

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
CAMPUS CURITIBANOS  
CURSO AGRONOMIA

Evelyn França Pereira

**Influência de diferentes métodos de elaboração na qualidade da sidra**

Curitibanos

2022

Evelyn França Pereira

**Influência de diferentes métodos de elaboração na qualidade da sidra**

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em Agronomia do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Agronomia.  
Orientador: Prof. Luciano Picolotto, Dr.  
Coorientadora: Ketlin Schneider, Me.

Curitiba

2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Pereira, Evelyn França  
Influência de diferentes métodos de elaboração na  
qualidade da sidra / Evelyn França Pereira ; orientador,  
Luciano Picolotto , coorientador, Ketlin Schneider, 2022.  
70 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -  
Universidade Federal de Santa Catarina, Campus  
Curitibanos, Graduação em Agronomia, Curitibanos, 2022.

Inclui referências.

1. Agronomia. 2. Adição de açúcar . 3. Bebidas Alcoólicas  
. 4. Fermentado de maçã. 5. Sidra . I. Picolotto , Luciano.  
II. Schneider, Ketlin . III. Universidade Federal de Santa  
Catarina. Graduação em Agronomia. IV. Título.

Evelyn França Pereira

## **Influência de diferentes métodos de elaboração na qualidade da sidra**

Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de Engenheira Agrônoma, e aprovado em sua forma final pelo Curso de Graduação em Agronomia.

Local, 08 de março de 2022.



Documento assinado digitalmente  
Samuel Luiz Fioreze  
Data: 10/03/2022 08:27:54-0300  
CPF: 052.258.059-90  
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

---

**Prof. Dr. Samuel Luiz Fioreze**  
Coordenador do Curso

**Banca Examinadora:**



Documento assinado digitalmente  
Luciano Picoletto  
Data: 08/03/2022 11:32:05-0300  
CPF: 901.989.720-91  
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

---

**Prof. Dr. Luciano Picoletto**  
Orientador  
Universidade Federal de Santa Catarina



Documento assinado digitalmente  
FERNANDA MEGIOLARO  
Data: 09/03/2022 15:21:09-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

**Prof<sup>ª</sup>. Me. Fernanda Megiolaro**  
Membro da banca examinadora  
Universidade Alto Vale do Rio do Peixe



Documento assinado digitalmente  
Cristian Soldi  
Data: 08/03/2022 11:53:27-0300  
CPF: 032.833.289-51  
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

---

**Prof. Dr. Cristian Soldi**  
Membro da banca examinadora  
Universidade Federal de Santa Catarina

Este trabalho é dedicado a minha avó por sempre estar ao meu lado.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado o dom da vida, como também saúde e perseverança, que me fizeram chegar até aqui. Sou grata por todas as vezes que me estendessem a mão quando me encontrava na escuridão, pois achei que não conseguiria suportar e com a tua presença me fiz mais forte, mesmo que ferida.

Sou grata a minha família que sempre esteve ao meu lado. Sou grata a minha mãe Elisete França Pontes e ao meu pai João Daniel Pereira. Sou grata a minha vó, Zenaide Weege que assim como Deus, sempre esteve ao meu lado, me apoiando e acreditando nos meus sonhos. Sou imensamente grata e feliz por ter a senhora na minha vida e essa conquista é nossa! Sou grata a todos meus irmãos, tios e tias, primos e primas, sobrinha e afilhado. Toda a minha família foi fundamental para que eu permanecesse firme construindo esse sonho.

Quero agradecer também, aos meus amigos (Antonio Américo Prates, Cristina Lindner Ferreira, Denize Carniel Spanholi, Gabriela Izidoro Lohn e Renata Ferreira Neves) que sempre percorreram o caminho da graduação junto a mim, sendo minha segunda família, me ajudando e apoiando nos momentos de tristeza e felicidade. Ao meu Orientador Luciano Picolotto e a minha Coorientadora Ketlin Schneider agradeço por todo conhecimento, dedicação, laço de amizade e paciência, vocês foram cruciais para a minha trajetória. Aos demais professores, técnicos e terceirizados da Universidade, meu muito obrigada.

Ao meu noivo, Ricardo Rosa Ortiz obrigada por ser minha morada, por ter me estendido a mão no momento em que eu mais desacreditei de mim, por me incentivar em todos os momentos, sou feliz ao seu lado meu bem, sou grata a nossa família.

Por fim, agradeço a mim, por sempre correr atrás dos meus sonhos, mesmo que para muitos impossíveis, só estou onde estou porque tive força e persistência. Todas as noites de insônia, de questionamentos e choro me tornaram quem eu sou, me tornaram Engenheira Agrônoma!

## RESUMO

A produção brasileira de maçã é destinada principalmente à comercialização de frutas in natura. Na pós-colheita, maçãs com defeitos são desclassificadas, podendo ser utilizadas no processo industrial para elaboração de bebidas fermentadas como, por exemplo, a sidra. Para a produção desta bebida, há diferentes processos de fabricação. Neste contexto, com o intuito de disponibilizar técnicas de baixo custo de elaboração e incremento nos parâmetros de qualidade, além de alavancar o mercado da sidra, faz-se necessário estudos sobre diferentes métodos de elaboração, para obtenção de sidra de qualidade. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade da sidra em diferentes formas de extração do mosto, tipos de leveduras e concentrações de açúcar (sacarose). Para atingir esse objetivo, foram avaliados 1 os parâmetros de qualidade da sidra em dois experimentos distintos. O experimento 1 consistiu em avaliar a qualidade da sidra utilizando diferentes processos de elaboração. O delineamento experimental utilizado foi o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), com fatorial (2x2), com duas formas de extração do mosto (centrífuga e panela-extratora), dois tipos de leveduras, tendo três repetições e uma garrafa por repetição. Já o experimento 2, consistiu em avaliar a qualidade da sidra em função de diferentes concentrações de açúcar (0%; 3,5%; 7% e 10,5%). O delineamento experimental utilizado foi o DIC, com cinco repetições e uma garrafa por repetição. Para o experimento 1, na variável polifenóis, não houve interação entre os fatores, tendo seu maior valor quando utilizado a panela-extratora, diferentemente do observado na acidez total titulável (ATT) onde a panela-extratora teve o menor valor. O mesmo comportamento foi verificado na levedura Fermol premier Cru, ou seja, valores altos e baixos nas respectivas variáveis. Na variável extrato seco total (EST) e acidez volátil (AV) houve interação entre os fatores estudados, com destaque para a levedura fermento biológico (Fleischmann) e panela-extratora. Interação entre fatores estudados também ocorreu com o teor de antocianinas; no entanto, o comportamento foi similar, exceto quando utilizou a centrífuga e levedura Fermol premier Cru. Para o experimento 2, foi possível observar que a adição de açúcar aumentou os valores da ATT, pH, EST, relação SST/ATT, sólidos solúveis totais (SST), teor alcoólico, exceto para polifenóis, onde os valores diminuíram. Através dos resultados obtidos nos experimentos, juntamente com as informações acessadas nas revisões bibliográficas, pode-se concluir que a qualidade da sidra pode ser alterada dependendo da forma de extração do mosto, do tipo de levedura e da quantidade de açúcar utilizado.

