grande conteúdo de carbonatos, pode ser necessário ajustar o valor de pH, utilizando ácidos orgânicos como o lático, ou inorgânicos como fosfórico e sulfúrico (SCHAUMLÖFFEL, 2018).

O tempo determina a extensão da atividade enzimática sobre o substrato, desta forma diferentes regimes de tempo e temperatura podem ser aplicados na mosturação com o objetivo de determinar a proporção de açúcares fermentáveis e não fermentáveis, o que afeta a percepção de viscosidade ou “corpo” da bebida. Uma composição típica de mosto cervejeiro, deduzindo-se a água, apresenta aproximadamente 90% de carboidratos e 5% de substâncias nitrogenadas. Dentre os carboidratos, aproximadamente 75% constituem açúcares fermentáveis como glicose, maltose, sacarose e maltotriose e 25% de açúcares não fermentáveis, como maltotetraose e dextrinas (SCHAUMLÖFFEL, 2018).

O mosto é aquecido até temperaturas de 100°C para iniciar sua ebulição, que dura na maioria dos casos entre 60 e 90 minutos de acordo com o procedimento padrão adotado pela cervejaria. A etapa de fervura do mosto possui algumas funções, entre as quais: conferir estabilidade microbiológica, eliminando microrganismos; permitir reações de complexação para que algumas proteínas precipitem juntamente com taninos, auxiliando na clarificação do mosto; eliminar alguns compostos voláteis que conferem ao mosto não cozido sabores desagradáveis; e, evaporar o excesso de água, concentrando o mosto para o teor de açúcar pretendido (SCHAUMLÖFFEL, 2018).

Um aspecto muito importante da fervura é que consiste na etapa onde é adicionado o lúpulo, pois, com o calor da fervura, os alfa-ácidos insolúveis presentes nos lúpulos adicionados ao mosto sofrem reação de isomerização, adquirindo a forma solúvel de iso-alfa-ácido, conferindo amargor característico à cerveja (SCHAUMLÖFFEL, 2018).

Após o término da fervura, o mosto deve ser rapidamente resfriado para evitar a contaminação microbiana e a formação de dimetil sulfeto (DMS), atingindo rapidamente temperaturas próximas a de fermentação, de 10 a 20°C. O choque térmico durante o resfriamento também auxilia na clarificação

posterior da cerveja, visto que proporciona a precipitação de um material sólido formado por cerca de 50% de proteínas, 15-25% de polifenóis e 20-30% de carboidratos que, caso continuasse solúvel, poderia causar instabilidade coloidal e consequente turbidez na cerveja pronta (SCHAUMLÖFFEL, 2018).

#### 4.6 FERMENTAÇÃO

Assim que o mosto é resfriado, passa a ser brevemente aerado ou oxigenado com O<sub>2</sub> puro até atingir o limite de saturação do gás na solução, na passagem do mosto saindo do trocador para o tanque fermentador. O oxigênio solubilizado é um componente importante para a levedura, que o utiliza na síntese de esteróis e ácidos graxos para membrana de novas células. A etapa de fermentação inicia assim que o mosto é resfriado e inoculado com a levedura (SCHAUMLÖFFEL, 2018).

#### 4.8 MATURAÇÃO

As técnicas de maturação variam de cervejaria para cervejaria, mas geralmente podem ser divididas em dois esquemas gerais para terminar a cerveja após a fermentação primária, chamados de fermentação secundária e armazenamento a frio.

##### 4.7.1 Fermentação Secundária

Tradicionalmente, a maturação envolve a fermentação secundária do extrato fermentável restante a uma taxa reduzida controlada por baixas temperaturas e baixa contagem de levedura na cerveja verde. Durante a fermentação secundária, a levedura remanescente utiliza os carboidratos fermentáveis da cerveja. Os carboidratos podem vir da gravidade residual na cerveja verde ou por adição de açúcar *priming* ou por *kraeusening*. (BEER AND BREWING, [s.d.]

- *Lagering*: foi desenvolvido na Alemanha para lagers de baixa fermentação e envolve um armazenamento longo e frio a baixas temperaturas. Embora o *lagering* se refira a cervejas de baixa fermentação, algumas cervejas de alta fermentação, como as cervejas Kolsch e Alt, também requerem períodos de *lagering*.

- *Kraeusening*: é a palavra alemã usada para descrever a infusão de uma cerveja jovem de forte fermentação em um volume maior de cerveja que passou por fermentação primária. Tradicionalmente, o mosto usado para *kraeusening* é obtido do estágio de alta '*krausen*' da fermentação primária e adicionado em pequenas porções (5-20% em volume) à cerveja verde para iniciar uma fermentação secundária.
- *Cervejas acondicionadas em barril*: O *casking* tem suas origens nas Ilhas Britânicas e é mais amplamente usado para fazer Pale Ales (bitters), porters e stouts. A cerveja é transferida diretamente dos recipientes de fermentação para os barris quando a fermentação é considerada suficientemente completa ou quando a carga correta de levedura está presente. Se houver muito pouco fermento na cerveja, a fermentação secundária é muito lenta e o dióxido de carbono insuficiente é dissolvido na cerveja. No entanto, se muito fermento for suspenso na cerveja, a fermentação secundária pode tornar-se violenta. Embora tradicionalmente a cerveja fosse transportada diretamente para o barril, alguns cervejeiros passam a cerveja por uma filtragem grosseira para melhorar a clareza.
- *Cervejas acondicionadas em garrafa*: a prática de usar açúcares primários para condicionamento de garrafas foi refinada pelos cervejeiros britânicos e ainda é seguida por alguns cervejeiros artesanais, bem como por alguns cervejeiros britânicos maiores. Os cervejeiros belgas também são conhecidos por usar esse método para adicionar sabores únicos. O condicionamento em garrafa geralmente envolve um curto período de tempo nos tanques de condicionamento para melhorar a estabilidade geral e o sabor antes de adicionar açúcares primários.

#### 4.7.2 Armazém frio

Hoje, com o uso de equipamentos modernos de refrigeração, carbonatação e filtração, evita-se a necessidade de fermentação secundária e um longo armazenamento a frio. A cerveja verde sob armazenamento refrigerado é totalmente atenuada e praticamente livre de levedura, o que é obtido devido a temperaturas de fermentação mais altas e um descanso de

diacetil. O armazenamento a frio é realizado em períodos relativamente curtos a temperaturas entre - 2 a 4°C por várias semanas. (BEER AND BREWING, [s.d.] )

#### 4.8 ANÁLISE COLORIMÉTRICA

EBC é a sigla para *European Brewery Convention*, uma organização sem fins lucrativos que representa o setor cervejeiro europeu. Essa organização desempenhou um papel fundamental no desenvolvimento da escala EBC da cerveja, uma escala objetiva que classifica as cervejas de acordo com sua cor. Em vez de recorrer a descrições subjetivas, a escala EBC oferece uma gama abrangente de tonalidades, variando de 1 a 140, abrangendo desde as cervejas mais claras, como as Lagers, até as mais escuras, como as Stouts. Dessa forma, a escala EBC fornece uma maneira padronizada de descrever a cor da cerveja, permitindo aos apreciadores e profissionais do setor identificar e comunicar as nuances e variações de cor de forma objetiva. (BRESSIANI, 2022). Na Figura 1 está a escala de coloração.