**Palavras-chave:** Fermentado. Mosto. Sidra.

## ABSTRACT

The Brazilian apple production is mainly destined to the commercialization of in natura fruit. On post-harvest, the defective apples are disqualified and they can be used in the industrial process for the elaboration of fermented beverages such as cider for instance. For the production of this drink, there are different manufacturing processes. In this context, in order to provide low-cost techniques for elaboration and increase in quality parameters, in addition to leveraging the cider market, studies on different methods of elaboration to obtain quality cider are necessary. This study is aimed to evaluate the quality of cider in different ways of extracting the must, types of yeast and sugar (sucrose) concentrations. To achieve this objective, the cider quality parameters were evaluated in two different experiments. Experiment 1 consisted of evaluating the quality of the cider using different production processes. The experimental design used was the Completely Randomized Design (DIC), with factorial (2x2), with two ways of extracting the must (centrifuge and extractor pot), two types of yeast, with three replications and one bottle per repetition. Experiment 2 consisted of evaluating the quality of the cider as a function of different sugar concentrations (0%; 3.5%; 7% and 10.5%). The experimental design used was the DIC, with five repetitions and one bottle per repetition. For experiment 1, there was no interaction between the factors for the polyphenols variable, when the extractor pan was used with its highest value, unlike what was observed in the titratable total acidity (TTA) where the extractor pan had the lowest value. The same behavior was noticed in Fermol premier Cru yeast, that is, high and low values in the respective variables. In the total dry extract (EST), variable and volatile acidity (AV) there was an interaction between the factors studied, especially the yeast biological yeast (Fleischmann) and extractor pan. Interaction between the factors studied also occurred with the anthocyanin content; however, the behavior was similar, except when using the Fermol premier Cru centrifuge and yeast. For experiment 2, it was possible to observe that the addition of sugar increased the values of ATT, pH, EST, SST/ATT ratio, total soluble solids (SST), alcohol content, except for polyphenols where the values, decreased. Through the results obtained in the experiments, together with the information accessed in the bibliographic reviews, we can conclude that the quality of the cider can be changed depending on the form of extraction of the must, the type of yeast and the amount of sugar used.

**Keywords:** Fermented. Wort. Cider.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Maçãs cultivar Royal Gala. ....	18
Figura 2 - Limpeza das garrafas e sanitização dos frutos. A) Autoclavagem das garrafas; B) Sanitização das garrafas; C) Sanitização das maçãs e D) Fracionamento. ....	30
Figura 3 - Métodos de extração para obtenção de sidra. A) Extração por panela-extratora; B) Visão interna da panela-extratora e C) extração por centrífuga. ....	30
Figura 4 - Etapas de elaboração da sidra. A) Processo Fermentativo; B) Engarrafamento da sidra. ....	31
Figura 5 - Fluxograma do processo de elaboração da sidra utilizando diferentes métodos de extração e leveduras. ....	32
Figura 6 - Fermentadores com os tratamentos em diferentes concentrações de açúcar (0%; 3,5%; 7% e 10,5%). ....	33
Figura 7 - Fluxograma do processo de elaboração da sidra utilizando diferentes concentrações de açúcar. ....	34
Figura 8 - Análise de acidez total titulável. ....	35
Figura 9 - Análise de acidez volátil. A) Processo de destilação. B) Solução titulada. ....	36
Figura 10 - Análise de pH. UFSC - Campus Curitibanos, 2021. ....	37
Figura 11 - Análise de antocianinas. A) Espectrofotômetro; B) Interior do espectrofotômetro com a amostra e C) Cubetas com amostra. ....	38
Figura 12 - Análise dos compostos fenólicos. A) Solução diluída; B) Soluções com reagente Folin-Ciocalteu e C) Cubetas com amostra. ....	39
Figura 13 - Análise de densidade. A) Mensuração da temperatura da água e B) Pesagem da amostra. ....	40
Figura 14 - Análise de teor alcoólico. A) Aparelho de destilação; B) Sidra em balão volumétrico; C) Solução destilada e D) Pesagem da solução destilada. ....	40
Figura 15 - Análise de extrato seco total. Pesagem do cadinho. B) Cadinho com amostras na estufa. C) Cadinho com amostra evaporada. D) Pesagem do cadinho com amostra evaporada. ....	41
Figura 16 - Análise de Sólidos Solúveis Totais (SST) – BRIX. ....	42
Figura 17 - Acidez Total Titulável (ATT) em sidras utilizando diferentes concentrações de açúcar no mosto. UFSC, Curitibanos-SC, 2022. ....	50

Figura 18 - Acidez Volátil (AV) e Antocianinas em sidras, em função de diferentes concentrações de açúcar. UFSC, Curitiba-SC, 2022.....	51
Figura 19 - Extrato Seco Total (EST) em sidras, em função de diferentes concentrações de açúcar. UFSC, Curitiba-SC, 2022.....	52
Figura 20 - Valores de pH em sidras, em função de diferentes concentrações de açúcar. UFSC, Curitiba, 2022.....	53
Figura 21 - Polifenóis em sidras, em função de diferentes concentrações de açúcar. UFSC, Curitiba-SC, 2022.....	54
Figura 22 - Sólidos Solúveis Totais e Teor alcoólico em função de diferentes concentrações de açúcar. UFSC, Curitiba-SC, 2022.....	56
Figura 23 - Relação SST/ATT em função de diferentes concentrações de açúcar. UFSC, Curitiba-SC, 2022.....	56

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Acidez Total Titulável (ATT) em sidras em função de diferentes tipos de leveduras e extração do mosto. UFSC, Curitibanos-SC, 2022.....	44
Tabela 2 - Acidez Volátil em interação (forma de extração do mosto x tipo de levedura). UFSC, Curitibanos-SC, 2022.....	45
Tabela 3- Antocianinas em interação (forma de extração do mosto x tipo de levedura). UFSC, Curitibanos-SC, 2022.....	46
Tabela 4 - Extrato Seco Total em interação (forma de extração do mosto x tipo de levedura). UFSC, Curitibanos-SC, 2022. ....	47
Tabela 5 - Polifenóis em sidras em função de diferentes leveduras e extração do mosto. UFSC, Curitibanos-SC, 2022.....	48
Tabela 6 - Teor Alcoólico em sidras em diferentes formas de extração do mosto e tipos de leveduras. UFSC, Curitibanos-SC, 2022.....	49

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ATT Acidez Total Titulável

ATM atmosfera

AV Acidez Volátil

EAG Equivalente Ácido Gálico

EST Extrato Seco Total

EMBRAPA Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

g Grama

GL Graus Gay-Lussac

hl Hectolitro

IBRAVIN Instituto Brasileiro do Vinho

Kg Quilograma

L Litro

mL mililitro

Med média

Meq/L miliequivalentes por litro

pH potencial hidrogeniônico

Rg Radiação solar global

SST Sólidos Solúveis Totais

T°C Temperatura em grau Celcius

UFSC Universidade Federal de Santa Catarina

UR Umidade relativa do ar

°C Grau Celcius

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
1.1	OBJETIVOS .....	16
1.1.1	<b>Objetivo Geral .....</b>	<b>16</b>
1.1.2	<b>Objetivos Específicos .....</b>	<b>16</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>17</b>
2.1	CARACTERÍSTICAS DA MAÇÃ.....	17
2.2	CULTIVARES .....	18
2.2.1	<b>Gala .....</b>	<b>18</b>
2.2.1.1	<i>Royal Gala.....</i>	<i>18</i>
2.2.2	<b>Fuji .....</b>	<b>18</b>
2.3	IMPORTÂNCIA DA CULTURA DA MACIEIRA .....	19
2.4	IMPORTÂNCIA DA SIDRA NO BRASIL E NO MUNDO .....	19
2.5	CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DA sidra .....	21
2.6	PROCESSO DE ELABORAÇÃO DA SIDRA .....	22
2.6.1	<b>Seleção dos frutos.....</b>	<b>23</b>
2.6.2	<b>Extração .....</b>	<b>23</b>
2.6.2.1	<i>Extração por Centrifugação.....</i>	<i>24</i>
2.6.2.2	<i>Extração por Arraste de Vapor .....</i>	<i>24</i>
2.6.3	<b>Sulfitagem .....</b>	<b>25</b>
2.6.4	<b>Leveduras.....</b>	<b>25</b>
2.6.4.1	<i>Saccharomyces cerevisiae.....</i>	<i>26</i>
2.6.5	<b>Processo fermentativo.....</b>	<b>26</b>
2.6.6	<b>Engarrafamento .....</b>	<b>27</b>
2.6.7	<b>Estabilização .....</b>	<b>27</b>
2.6.8	<b>Clarificação ou sedimentação .....</b>	<b>27</b>
2.7	LEGISLAÇÃO BRASILEIRA .....	28
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>29</b>