Figura 1 - Ilustração de coloração de cerveja pela escala EBC



Fonte: CERVEJEIRAUAI, 2022.

## 5 MATERIAIS E MÉTODOS

A receita foi elaborada visando um nicho de consumidores não tradicionais do mercado cervejeiro. Por essa razão, a bebida desenvolvida apresenta características de cerveja, mas não se enquadra completamente como uma cerveja convencional. Assim atraindo um público menos exigente, que busca uma bebida com menor amargor e sabor mais adocicado.

### 5.1 CARACTERÍSTICAS DA RECEITA

Para desenvolver um produto com menor amargor e maior açúcar residual, foi estudada a seleção de uma fruta convencional e mais adocicada, a uva, o tempo de adição do lúpulo durante a mostura e a quantidade do suco a ser adicionado após a fermentação. A combinação harmoniosa desses parâmetros resulta um produto com maior drinkabilidade.

### 5.2 SELEÇÃO DO LÚPULO

Para a seleção do lúpulo, foram considerados os aromas que pudessem agregar ao aroma da uva. Foram usadas duas variedades de lúpulo o Azacca® e o Chinook®. Na tabela abaixo, encontram-se os valores referentes aos alfa-ácidos e demais análises fornecidas pelo fabricante.

Tabela 2 - Dados das variedades de lúpulo empregadas

<i>Dados</i>	<i>Chinook CRYO HOPS®</i>	<i>Azacca®</i>
<i>Alfa-ácidos</i>	19 – 24%	10 – 14%
<i>Beta-ácidos</i>	6 – 9%	4 – 6%
<i>Óleos totais</i>	2 – 5 mL/100g	1 – 2 mL/100g
<i>Perfil de aroma</i>	Toranja, Frutas Tropicais, Pinho, Frutas de Carço e Frutas Vermelhas	Cítrico, frutas tropicais, frutas vermelhas, frutas de caroço e pinho.

Fonte: YAKIMA CHIEF HOPS®, 2023.

### 5.3 BRASSAGEM

Para o preparo de 18 L de cerveja, foram usados 20 L de água mineral filtrada e 3,60 kg de malte pilsen. As rampas usadas na mostura foram as de



receita pilsen, por ser uma receita simples e com sabor menos marcante.

Inicialmente foram colocados, no recipiente de mosturação, 15 L de água, aquecidos até atingir a temperatura de 45°C e, então, adicionado o malte pilsen. Após a mistura completa do malte com a água iniciou-se a contagem da primeira rampa. Passados 30 minutos a 45°C, a temperatura foi elevada para 70°C e assim se manteve por 60 minutos. Antes de iniciar a fervura, foi feita a filtragem e lavagem do bagaço, com 5 L de água filtrada, para melhor aproveitamento dos açúcares presentes no grão. Atingida a temperatura de 100°C, iniciou-se a contagem de 45 minutos, após 30 minutos de fervura foram adicionados 15 g de lúpulo Azacca ® e, ao fim da fervura, 15g do lúpulo Chinook CRYO HOPS ®.

Figura 2 - Aquecimento da água



Fonte: Autora, 2023.

Figura 3 - Adição do malte na panela, rampa 1



Fonte: Autora, 2023.

Figura 4 - Início da rampa 2



Fonte: Autora, 2023.

Figura 5 - Após a filtração do mosto e lavagem do bagaço



Fonte: Autora, 2023.

Figura 6 - Fim da fervura



Fonte: Autora, 2023.

#### 5.4 SELEÇÃO DA CEPA

A cepa escolhida foi *Lallemand Nottingham*, que é uma cepa inglesa muito versátil, de alta floculação e sedimentação, gerando cervejas muito límpidas. Tem também alta atenuação e tolerância ao álcool. Cobre diversos estilos de cervejas Ale. Tem caráter neutro, com baixa produção de ésteres.

Por ser uma cepa neutra em aromas, é ideal para o preparo de uma cerveja frutada onde o aroma principal é o da fruta usada, que nesse caso é uva. Com o uso dessa levedura o aroma e o sabor da uva sobressaem, considerando também que a cepa escolhida possui uma ampla faixa de temperatura para fermentação, sendo de 12° a 25°C, facilitando o uso e se necessário podendo acelerar o processo.

#### 5.5 MOSTURA DO SUCO DE UVA

Para o preparo do mosto da uva, foi selecionada a variedade cultivar *Niagara Rosada*, que é uma uva de mesa com amargor moderado. Por ser de mesa, torna mais fácil a aquisição em mercados e feiras locais, além de ser uma variedade popular no país.

Após a seleção dos frutos e a separação dos gomos foi feita a higienização do mesmo, com hipoclorito de sódio 0,2% por 15 minutos e depois lavagem em água corrente. A maceração para o preparo do mosto foi feita de forma manual. Ao fim do processo de preparo do suco, foi feita a leitura da densidade e grau Brix do mesmo por refratômetro de analógico. Nas imagens das Figuras 7, 8 e 9 é possível ver a lavagem, o processo de maceração e o resultado da leitura, respectivamente.

Figura 7 - Lavagem da uva



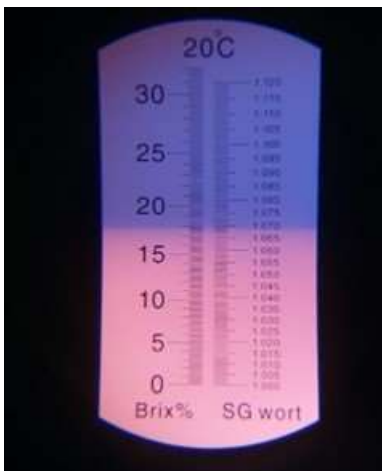
Fonte: Autora, 2023.

Figura 8 - Resultado da uva macerada



Fonte: Autora, 2023.

Figura 9 - Medida do grau Brix do suco de uva



Fonte: Autora, 2023.

## 5.6 ADIÇÃO DO SUCO DE UVA AO FERMENTADO DE CEVADA

Após o preparo do mosto de uva, este foi submetido a um período de incubação de 72 horas a uma temperatura de 10°C, a fim de permitir que o suco absorvesse a cor da casca, seguindo o processo tradicional de produção de vinho tinto. A combinação dos fermentados ocorreu somente após a conclusão do processo de fermentação da cevada, garantindo a ausência de *off flavours* indesejáveis. Essa junção foi realizada em um *Grow* de *pet* âmbar de 1 L, utilizando diferentes concentrações de suco de uva: 15%, 20% e 25%, em relação ao volume total de cerveja.

## 5.7 MATURAÇÃO

O processo de maturação de uma cerveja é uma etapa fundamental para a absorção dos aromas e para a carbonatação natural da bebida. Para a produção de uma *fruit beer* a maturação é a etapa diferencial, onde é adicionado o suco da fruta escolhida para a cerveja.

A cerveja base foi uma pilsen e foi adicionada em garrafas âmbar e completada com os volumes referentes às concentrações. Os ensaios foram feitos para 1 L de cerveja por garrafa. Após a adição a bebida foi mantida em incubadora 0°C para a absorção do sabor do suco.

## 5.8 DETERMINAÇÃO DO TEOR ALCOÓLICO E CONCENTRAÇÃO DE GLICOSE

O método usado para determinar o teor alcoólico foi por *High-performance liquid chromatography* (HPLC) ou Cromatografia Líquida de alta eficiência (CLAE), que é uma técnica analítica usada para separar, identificar e quantificar cada um dos componentes numa mistura. (CROMATOGRAFIA LÍQUIDA, 2022) Foi empregado o equipamento 1260 Infinity II LC System da Agilent, detector RID, coluna Phenomenex – Rezex™ ROA-Organic Acid H<sup>+</sup> (8%) 300 x 7,8 mm, fase móvel solução H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,005 N (Carlo Erba) e fluxo 0,6 mL/min, volume de injeção 30 µL.

Foram feitas curvas de calibração com padrões de glicose (Sigma Aldrich) e etanol (Sigma Aldrich) nas concentrações 0,3125; 0,625; 1,25; 2,5; 5,0 g/L preparadas com água ultrapura e vidraria volumétrica classe A. Foram obtidas as seguintes equações da reta:

Equação 1 - Equação da reta da glicose

$$y = 424964x + 9757,3 \quad (1)$$

Equação 2 - Equação da reta do etanol

$$y = 181327x - 1337,5 \quad (2)$$

## 5.9 ANÁLISE DE EXTRATOS

As cervejas podem ser classificadas de acordo com sua origem geográfica, extrato original, cor, teor alcoólico, proporção de malte de cevada, tipo de fermentação, controle do processo e tratamento térmico. Embora haja variações entre marcas dentro da mesma classificação, todas são fabricadas seguindo essencialmente o mesmo processo de produção. (JUNIOR; VIEIRA; FERREIRA, 2009)

### 5.9.1 Extrato Real

O Extrato Real ( $E_R$ ) é uma medida precisa da densidade da cerveja, que está relacionada à densidade do mosto fervido, à atenuação do mosto fermentado e ao teor alcoólico da cerveja final. O Extrato Real das amostras foi obtido utilizando a equação 3.

Equação 3 - Expressão para cálculo do extrato real

$$E_R = -460,234 + 662,649 * SG_{ER} - 202,414 * SG_{ER}^2 \quad (3)$$

Onde  $SG_{ER}$  é a densidade específica a 20°C dos sólidos restantes do destilado.

### 5.9.2 Extrato Primitivo

Segundo a IN N° 54 de 05/11/2001 do MAPA, o extrato primitivo ou original ( $E_P$ ) é a quantidade de substâncias dissolvidas (extratos) do mosto que deu origem à cerveja e é apresentada em porcentagem de peso. O Extrato Primitivo das amostras foi obtido pela equação 4.

Equação 4 - Expressão para cálculo do extrato primitivo

$$E_P = \frac{(2,0665 * GA\%(m/m)) + E_R}{100 + (1,0665 * GA\%(m/m))} * 100 \quad (4)$$

Onde  $GA\%(m/m)$  é grau alcoólico por massa.

### 5.9.3 Extrato Aparente

O Extrato Aparente ( $E_A$ ) é um valor que leva em consideração a presença de álcool na cerveja, ou seja, é calculado após o processo de fermentação. No entanto, é importante ressaltar que o  $E_A$  é considerado um valor de extrato não real, pois o álcool presente na cerveja pode influenciar na sua densidade. Por isso, o  $E_A$  não reflete necessariamente o valor real do extrato da cerveja, uma vez que o álcool pode afetar a sua medição. O  $E_A$  foi obtido pela equação 5.

Equação 5 - Expressão para cálculo do extrato aparente

$$E_A = -460,234 + 662,649 * SG_{EA} - 202,414 * SG_{EA}^2 \quad (5)$$

Onde  $SG_{EA}$  é medida da densidade específica a 20°C da cerveja filtrada.

### 5.10 ANÁLISE DE COLORAÇÃO

Para avaliar a cor, utilizou-se espectrofotômetro da Pró-análise modelo UV-600 patrimônio 376517, com um comprimento de onda de 430 nm em cubeta de vidro padrão com 1 cm de caminho ótico. A taxa de absorção de luz foi medida, ou seja, a proporção entre a intensidade do feixe de luz que entra na amostra e a intensidade do feixe de luz que sai. Essa diferença foi multiplicada por 25 na escala EBC para determinar a cor correspondente.



## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1 ANÁLISES DURANTE A MOSTURA

Durante a mostura da cerveja base a mesma foi analisada em questão Na tabela abaixo estão os valores de pH e densidade durante o processo. A análise de pH e o controle da temperatura durante a mostura são essenciais para a ativação das enzimas na etapa certa e assim converter o açúcar disponível no grão de malte em açúcar fermentável pela levedura cervejeira.

Tabela 3 - Dados de pH e densidade durante a mostura

<i>Etapa</i>	<i>Densidade (kg/m<sup>3</sup>)</i>	<i>pH</i>	<i>Temperatura (°C)</i>	<i>Enzimas</i>
<i>Rampa 1 Início</i>	1005	5,05	45	B-glucanase e Peptidase
<i>Rampa 1 Fim</i>	1020	6,2	50	Peptidase e Protease
<i>Rampa 2 Início</i>	1036	6,03	70	β-amilase
<i>Rampa 2 Fim</i>	1046	5,92	73	α-amilase
<i>Pré-Fervura</i>	1040	5,93	72	α-amilase
<i>Pós-Fervura</i>	1044	5,81	95	Inativação das enzimas

Fonte: Autora, 2023.