3.1	EXPERIMENTO 1: QUALIDADE DA SIDRA UTILIZANDO DIFERENTES PROCESSOS DE ELABORAÇÃO .....	29
3.2	EXPERIMENTO 2: QUALIDADE DA SIDRA EM FUNÇÃO DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE AÇÚCAR.....	32
3.3	VARIÁVEIS AVALIADAS NOS EXPERIMENTOS .....	34
3.3.1	<b>Acidez Total Titulável (ATT), Acidez Volátil e pH .....</b>	<b>35</b>
3.3.2	<b>Antocianinas e Polifenóis Totais (Atividade Redutora).....</b>	<b>37</b>
3.3.3	<b>Densidade e Teor Alcoólico .....</b>	<b>39</b>
3.3.4	<b>Extrato Seco Total .....</b>	<b>41</b>
3.3.5	<b>Sólidos Solúveis Totais (SST) – °BRIX e Relação SST/ATT .....</b>	<b>41</b>
4	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>43</b>
4.1	EXPERIMENTO 1: QUALIDADE DA SIDRA UTILIZANDO DIFERENTES PROCESSOS DE ELABORAÇÃO .....	43
4.2	EXPERIMENTO 2: QUALIDADE DA SIDRA EM FUNÇÃO DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE AÇÚCAR.....	49
5	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>57</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>58</b>
	<b>APÊNDICE A - Índices meteorológicos na safra de 2020-2021 .....</b>	<b>67</b>
	<b>ANEXO A– Porcentagem de álcool em relação à densidade da solução hidroalcoólica a 20°C.....</b>	<b>68</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A produção brasileira de maçã é destinada principalmente à comercialização de frutas *in natura*. Maçãs que apresentam defeitos são desclassificadas, podendo ser utilizadas no processo industrial para elaboração de fermentados, dentre outros. Frutas fora do padrão de qualidade devido serem deformados, pequenos, que sofreram com condições adversas climáticas, como é o caso de pomares que foram atingidos por granizos, dentre outros fatores (ITO, 2021) acabam sendo rejeitas para o consumo *in natura* (WOSIACKI, 2002). Desta forma o que poderia ser um descarte passa a ter um valor agregado ao ser utilizado como subproduto, ou mesmo como matéria prima (CARVALHO, 2009). A elaboração de sidra é uma alternativa para evitar o desperdício e valorizar os frutos com qualidade inferior (SUGUINO, 2012).

A sidra é uma bebida fermentada alcoólica que tem como principal ingrediente o suco concentrado e fresco de maçã. O processo de fermentação de frutas consiste em transformar os açúcares presentes na fruta em álcool, para isso, se obtém o suco da fruta *in natura*, que acrescentando uma levedura, resultará na bebida alcoólica e fermentada (MOREIRA; RIGHETTI *et al.*, 2019). Palomar (2006) e Lazzarotto *et al.* (2012) citam que a sidra é uma bebida alcoólica nobre, rica em vitaminas e minerais, mas pouco difundida ao paladar brasileiro. Porém é uma bebida de próspero incremento no valor comercial, mas que aos poucos vem ganhando interesse pelo consumidor brasileiro, onde seu consumo se resume praticamente em datas festivas.

Para a produção desta bebida Carvalho (2009) cita diferentes processos de fabricação. O processo fermentativo ocorre na garrafa de expedição para o consumo em mistura a leveduras e outros produtos (SAVI, 2014). Os mesmos autores mencionam que o tipo de levedura influencia a qualidade e que o uso de leveduras locais são mais competitivas se selecionadas adequadamente. No entanto, se faz necessário estudo sobre quais leveduras são mais adequadas, qual forma de extração do mosto é mais efetiva, como também, quais alternativas tecnológicas são mais acessíveis para a produção em pequena escala.

Diante do déficit de pesquisas envolvendo sua fabricação e também a falta de cultivares destinadas especificamente para a fabricação de sidra, as cultivares de mesa acabam sendo utilizadas. Estas apresentam características interessantes de palatabilidade e aceitação, apresentando baixos teores de compostos que geram amargor e adstringência (NOGUERA; ZARDO; KVITSCHAL; COUTO; ZIELINSKI; ALBERTI, 2016). Estas denominadas maçãs industriais, apresentam características físico-químicas praticamente idênticas às frutas

destinadas a comercialização *in natura*, onde a partir do processamento da maçã, há possibilidade de incrementar e valorizar esse mercado, a fim de reduzir desperdícios e gerar uma nova fonte de produção comercial (CARVALHO, 2009). Associado a elaboração do fermentado está a escolha de leveduras, como também a adição de açúcar. Esses são fatores importantes para as características organolépticas da sidra, proporcionando sabor diversificado e agradável ao paladar do mercado consumidor.

Com o intuito de disponibilizar e aprimorar as técnicas de elaboração e incremento nos parâmetros de qualidade, além de alavancar o mercado da sidra, neste contexto, se faz necessário estudos sobre diferentes métodos de elaboração para obtenção de sidra com qualidade diferenciada.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

Avaliar a qualidade da sidra em diferentes formas de extração do mosto, tipos de leveduras e concentrações de açúcar.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

Elaboração de sidra utilizando panela extratora e centrífuga;

Elaboração de sidra utilizando levedura Fermol Premier Cru x levedura Biológica (Fleischmann);

Elaboração da sidra com diferentes concentrações de açúcar;

Avaliação dos parâmetros de qualidade.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 CARACTERÍSTICAS DA MAÇÃ

Segundo Freire (1994) a macieira (*Malus domestica* Borkh.) é pertencente do gênero *Malus* e da família Rosaceae. É uma planta lenhosa de clima temperado, sendo originária da Europa e da Ásia. A macieira é uma planta alógama que apresenta folhas simples, caducas e estipulatas, de coloração variada conforme a variedade. Sua flor é aromática de coloração rosácea ou branca. Seu sistema radicular permite a sustentação, absorção de água e de nutrientes. A estrutura radicular é dependente da propagação adotada (sexuada ou assexuada). Apresenta até dez metros de altura, com tronco de casca parda, lisa e de copa arredondada (SILVA, 2012).

Seu fruto é um pomo globoso ou deprimido com depressão na região do pedúnculo. (BERNARDI, 2004). Necessita de temperaturas baixas para a formação de hormônios para que haja o processo de “quebra de dormência” (BRAGA *et al.*, 2001).

A composição do fruto está relacionada com fatores naturais, como o solo e o clima. Também é influenciado por fatores de produção como a cultivar e os tratos culturais utilizados, além disso, a influência do processamento e das condições de armazenamento. A água é responsável por até 90% de sua composição, possui ainda substâncias aromáticas, minerais, pectínicas, compostos nitrogenados e fenólicos (BARBOSA *et al.*, 2007; HASHIZUME, 2001; RIZZON, BERNARDI; MIELE, 2005; WOSIACKI; NOGUEIRA, 2005).

Em relação a composição nutricional da maçã, segundo Protzek (1997 apud CÓRDOVA, 2006, p. 10) encontra-se os açúcares (11,1%): sacarose, glucose e frutose, que são transformadas em etanol no processo fermentativo da levedura. Além destes, na fração fibrosa (1%) há hemicelulose, celulose, carboidratos (14,9%) e substâncias pectínicas. Já proteínas (0,3%) e lipídios (0,4%) e cinzas (0,29%) em teores baixos. Quanto aos ácidos orgânicos, a predominância de ácido málico (0,47%), além de ésteres e aldeídos. O fruto ainda apresenta alto teor de vitaminas do complexo B, de vitamina C e vitamina E. Na sua composição ainda possui potássio. Por fim, a água (84,1%) se encontra como o principal constituinte do fruto.

## 2.2 CULTIVARES

As principais de importância econômica no Brasil são as cultivares “Gala” e “Fuji”, como também seus clones, sendo detentoras de aproximadamente 90% da produção nacional (FIORAVANÇO; SANTOS, 2013).

### 2.2.1 Gala

É originária da Nova Zelândia e apresenta média exigência de frio. Possui frutos de casca vermelho-estriado de textura crocante e suculenta, com sabor adocicado a ácido. Podem apresentar variações espontâneas, dando origem a plantas com coloração vermelha mais intensa da casca (FREIRE, 1994).

#### 2.2.1.1 *Royal Gala*

É proveniente de uma mutação espontânea da cultivar Gala. Caracteriza-se por apresentar frutos com a epiderme vermelho estriado de fundo amarelado, com tonalidade escura intensa e uniforme, possui frutos de pequeno a médio porte com polpa de coloração branco creme, de sabor doce e de excelente qualidade (BERNARDI, 2004).

Figura 1 - Maçãs cultivar Royal Gala.



Fonte: Autora, 2022.

### 2.2.2 Fuji

É originária do Japão, muito produtiva e vigorosa, necessitando de raleio para uniformidade e bom crescimento dos frutos. O fruto apresenta sabor adocicado de polpa

suculenta e de textura crocante. Apresenta variações de distinta coloração de epiderme, podendo apresentar alternância de produção (FREIRE, 1994).

### 2.3 IMPORTÂNCIA DA CULTURA DA MACIEIRA

No Brasil, o desenvolvimento da cultura iniciou-se na década de 70 e se estabeleceu principalmente na produção da maçã *in natura*. O Brasil se encontra entre os maiores produtores de maçã do mundo, onde a China lidera esse ranking (IBGE, 2019).

O cultivo da macieira é uma das atividades mais importantes economicamente, apresentando uma produção total de 1,276 milhões de toneladas de maçã na safra de 2020/2021 com os maiores produtores localizados na região sul do país (EMBRAPA, 2021), principalmente nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do sul. A cultura possui grande importância comercial no País, sendo o estado de Santa Catarina, o principal produtor, abastecendo grande parte do território brasileiro. A produção do estado Catarinense foi de 550 mil toneladas de maçã na safra de 2019/2020 (EMBRAPA, 2021).

A cultura apresenta grande relevância econômica e social, sendo responsável pelo emprego de mão de obra e de recursos primários, secundários e terciários. A produção brasileira e o mercado interno são estruturados principalmente para o consumo *in natura*, possuindo pouca diversificação em derivados da fruta, tornando o país deficiente na cadeia produtiva quando comparado com concorrentes de outros países como a Argentina e o Chile (LAZZAROTTO *et al.*, 2012).

### 2.4 IMPORTÂNCIA DA SIDRA NO BRASIL E NO MUNDO

Segundo Lazzarotto *et al.* (2012) o consumo da sidra é mais difundido em países europeus sendo pouco consumida no Brasil. Além de questões culturais, o país emprega pouca qualidade no sistema produtivo. A bebida apresenta um grande potencial de produção, podendo ser uma alternativa para o aproveitamento de frutos que são descartados no processo de classificação realizado na pós-colheita e também como uma forma de agregar valor à matéria prima e a cadeia produtiva. São utilizados frutos sem qualidade estética e frutos com tamanho pequeno, má distribuição de pigmentos em sua casca e formatos anômalos. Em sua maioria, a bebida é consumida somente em datas festivas, o que demonstra o não hábito de consumo desse tipo de produto (LAZZAROTTO *et al.*, 2012). Também se sabe que esse fator é reflexo dos

problemas de qualidade envolvendo sua fabricação, como matéria prima inadequada e deficiências nas tecnologias de processamento do fermentado. Isso reflete no volume consumo da sidra no Brasil, o qual não passa de 1,7% (IBRAVIN, 2008). Diferente do que ocorre em outros países, as cultivares de mesa são destinadas à produção de sidra.

A sidra brasileira é caracterizada como uma bebida suave, de baixo teor alcoólico, com adição de água, elevada concentração de açúcar, carbonada artificialmente, com aroma fermentado. O consumidor brasileiro tende a preferir por sidras de tonalidade mais escura e doce, além de gaseificada (NOGUEIRA *et al.*, 2003). Diante disso, a adição de açúcar acaba sendo uma alternativa interessante para o ganho de admiradores no mercado interno. É pouco aromática e com baixa acidez, uma vez que é produzida essencialmente de maçãs de mesa (NOGUEIRA; WOSIACKI, 2010).

O consumo de sidra é popular em países europeus, sendo um importante recurso econômico. Nessas regiões as cultivares de maçãs utilizadas são específicas para a produção de sidra. O Reino Unido é responsável por mais de 80% do consumo mundial de sidra, com 54% da produção das maçãs destinadas a fabricação de sidra e apresenta consumo de 15,4 L per capita. Já a América Latina é responsável por apenas 5% do consumo mundial. No entanto, é uma das bebidas mais antigas no mundo que teve seu consumo mundial aumentado somente nos últimos anos (CANOSSA *et al.*, 2018).

Efetivamente, há poucas agroindústrias brasileiras produtoras de sidra, sendo de pequena a médio porte, tendo como objetivo de agregar valor às frutas descartadas, consistindo assim em um mercado promissor na fabricação de sucos, polpas, fermentados, sidra, geleias, entre outras (AVILA *et al.*, 2015; BOURVELLEC *et al.*, 2021; NOGUEIRA; WOSIACKI, 2016).

Pela exigência dos consumidores, o volume consumido de sidra no Brasil vem diminuindo devido à falta de qualidade nas tecnologias de processamento e das tendências do mercado. Diante disso, se faz necessário a ampliação do mercado de bebida, já que a forma de elaboração da sidra brasileira se apresenta como pouca qualidade e de poucos apreciadores (NOGUEIRA; WOSIACKI, 2010).

## 2.5 CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DA SIDRA

Quando ingerida com moderação, pode apresentar benefícios a saúde devido à constituição nutritiva da maçã, contendo minerais, polifenóis, vitaminas, ácidos essenciais, enzimas e pectinas (SAVI, 2014).

A aceitação pelo consumidor e sua consolidação no mercado está diretamente relacionado ao seu sabor e aroma provenientes de compostos voláteis de origem do próprio fruto. Como também da decorrência do processo fermentativo durante sua fabricação, e de reações químicas durante o seu envelhecimento, sendo os acetatos, os ácidos graxos, os aldeídos, as cetonas, os ésteres os etílicos, os álcoois superiores, os principais compostos aromáticos produzidos durante a fermentação. Além de sofrer influência de fatores abióticos como pH, temperatura e fatores bióticos como a própria levedura utilizada no processo de fermentação (MALLOUCHOS *et al.*, 2003).

Os compostos fenólicos são responsáveis por muitas características sensoriais da sidra, sendo o aroma um dos principais parâmetros empregados na qualidade desse fermentado, podendo apresentar aroma frutado ou floral, o que varia em função da tecnologia de processamento e levedura escolhida (MALLOUCHOS *et al.*, 2003).