Os valores de densidade se apresentaram próximos aos valores de receitas do estilo pilsen com densidade de 1044 ao final da mosturação, conforme encontrado na literatura. (BJCP, 2021)

### 6.2 CONTROLES DURANTE A FERMENTAÇÃO

Durante a fermentação foram anotados os valores de densidade, temperatura e pH do fermentado para o controle e acompanhamento do processo. Tais controles são necessários para que a levedura produza os aromas desejados e evitar a produção de *off-flavours* e diacetil que são liberados pela levedura durante a fermentação, por ser um processo de estresse em que a levedura é submetida. Na tabela 4 estão os valores da fermentação da cerveja base.

Tabela 4 - Análise da fermentação

<i>Dias de fermentação</i>	<i>Densidade</i> (kg/m <sup>3</sup> )	<i>pH</i>	<i>Temperatura</i> (°C)
0	1044	5,81	18
1	1035	4,95	18
4	1020	4,4	18
5	1007	4,29	18
6	1007	4,29	23
7	1007	4,29	23

Fonte: Autora, 2023

Os valores obtidos durante a fermentação foram satisfatórios para uma pilsen, que foi a receita base escolhida. (BJCP, 2021)

### 6.3 ANÁLISE DO PRODUTO FINAL

Após o período de maturação de 15 dias o nível de carbonatação estava baixo, fazendo com o que fosse necessária a adição de glicose para a produção de CO<sub>2</sub>. Na Tabela 5 são apresentados os valores de densidade específica para as amostras com a adição de glicose e *in natura*.

Tabela 5 - Valores de densidade do produto e pH

<i>Amostra</i>	<i>ρ<sub>f</sub></i> (kg/m <sup>3</sup> )	<i>SG</i> (g/cm <sup>3</sup> )	<i>pH</i>
<i>Cerveja</i>	1007	1,007	4,40
<i>Fruitbeer 15%</i>	1015	1,015	-
<i>Fruitbeer 20%</i>	1025	1,025	-
<i>Fruitbeer 25%</i>	1020	1,02	-
<i>Fruitbeer 15%+glicose</i>	1020	1,02	3,98
<i>Fruitbeer 20%+glicose</i>	1025	1,025	3,87
<i>Fruitbeer 25%+glicose</i>	1021	1,021	3,88

Fonte: Autora, 2023.

Os valores de densidade para a cerveja base obtida de 1007 se apresenta próxima aos valores de receitas do estilo pilsen com densidade de 1008 para o produto final, conforme encontrado na literatura. (BJCP, 2021) Já para as *fruit beer*, os valores de densidade obtidos foram maiores mas ainda ficado dentro de faixa característica da bebida. (BJCP, 2021)

Para induzir a carbonatação natural da bebida foi adicionado ao fim da maturação 9 g/L de dextrose e mantido a 5°C. A dextrose foi escolhida no lugar do açúcar convencional por apresentar maior grau de pureza e ser consumida preferencialmente pela levedura. Os valores de pH só foram medidos para a bebida finalizada e a bebida base, seguindo os padrões de análises na indústria.

Segundo Song *et al.* (2020), para cervejas inglesas do tipo Ale, o volume de CO<sub>2</sub> varia entre 1,5 a 2,2 vol/vol e cervejas do tipo Lager 2,4 a 2,6 vol/vol, a conversão exata é 1 vol/vol = 1,96 g/L, que é usada para cálculos pelo artigo, sendo respectivamente 2,940 a 4,312 g/L para o tipo Ale e 4,704 a 5,044 g/L para o tipo Lager. O valor adicionado de 9 g/L foi empregado, almejando carbonatação semelhante ao do espumante que segundo o artigo varia de 4,6 a 6 vol/vol de CO<sub>2</sub>.

#### 6.4 DETERMINAÇÃO DO GRAU ALCOÓLICO E DA CONCENTRAÇÃO DE GLICOSE

O grau alcoólico das amostras foi obtido por HPLC em g/L de etanol, sendo realizada a conversão para g/g para obter a porcentagem (m/m) de etanol presente na bebida final. Na Tabela 6 estão os valores obtidos em cada amostra. Com esses valores é possível concluir que o teor alcoólico fica próximo dos valores de uma cerveja pilsen convencional, enquadrando-se na legislação e que a adição de mais glicose não alterou o grau alcoólico. As análises de HPLC feitas também permitiram obter os valores de glicose presentes em cada amostra e estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 - Resultados de concentração de glicose e etanol.

<i>Amostra</i>	<i>Concentração de etanol (g/L)</i>	<i>Grau Alcoólico (% m/m)</i>	<i>Grau Alcoólico (% v/v)</i>	<i>Concentração de glicose (g/L)</i>
<i>Cerveja</i>	36,567	3,6%	4,6%	0
<i>Fruit beer 15%</i>	31,445	3,1%	4,0%	9,3053
<i>Fruit beer 20%</i>	27,581	2,7%	3,5%	12,320
<i>Fruit beer 25%</i>	28,920	2,8%	3,7%	16,430
<i>Fruit beer 15%+glicose</i>	31,150	3,1%	3,9%	15,393
<i>Fruit beer 20%+glicose</i>	29,476	2,9%	3,7%	19,004
<i>Fruit beer 25%+glicose</i>	28,193	2,8%	3,6%	21,622

Fonte: Autora, 2023.

Com os resultados apresentados é possível concluir que a glicose adicionada não foi totalmente consumida pela levedura, outro ponto importante é que os cromatogramas (Anexo A) mostram a presença de um isômero de glicose presente no suco de uva integral, que não separou totalmente, mesmo assim foi possível contabilizar a concentração de glicose que não foi convertida. Na Tabela 7 são apresentados os valores de glicose residual.

Tabela 7 - Valores de glicose residual

<i>Amostra</i>	<i>Glicose residual (g/L)</i>
<i>Fruitbeer 15%+glicose</i>	6,087
<i>Fruitbeer 20%+glicose</i>	6,687
<i>Fruitbeer 25%+glicose</i>	5,193

Fonte: Autora, 2023.

Na indústria havendo necessidade de carbonatação a mesma seria feita por injeção direta na bebida, mas há de se considerar que um residual de açúcares no estilo *fruit beer* é bem aceito e característico.

## 6.5 RESULTADO DO CÁLCULO DOS EXTRATOS

Com os valores das densidades e do grau alcoólico é possível obter o valor de extratos. Na Tabela 8 estão os extratos aparente, primitivo e real; para as amostras da *fruit beer* pura (sem adição de glicose).