Ao decorrer do processo de elaboração da sidra ocorre transformações bioquímicas que influenciaram na qualidade do produto final. A qualidade está relacionada com a matéria-prima, e com as leveduras utilizadas na fermentação. No entanto essas características que norteiam a qualidade estão definidas em legislação inerente a cada país (MADRERA *et al.*, 2008; ROZA *et al.*, 2003; SAVI, 2014).

A fermentação alcoólica envolve a composição do mosto, da microbiota e da tecnologia de fermentação, sendo afetado por diversos fatores, como a clarificação, temperatura, composição do mosto, nível de dióxido de enxofre, leveduras, etc. Envolve uma série de reações onde a glicose é transformada em etanol. O que demonstra uma complexa interação, afetando a qualidade do produto (CORTÉS *et al.*, 2010; RIBÉREAU-GAYON *et al.*, 2000; TORIJA *et al.*, 2003).

A temperatura afeta as reações bioquímicas e o metabolismo das leveduras, resultando em metabólitos que afetam as características organolépticas. O conteúdo de açúcar encontrado no mosto influencia na velocidade da fermentação. Uma fermentação lenta e controlada possibilita a obtenção de uma sidra de qualidade.

Quando ocorre a fermentação tumultuosa sem controle de temperatura, a sidra apresenta um aroma fermentado, o que não é desejável, podendo permanecer no produto final quando desenvolvido durante a fermentação, podendo ser diminuído na fase de maturação da sidra, já que o aroma frutado é considerado mais favorável, sendo o aroma de interesse, caso contrário apresentará aroma “fermentado”, influenciando nas características organolépticas do produto final, como também a condução da fermentação (DURIEUX *et al.*, 2005; NOGUEIRA; WOSIACKI, 2012). Quando o processo fermentativo ocorre em temperaturas controladas podem aumentar a retenção dos constituintes do aroma (TORIJA *et al.*, 2003; SALVADÓ *et al.*, 2011).

Na gaseificação natural, as leveduras estão dispostas a alta pressão, baixa temperatura e na presença de álcool, etanol, gás carbônico e ácidos graxos, além de glicerol em baixas concentrações, atuando na defesa da levedura, o que proporciona as características sensoriais da bebida (CARVALHO, 2009).

Os compostos voláteis encontrados na sidra são ésteres, ácidos graxos de cadeia curta, álcoois superiores provenientes da matéria prima e do processo metabólico. A quantificação e caracterização desses compostos são importantes para o controle de qualidade. Os compostos fenólicos também contribuem para as propriedades sensoriais, associando as características como a adstringência, o amargor e a cor. Os polifenóis encontrados na sidra são os flavan-3-óis, procianidinas, flavonóis, diidrocalconas e ácidos hidroxicinâmicos e derivados (SATORA *et al.*, 2008).

No Brasil, há uma preferência maior por sidras mais adocicadas, diante disso, a adição de açúcar se torna uma ferramenta para o ganho de admiradores da bebida. Além disso, altas concentrações de açúcar são utilizadas para mascarar a qualidade da matéria-prima em que se utiliza (SAVI, 2014).

## 2.6 PROCESSO DE ELABORAÇÃO DA SIDRA

A indústria nacional elabora sidras com adição de açúcar e gás carbônico, com características bem diferentes das bebidas europeias, as quais são produzidas com cultivares que apresentam características de acidez e adstringência atribuindo à qualidade final do produto (CANOSSA *et al.*, 2018). Como citado anteriormente, as características das cultivares desempenham um papel muito importante na qualidade do produto final, como também o processo de elaboração da sidra, sendo influenciado por fatores bióticos e abióticos (SAVI,

2014). A sidra europeia utiliza cultivares selecionadas para sua produção, as quais apresentam características (teores de acidez, taninos e açúcares) desejáveis a sua elaboração, que atendem as características importantes para o mercado consumidor, como o sabor, o aroma e a cor. É elaborada através de uma fermentação lenta que promove um aroma mais frutado e floral (SIMÕES, 2008).

Há três passos cruciais para a elaboração da sidra sendo: seleção dos frutos, extração e a fermentação alcoólica.

### **2.6.1 Seleção dos frutos**

A seleção dos frutos da macieira consiste na escolha da matéria-prima na obtenção de uma sidra de qualidade. No Brasil, por não haver um mercado consolidado da bebida, se utiliza cultivares de mesa, como uma forma de agregar valor à cadeia produtiva e ao processamento do fruto. O País utiliza-se uma mistura de cultivares, estas apresentam as mesmas características que as maçãs comercializadas (SUGUINO, 2012).

A seleção de frutos maduros permite um incremento das concentrações de álcool etílico e gás carbônico. Segundo Alonso (2004) citado por Rocha e Pujol (2013), sacarose e o sorbitol produzidos nesses frutos, são convertidos em amido e ácido málico que se transformam em moléculas de frutose, de sacarose e de glicose. O aumento de açúcares oferece condições para o processamento do fruto, por proporcionar a queda dos teores de amido.

Na Europa se utiliza uma classificação de cultivares em quatro categorias de sabor (sabor doce, doce-amargo, amargo e ácido), onde cada categoria influenciará no corpo, frescor e sabor da bebida. A sidra inglesa, também utilizada quatro categorias (ácidas, amargo-ácidas, amargo-doces e doces), que através da mistura de diferentes categorias permite a elaboração de bebidas com características sensoriais diferenciadas além de utilizar maçãs de boa qualidade fitopatológica e maturidade (NOGUEIRA; WOSIACKI, 2010).

### **2.6.2 Extração**

A extração do suco da fruta é uma importante etapa, onde o controle da espessura do triturado é importante, pois com a obtenção de um suco mais límpido possibilita um maior rendimento, o qual vai ser gerenciado por fatores como tamanho das partículas e temperatura (HASHIZUME *et al.*, 2001). Como a textura da maçã pode mudar conforme o lote é de suma

importância o controle do triturado, para que se obtenha um rendimento mais elevado com menos tempo, devendo evitar a formação de massa sem resistência. O rendimento é influenciado pela pressão aplicada, tamanho das partículas, duração do processo, temperatura da polpa, etc. Através da maceração é possível acelerar a extração de compostos fenólicos (HASHIZUME *et al.*, 2001).

#### 2.6.2.1 *Extração por Centrifugação*

Segundo Nogueira *et al.* (2005) o rendimento de suco proveniente da centrifugação está relacionado com a operação de trituração, apresentando melhores resultados quando o fruto for mais fragmentado. Para o sistema de trituração, características como textura e grau de maturação estão relacionadas com o aumento do tamanho das partículas e com a regulação na velocidade de trituração.

Os primeiros estudos envolvendo a trituração para obtenção do suco de maçã foram descritas por Rao *et al.* (1975) citado por Bump (1989), demonstrando que o grau de fragmentação afeta o rendimento e o conteúdo de sólidos em suspensão. Entretanto, há poucas informações sobre a extração de suco pela trituração (NOGUEIRA *et al.*, 2005). A trituração pode ser realizada através de moinhos hidráulicos, digestores enzimáticos, prensas pneumáticas e multiprocessadores. Segundo Torre *et al.* (2002) metodologias utilizando prensa e moinhos estão relacionadas com o preparo de sidra natural, já digestores enzimáticos na produção de sidra gaseificada, onde ocorre tratamento do mosto, aproveitando a gaseificação natural ou adicionando-o no processo de engarrafamento.

Comercialmente, para produção de sidra, os frutos industriais são selecionados, lavadas e trituradas. São prensadas, e se faz a obtenção do suco da fruta através da adição de enzimas pectolíticas e depois passa pelo processo de sulfitagem. Posteriormente se realiza uma nova prensagem, podendo ainda ser realizada uma terceira prensagem utilizando adição de água para a retirada dos açúcares restantes, esse processo pode ser utilizado quando a pouca produção de maçãs (SUGUINO, 2012).

#### 2.6.2.2 *Extração por Arraste de Vapor*

Segundo Kuzey (2021) a extração por arraste de vapor consiste em uma destilação, que na passagem da água em ebulição pelo material que se deseja extrair. O vapor de água

produzido superaquece o resíduo, provocando o rompimento do tecido, volatilizando as substâncias presentes, liberando neste caso, o mosto proveniente das maçãs em recipiente separado ao resíduo. Através de uma panela-extratora é possível realizar a extração do mosto. A panela possui um recipiente interno que permite a passagem do vapor e uma abertura frontal para saída do líquido do resíduo a ser destilado. Abaixo desses repartimentos é depositado a água que será aquecida para que então se realize a extração (MARCON, 2013). Para conservação é necessário no mínimo 85°C para ser engarrafado e ter assegurada a sua conservação (RIZZON; MENEGUZZO, 2007).

### 2.6.3 Sulfitagem

O processo de sulfitagem consiste na adição de gás sulfuroso (SO<sub>2</sub>), metabissulfito de potássio ((K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) no mosto, o qual apresenta o mesmo efeito de conservação e eliminação da cor formada na elaboração da bebida, a fim de eliminar o escurecimento enzimático. Além de apresentar efeito antioxidante, antisséptico, estimulante de leveduras. A utilização de SO<sub>2</sub> deve ser realizada com moderação, já que quando usada em grandes quantidades pode proporcionar aroma picante e gosto indesejável (CARVALHO *et al.*, 2010). Conforme a legislação brasileira, a sidra deve apresentar no máximo 0,35 g/L<sup>-1</sup> de anidrido sulfuroso total (BRASIL, 2020).

### 2.6.4 Leveduras

A inoculação de leveduras é crucial para a realização da fermentação alcoólica. As leveduras são responsáveis pelo processo fermentativo, produzindo metabólitos secundários (glicerol, acetato, succinato, piruvato, álcoois superiores e ésteres) que contribuem para as propriedades sensoriais da sidra. Segundo Durieux *et al.* (2005) a escolha da levedura possibilita maior controle do processo fermentativo, possibilitando uma produção uniforme, com alta qualidade, o qual irá influenciar nas características organolépticas. Deve-se considerar que, mesmo havendo culturas selecionadas para produção na indústria, os equipamentos e a forma de processamento resulta em produtos diferenciados (SAVI, 2014).

Segundo Madrera *et al.* (2008) e Savi (2014) comumente se utiliza leveduras puras e selecionadas para a produção de sidra, estas influenciam na formação de espuma e no tempo de estabilização, como também na concentração de compostos voláteis. A escolha da levedura está relacionada com as características que se deseja obter.

#### 2.6.4.1 *Saccharomyces cerevisiae*

É uma estirpe (Fermol Premier Cru) selecionada para a produção de bebidas como vinho tinto. Apresenta rápido arranque e energia fermentativa, por apresentar alto vigor, é resistente a SO<sub>2</sub>. A dosagem recomendada é de 10-30 g/100 Kg de uva esmagada ou por hL de mosto (AEB BIOQUÍMICA PORTUGUESA S.A., 2022). Apresenta rápida capacidade na transformação de etanol em dióxido de carbono (em condição aeróbica e anaeróbica) ditado pela quantidade de açúcar presente no meio que se encontra. A utilização desse tipo de levedura favorece um rápido processo como também diminui as chances de contaminação (GOMES, 2015). Já a levedura (Fermento biológico seco Fleischmann) é uma estirpe de *Saccharomyces cerevisiae* selecionada para panificação.

#### 2.6.5 Processo fermentativo

A fermentação alcoólica consiste na transformação de açúcares encontrados no mosto, em álcool, gás carbônico e compostos secundários. Nessa etapa há a proliferação das leveduras depositadas no mosto. Leveduras do gênero *Saccharomyces*, permite uma fermentação em um intervalo de tempo possibilitando completa conversão de açúcares em álcool, o que acarreta no aroma desejável a sidra. Nessa fase de fermentação, o mosto é armazenado em recipiente temporário, como por exemplo, tonéis de aço inoxidável denominados fermentadores. Durante esse processo, há o controle da fermentação da bebida, onde o gás carbônico produzido é expelido pela parte superior do recipiente (MORENO-ARRIBAS; POLO, 2009).

Na primeira fase de fermentação, o mosto é fermentado até converter o açúcar em álcool. Já a segunda etapa fermentativa, consiste na obtenção de gás carbônico, podendo ser realizada através do método Charmat ou Champenoise (método natural) ou através da gaseificação (método artificial).

O método Charmat é uma alternativa para produção de bebidas em larga escala, em curto tempo e baixo custo, mesmo assim, proporcionando qualidade do produto final. A bebida é fermentada em tanques de inox em condições isobáricas em tanques herméticos, sendo necessário o controle de pressão e da temperatura, para a produção de uma sidra de qualidade. No método Charmat, o gás carbônico é adquirido através de um segundo processo fermentativo, esse processo pode durar dias ou meses. Nesse processo, ocorrerá a transformação através das

leveduras, do açúcar em álcool e gás carbônico. Todo o gás carbônico produzido durante a fermentação fica no produto, formando as borbulhas ou “perlage” (CARVALHO, 2010). O termo perlage constitui o termo para as correntes de gás que são produzidas na bebida, estas sobem e espumam (TORRESI *et al.*, 2011). Estas bolhas então carregam com si substâncias aromáticas que realçam a qualidade organoléptica da bebida (MIELE; MIOLO, 2003; RABACHINO, 2007; RIZZOLO, 2016).

A temperatura de envase é um fator muito importante para a característica da bebida, pois sidras trabalhadas em maiores temperaturas, apresentam maior perda de pressão. A temperatura elevada irá produzir uma bebida com mais espuma por liberar mais gás carbônico dissolvido (SAVI, 2014).

### **2.6.6 Engarrafamento**

O processo de engarrafamento da sidra ocorre conforme a quantidade de açúcares desejada para a bebida. A sidra é engarrafada em embalagens de vidro, que tornaram mais resistentes a alta pressão, seguido do enrolamento e rotulagem.

### **2.6.7 Estabilização**

A estabilização de bebida fermentada consiste em um tratamento térmico abaixo de 0°C que possibilita o processo de sedimentação, o que favorece a produção de bebidas mais límpidas. Esse processo proporciona a precipitação de sais tartárico de potássio e cálcio, como de outros componentes que podem permanecer solúveis, o que afeta na qualidade do produto final (HASHIZUME, 2001).

### **2.6.8 Clarificação ou sedimentação**

Essa etapa consiste na decantação de partículas após o processo fermentativo, por meio de fragmento de leveduras, de matéria-prima, etc. Os álcoois, ácidos, pectinas, albuminas e taninos consistem em agentes naturais de clarificação (HASHIZUME, 2001). Quando ocorre fermentação lenta, as sidras produzidas tendem a apresentar dificuldade de clarificação.

## 2.7 LEGISLAÇÃO BRASILEIRA

Os padrões brasileiros de identidade e qualidade da sidra dispostos conforme o Brasil (2020) para comercialização da sidra consideram parâmetros e padrões estabelecidos em instrução normativa (IN) nº19, de 19 de março de 2020, a qual altera e complementa os padrões de identidade e qualidade da sidra estabelecida pela instrução normativa nº34, de 29 de novembro de 2021. De acordo com a legislação brasileira a sidra pode ser definida como uma bebida proveniente da fermentação alcoólica do mosto de maçã fresca, sã e madura, do suco concentrado dessa fruta ou ambos, com graduação alcoólica entre quatro a oito por cento em volume de maçã, podendo ainda haver a adição de água.