Tabela 8 - Extratos

<i>Amostra</i>	<i>Extrato Real (% m/m)</i>	<i>Extrato Aparente (% m/m)</i>	<i>Extrato Primitivo (% m/m)</i>
<i>Cerveja</i>	3,065	1,796	3,160
<i>15%+glicose</i>	6,072	5,076	6,150
<i>20%+glicose</i>	7,061	6,320	7,135
<i>25%+glicose</i>	6,567	5,326	6,638

Fonte: Autora, 2023.

## 6.5 RESULTADOS DA ANÁLISE COLORIMÉTRICA

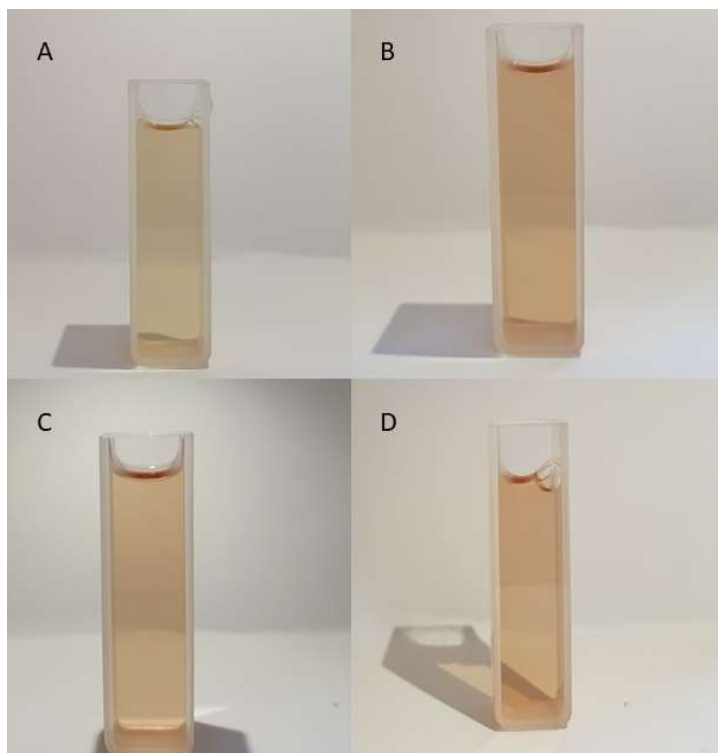
Os valores obtidos para a coloração das amostras pela escala EBC estão na Tabela 9 e as imagens na Figura 10.

Tabela 9 - Valores de EBC

<i>Amostra</i>	<i>DO</i>	<i>EBC</i>
<i>Cerveja</i>	0,44	11
<i>Fruitbeer 15%</i>	0,522	13,05
<i>Fruitbeer 20%</i>	0,541	13,525
<i>Fruitbeer 25%</i>	0,489	12,225

Fonte: Autora, 2023.

Figura 10 - Coloração das amostras



Legenda: (A) Cerveja pilsen; (B) *fruit beer* 15%; (C) *fruit beer* 20%; (D) *fruit beer* 25%.

Fonte: Autora, 2023.

A imagem apresenta pouca diferença entre as amostras da *fruit beer*, porém no valor lido pelo equipamento a amostra de 25% mostrou um valor mais baixo que as demais. Durante a leitura foi observado pequenas partículas na amostra, que havia sido previamente filtrada, isso provavelmente interferiu na leitura do equipamento.

Todavia ao ser servida em copo é possível visualizar uma coloração rosada e atraente, conforme mostra a Figura 11.

Figura 11 - *Fruit beer* 20% servida em copo



Fonte: Autora, 2023.

## 6.6 AROMAS E SABORES

Das três variedades da *fruit beer*, todas apresentaram sabores e aromas parecidos diferenciando apenas a acentuação por conta da quantidade de suco adicionada. Dos aromas reconhecidos, o frutado foi o mais perceptível em todas as amostras, na Tabela 10 está disponível a relação de aromas, sabores e sabores residuais da bebida identificado. Os dados foram obtidos informalmente por colegas de pesquisa que se solidarizaram em ajudar.

Tabela 10 - Aromas e sabores

<i>Amostra</i>	<i>Aroma</i>	<i>Sabor</i>	<i>Sabor Residual</i>
<i>Fruitbeer 15%</i>	Uva, frutado e cerveja	Cerveja suave e Uva	Doce
<i>Fruitbeer 20%</i>	Uva e cerveja	Alcoólico frutado e acidez leve	Nenhum
<i>Fruitbeer 25%</i>	Frutado e uva	Frutado doce e um pouco amargo	doce e um pouco amargo

Fonte: Autora, 2023.

Considerando que os aromas variaram pouco entre as amostras, é possível afirmar que a concentração de 20% de suco de uva na produção da *fruit beer* é mais aceitável por manter características da cerveja, bem como permitir distinguir e perceber o sabor do suco de uva.

## 7 CONCLUSÃO

Ao longo deste trabalho, foram realizadas avaliações do processo de produção e elaboração do estilo de cerveja conhecido como *fruit beer*, juntamente com os desafios enfrentados nesse processo. Através dos testes realizados, concluiu-se que esse estilo de cerveja possui potencial para conquistar um espaço no mercado futuramente. Observou-se que a adição excessiva de glicose no processo de carbonatação atrapalha o consumo pela levedura, sendo melhor opção a carbonatação forçada, quando necessário. Enquanto o controle de temperatura, durante a maturação, não resultou em um aumento significativo na produção de etanol, considerando que a rota da levedura para a produção de CO<sub>2</sub> é predominantemente etanólica.

Os resultados obtidos em relação aos aromas e sabores indicaram que uma concentração de 20% de suco de uva na produção da *fruit beer* se mostrou melhor, pois apresenta maior drinkabilidade, ausência de aromas residuais e *off-flavors*, além de uma atraente coloração rosada. A bebida final foi classificada como bebida alcoólica mista (BRASIL, 2009) de baixo teor alcoólico (3,7% v/v). Com base nessas descobertas, foi possível afirmar que este trabalho alcançou todos os objetivos propostos inicialmente.

## **8 PRESPECTIVAS FUTURAS**

Como perspectivas futuras deste trabalho estão:

- Isolar e identificar a levedura da microbiota natural da uva Niagara rosada;
- Avaliar a reprodutibilidade do produto;
- Análise sensorial com um grupo cego.