A sidra Brasileira deverá possuir acidez total entre 50 a 139 mEq/L e acidez volátil de até 30 mEq/L<sup>-1</sup>; já para o extrato seco de no mínimo 15 g/L; anidrido sulfuroso total em até 0,35 g/L; cloretos totais em até 0,5 g/L; no mínimo 1,5 g/L em cinzas, parâmetros destinados para todas as classificações da sidra. Já o teor de açúcar varia conforme a classificação da sidra, sendo de até 30 g/L para sidras do tipo Seca ou Dry; de 30,1 g/L a 50,0 g/L de açúcar para sidra Meio Seca e de 50,1 g/L a 100 g/L de açúcar para sidra do tipo Suave ou Doce. Em relação a graduação alcoólica, para sidras classificadas como Sem Álcool devem apresentar no máximo 0,5 % v/v de álcool, já para sidras alcoólicas, o teor pode variar entre 4,0 a 8,0 % v/v. E por fim a pressão deve estar entre 2,0 a 8,0 atm (Brasil, 2020).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos dois experimentos na Fazenda Experimental da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Campus Curitibanos– SC, localizada na latitude 27°16'30" S e longitude 50°30'15" O e de 987 metros de altitude. O tipo de clima é Cfb – temperado (mesotérmico úmido e verão ameno) com inverno mais rigoroso quando comparado com a média brasileira. O tipo de solo predominantemente é o Cambissolo Húmico (COLLAÇO, 2003).

No presente trabalho foram utilizadas maçãs da cultivar Royal Gala colhidas no início de fevereiro de 2021, na safra 2020/2021, obtidas do pomar didático da Fazenda Experimental da Universidade Federal de Santa Catarina, no município de Curitibanos – SC. Essas maçãs foram armazenadas em câmara de refrigeração a 2°C durante 45 dias até o dia da implantação do experimento. As análises foram realizadas no Laboratório de Química Analítica e Qualidade da Água – UFSC Campus Curitibanos.

#### 3.1 EXPERIMENTO 1: QUALIDADE DA SIDRA UTILIZANDO DIFERENTES PROCESSOS DE ELABORAÇÃO

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental – UFSC Campus Curitibanos, no dia 26 de fevereiro de 2021, conforme o fluxograma representado na Figura 5. As garrafas utilizadas no experimento, foram sanitizadas com hipoclorito de sódio a 1% durante 15 minutos, enxaguadas e autoclavadas (121°C) por 30 minutos no dia anterior a implantação do mesmo. Foi realizada a limpeza e sanitização das frutas com solução de hipoclorito de sódio a 1% por 15 minutos (Figura 2). Posteriormente as maçãs foram lavadas em água corrente, fatiadas em espessura média, retirando-se as sementes e depois submetidas a dois métodos de extração do mosto, um a partir da centrifugação dos frutos e outro utilizando uma panela-extratora.

Figura 2 - Limpeza das garrafas e sanitização dos frutos. A) Autoclavagem das garrafas; B) Sanitização das garrafas; C) Sanitização das maçãs e D) Fracionamento.



Fonte: Autora, 2021.

O primeiro método de extração consistiu na obtenção do suco integral de maçã (20 kg de maçã fresca) através da centrifugação realizada com centrífuga de frutas (Juicer Walita). Já o segundo método consistiu na extração do mosto (20 Kg de maçã fresca) através da panela-extratora de material inox, pelo método de arraste de vapor (RIZZON *et al.*, 1998). O processo levou cerca de duas horas e meia até o momento da coleta do mosto (Figura 3). A temperatura utilizada variou de 80°C a 85°C. Após a extração, o mosto foi acondicionado em fermentadores de vidro (com 4,600 litros de mosto) onde posteriormente o mesmo foi resfriado em câmara de refrigeração a 2°C durante 15 minutos, para proporcionar a temperatura ideal para adição e ativação posteriormente da levedura. Em seguida adicionado 10 ml de metabissulfito de potássio ( $100 \text{ mg.L}^{-1}$ ) para cada litro de mosto. Em seguida foi realizada a inoculação da levedura Fermol Premier Cru e do fermento biológico (Fleischmann) para as duas formas de extração. Para inoculação das leveduras houve a diluição em 50 mL de água morna para ativação das leveduras, aos poucos foi adicionado o mosto para igualar a temperatura de ambos e então adicionado ao fermentador com o restante do mosto. Foram adicionadas ao mosto na proporção de 0,1g de fermento para cada litro de mosto produzido.

Figura 3 - Métodos de extração para obtenção de sidra. A) Extração por panela-extratora; B) Visão interna da panela-extratora e C) extração por centrífuga.



Fonte: Autora, 2021.

Durante o processo de fermentação alcoólica os fermentadores foram mantidos em um sala com temperatura controlada de 21°C, com baixa luminosidade até atingir a densidade de 1 g.L<sup>-1</sup>, a densidade foi aferida a cada 3 dias utilizando o método de determinação de densidade a 20°C através do picnômetro. Posteriormente foi realizado o envase em garrafas de 300 mL, as quais foram lacradas com tampas metálicas com o auxílio de um tampador manual de garrafas. O mosto já envasado, foi acondicionado em ambiente com temperatura controlada a 21°C, pelo período de 15 dias (Figura 4).

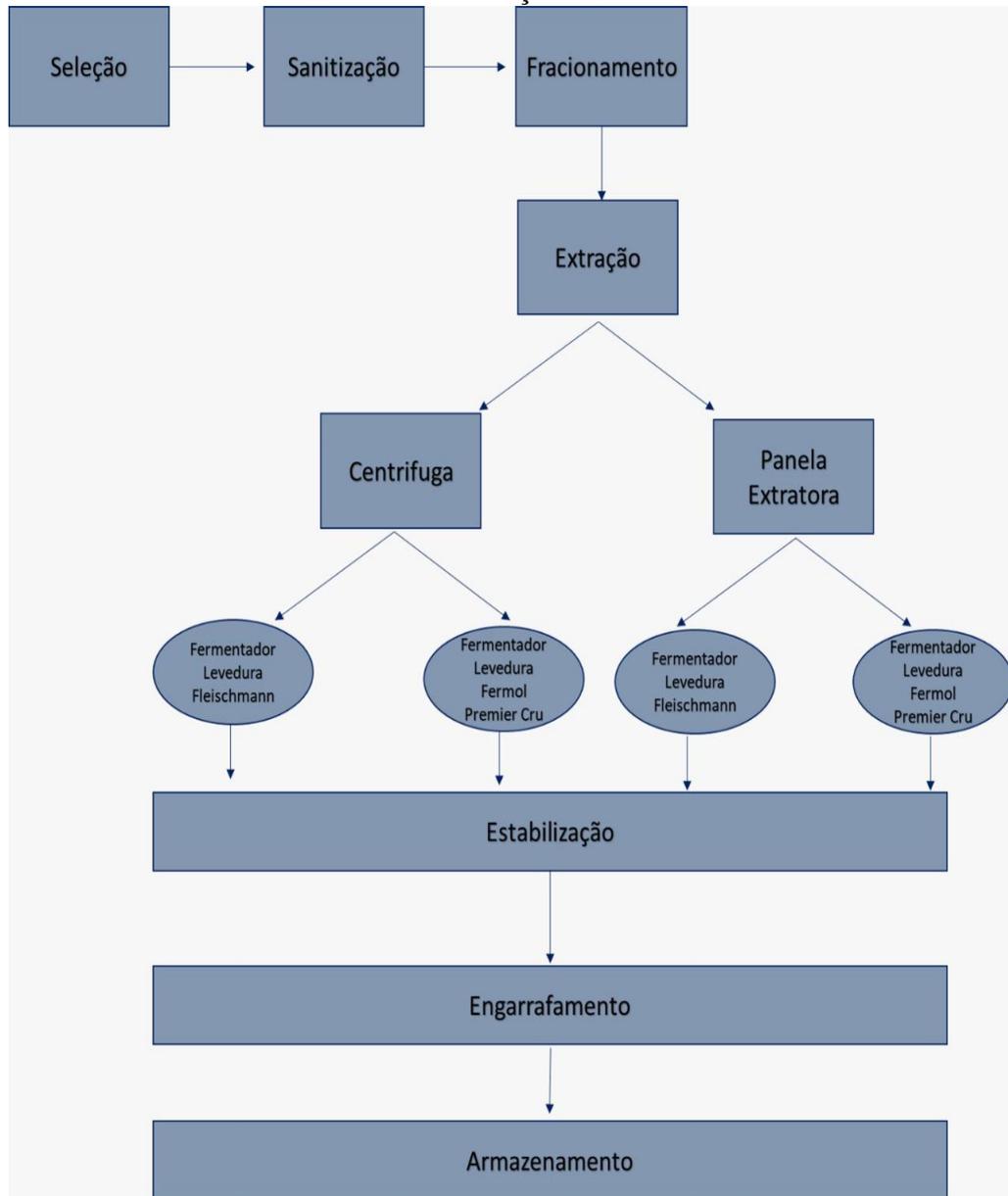
Figura 4 - Etapas de elaboração da sidra. A) Processo Fermentativo; B) Engarrafamento da sidra.