## REFERÊNCIAS

- BEER and Brewing. *In: The Oxford Companion to Beer definition of maturation.* [S. l.], 3 jan. 2023. Disponível em: <https://beerandbrewing.com/dictionary/7JSOfuS2SQ/#:~:text=Maturation%20includes%20all%20transformations%20between>. Acesso em: 1 jul. 2023.
- BEER JUDGE CERTIFICATION PROGRAM 2021 STYLE GUIDELINES. [S. l.: s. n.], 2021. Disponível em: <https://www.bjcp.org/style/2021/29/>. Acesso em: 12 jul. 2023.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA. **DECRETO Nº 6.871, DE 4 DE JUNHO DE 2009.** [S. l.], 4 jun. 2009. Disponível em: <https://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=recuperarTextoAtoTematicaPortal&codigoTematica=1265102>. Acesso em: 2 jul. 2023.
- BRASIL, Instrução Normativa nº54 de 05 de novembro de 2001. **Regulamento técnico mercosul de produtos de cervejaria.** Disponível em [www.agricultura.gov.br](http://www.agricultura.gov.br). Acesso em: 07 de jul. 2023
- BRESSIANI, D. T. **Escala EBC da cerveja: o que é e como é calculada a cor da cerveja.** Disponível em: <https://cervejaemalte.com.br/blog/ebc-da-cerveja/#:~:text=Em%20grandes%20cervejarias%2C%20o%20EBC>>. Acesso em: 3 jul. 2023.
- BRIGGS, E.D., BOULTON, C.A., BROOKES, A.P., STEVENS, R. **Brewing Science and Practice.** Inglaterra: Woodhead Publishing Limited and CRC Press, LLC, 2004.
- Ceatox-CROMATOGRÁFIA LÍQUIDA.** Disponível em: <https://ceatox.ibb.unesp.br/padrao.php?id=15>>.
- INSUMOS DO VALE. **KIT Receita Cerveja Pilsen - 20L.** [S. l.], 6 jan. 2023. Disponível em: <https://www.insumosdovale.com.br/kit-receita-cerveja-pilsen-20l>. Acesso em: 7 jul. 2023.
- 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.
- CERVEJA UAI. **SRM ou EBC: Escalas que medem a cor da cerveja.** [S. l.], 5 abr. 2022. Disponível em: <https://cervejeirauai.com/2022/04/05/escalas-cor-cerveja-srm/>. Acesso em: 3 jul. 2023.
- EßLINGER, H. M. **Handbook of Brewing: Processes, Technology, Markets.** John Wiley & Sons, 2009.
- GOLDAMMER, Ted. The Brewer's Handbook: A Complete Book to Brewing Beer. *In: BEER Conditioning: Beer Maturation.* 3. ed. [S. l.]: Apex Publishers, 2022. cap. 14, ISBN 979-8-88757-911-5.
- MARIN, Antonio et al. Physico-Chemical and Sensory Characterization of a Fruit Beer Obtained with the Addition of Cv. Lambrusco Grapes Must. **Beverages**, Italy, p. 1-18, 3 jun. 2021. DOI <https://doi.org/10.3390/beverages7020034>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2306-5710/7/2/34>. Acesso em: 12 jul. 2023.
- MORADO, Ronaldo. **Larousse da Cerveja: A história e as curiosidades de uma das bebidas mais populares do mundo.** 1. ed. [S. l.]: Alaúde, 2017. 513 p. ISBN 978-85-7881-457-1.
- OLIVER, G. **The Oxford companion to beer.** New York: Oxford University Press, 2012.

PILSEN: **Receita de Cerveja Artesanal: A cerveja Pilsen.** [S. l.], 2023. Disponível em: <https://academiaartesanal.com.br/receita-cerveja-pilsen/>. Acesso em: 6 jul. 2023.

POR QUE monitorar a qualidade da água na indústria de cerveja?. *In: Por que monitorar a qualidade da água na indústria de cerveja?*. [S. l.], 27 jan. 2021. Disponível em: <https://microambiental.com.br/analises-de-agua/por-que-monitorar-a-qualidade-da-agua-na-industria-de-cerveja/>. Acesso em: 5 jul. 2023.

PORTO, Paula de Donati. **Tecnologia de fabricação de malte:** Uma revisão. 2011. Trabalho de conclusão de graduação (Graduação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Ciências e Tecnologia de Alimentos, Porto Alegre, 2011. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/56455>. Acesso em: 13 jul. 2023.

SCHAUMLÖFFEL, TIAGO. **INFLUÊNCIA DA GRANULOMETRIA DO MALTE NA EFICIÊNCIA DE PRODUÇÃO DO MOSTO CERVEJEIRO.** 2018. TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO (Bacharel) - UNIVERSIDADE ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL, NOVO HAMBURGO, 2018.

SONG, Xuwei *et al.* A Guide to Carbonating Beverages at Small Scale. **Food Science and Human Nutrition Department, UF/IFAS Extension.**, Gainesville, FL, USA, p. 1-5, 31 out. 2020. Disponível em:

<https://edis.ifas.ufl.edu/publication/FS379>. Acesso em: 13 jun. 2023.

**Yakima Chief Hops.** Disponível em: [<https://www.yakimachief.com/>](https://www.yakimachief.com/). Acesso em: 30 jun.2023.

# ANEXO A

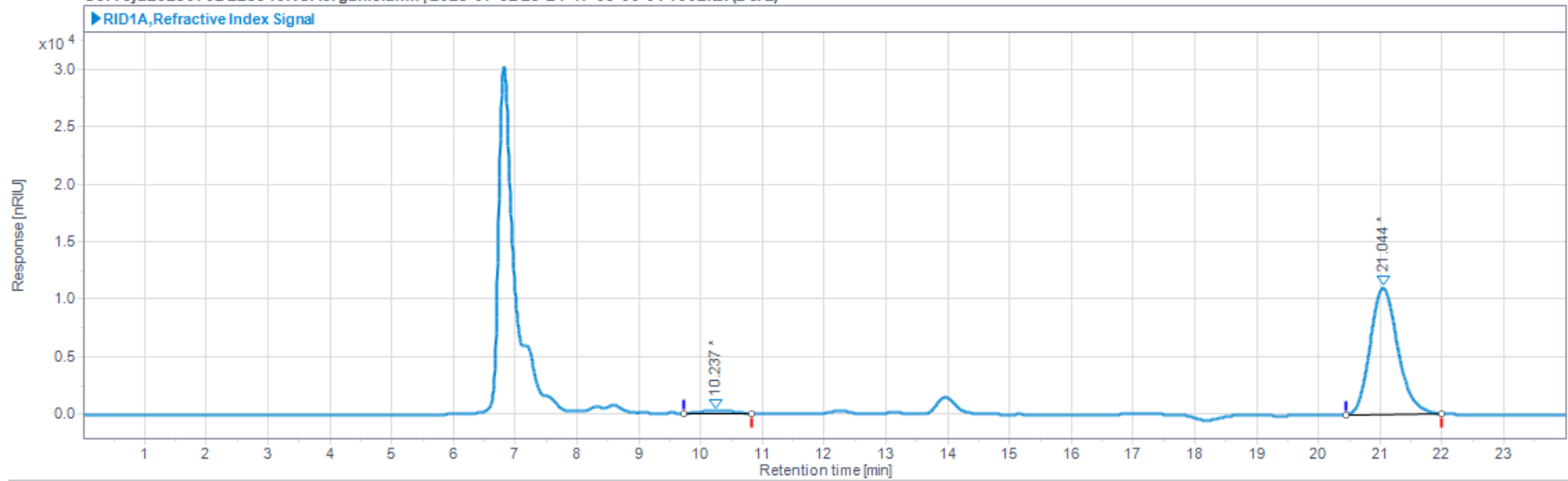
1 - Cromatograma Cerveja base

## Chromatograms



Display mode

Cerveja20230702 225946ROAorganic.amx | 2023-07-02 23-24-47-03-00-01-r002.dx (2 of 2)



## 2 - Cromatograma Fruit beer 15%

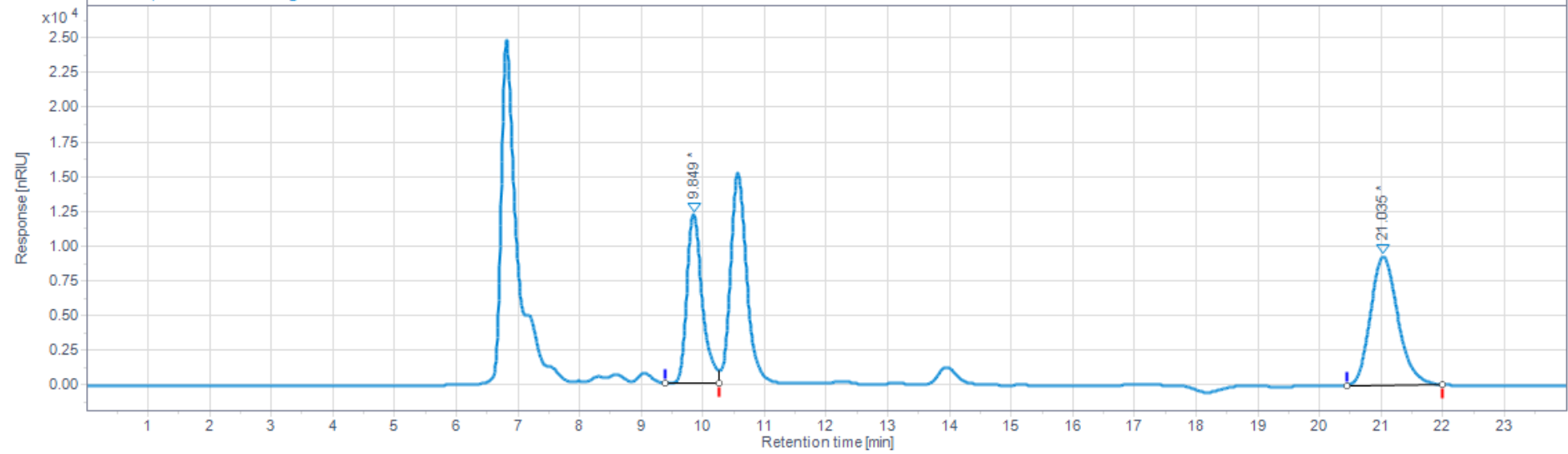
### Chromatograms



Display mode by Injection

Fruitbeer-1520230703 003949ROAorganic.amx | 2023-07-03 00-39-49-03-00-03-r001.dx (1 of 2)

► RID1A, Refractive Index Signal



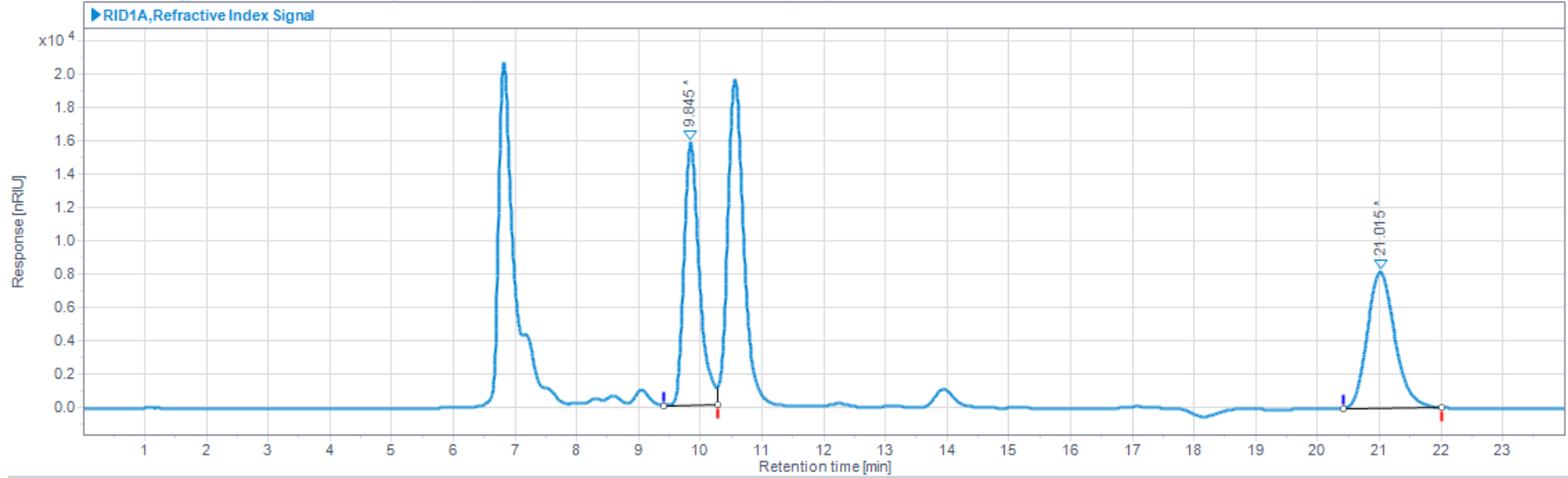
### 3 - Cromatograma Fruit beer 20%

## Chromatograms



Display mode by Injection

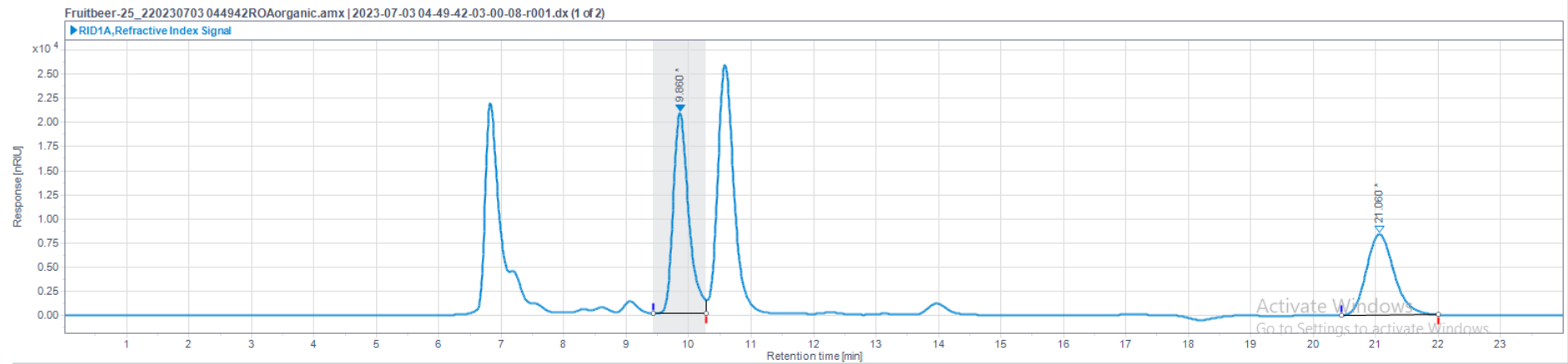
Fruitbeer-20\_220230703 030944ROAorganic.amx | 2023-07-03 03-34-44-03-00-06-r002.dx (2 of 2)



#### 4 - Cromatograma Fruit beer 25%

### Chromatograms

Display mode by Injection



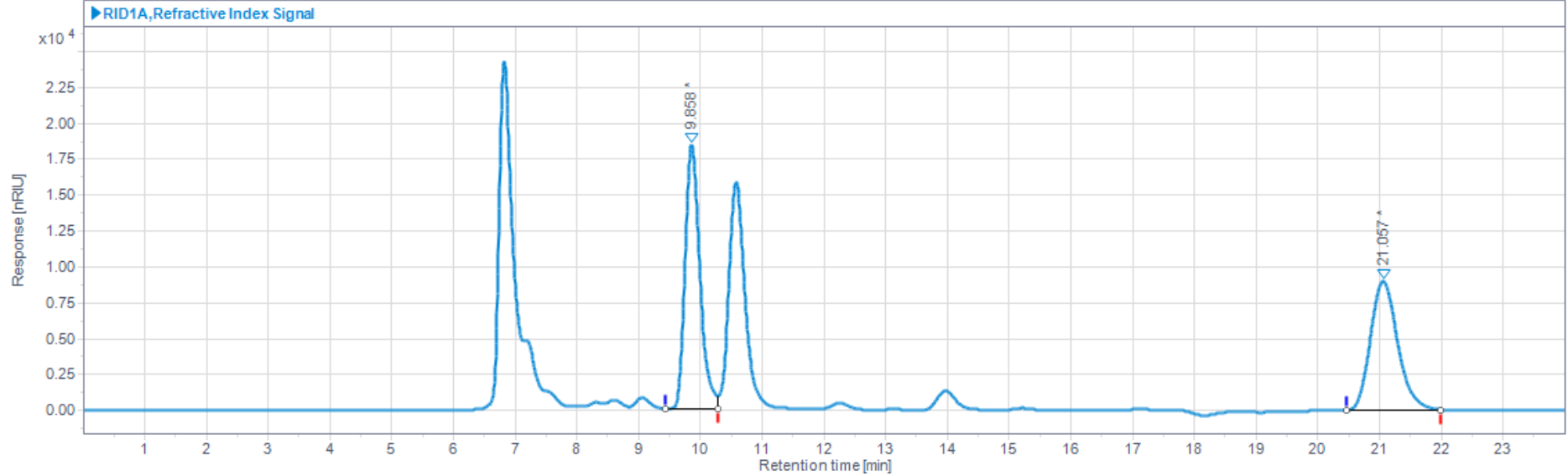
5 - Cromatograma Fruit beer 15% + Glucose

### Chromatograms



Display mode by Injection

Fruitbeer-15-Glucose\_220230703 062940ROAorganic.amx|2023-07-03 06-54-40-03-00-10-r002.dx (2 of 2)



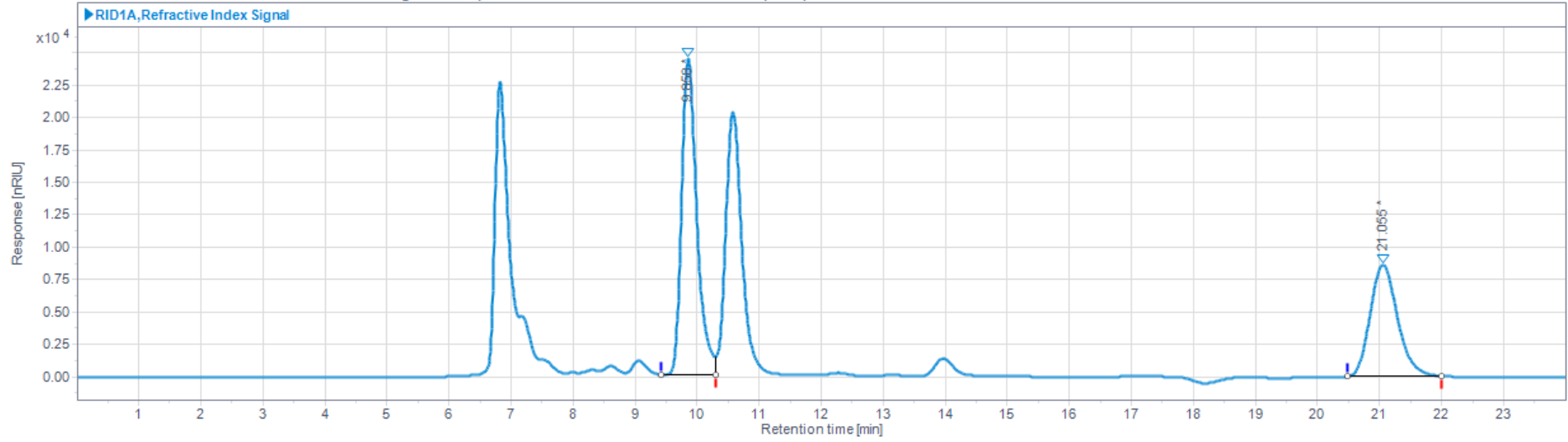
6 - Cromatograma Fruit beer 20% + Glucose

### Chromatograms



Display mode by Injection

Fruitbeer-20-Glucose20230703 071940ROAorganic.amx | 2023-07-03 07-19-40-03-00-11-r001.dx (1 of 2)





7 - - Cromatograma Fruit beer 25% + Glucose