Fonte: Autora, 2021.

O delineamento experimental utilizado foi o DIC – Delineamento Inteiramente Casualizado, com fatorial (2x2), com duas formas de extração do mosto (centrífuga e panela-extratora), dois tipos de leveduras, tendo três repetições e uma garrafa por repetição. Os dados referentes às variáveis foram submetidas à análise de variância pelo teste F e, que quando significativos, foram submetidos à comparação entre médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As análises foram realizadas utilizando o software estatístico WinStat (MACHADO; CONCEIÇÃO, 2003).

Figura 5 - Fluxograma do processo de elaboração da sidra utilizando diferentes métodos de extração e leveduras.



Fonte: Autora, 2022.

### 3.2 EXPERIMENTO 2: QUALIDADE DA SIDRA EM FUNÇÃO DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE AÇÚCAR.

Para esse experimento, também houve a higienização das garrafas em hipoclorito de sódio a 1% por 15 minutos e a autoclavagem (a 121°C) por 30 minutos no dia que antecedeu a implantação do experimento, conforme o fluxograma representado na Figura 7. No dia 16 de abril de 2021 foi realizada a limpeza e sanitização das frutas em solução de hipoclorito de sódio a 1% por 15 minutos, seguido de enxágue em água corrente, depois fatiadas em espessura média

sendo retirado as sementes, e destinadas a extração do suco integral de maçã (20 kg de maçã fresca) através de uma panela-extratora. O processo durou cerca de duas horas e meia até o momento da coleta do mosto. A temperatura utilizada variou de 80°C a 85°C.

Após a extração, o mosto foi acondicionado em fermentadores de vidro (com 4,600 litros de mosto), sendo resfriado em câmara de refrigeração a 2°C durante 15 minutos. Em seguida adicionado 10 ml de metabissulfito de potássio ( $100\text{mg.L}^{-1}$ ) para cada litro de mosto. Foi realizada a inoculação da levedura Fermol Premier Cru, onde foram adicionadas a proporção de 0,1g de fermento para cada Kg de mosto. Juntamente com as diferentes concentrações de açúcar (sacarose): 0%; 3,5%; 7% e 10,5% (Figura 6). Posteriormente, os fermentadores foram mantidos em ambiente com temperatura controlada a 21°C, com baixa luminosidade, para realização do processo de fermentação alcoólica. A densidade foi aferida a cada 3 dias utilizando o método de determinação de densidade a 20°C, até atingir a densidade de  $1\text{ g.L}^{-1}$ .

Figura 6 - Fermentadores com os tratamentos em diferentes concentrações de açúcar (0%; 3,5%; 7% e 10,5%).



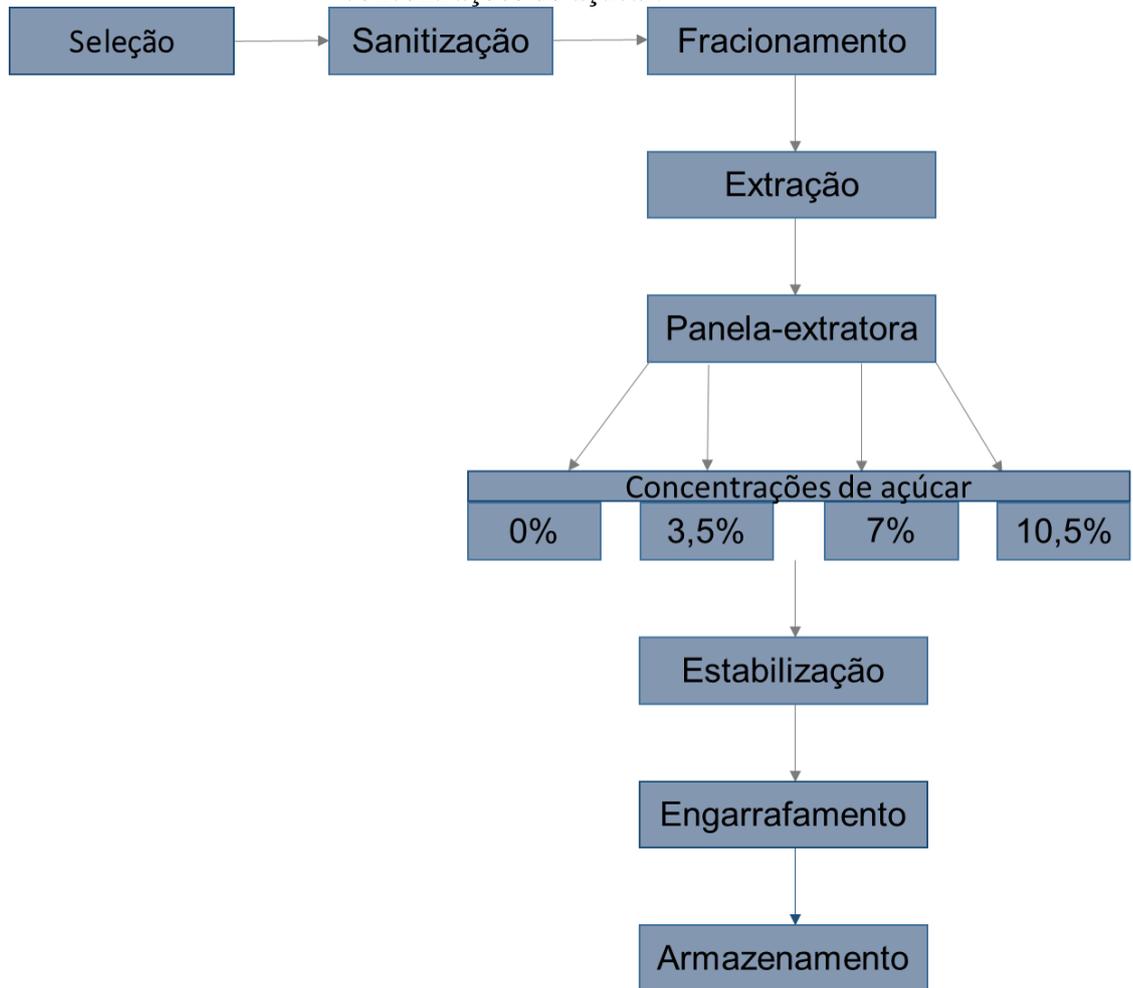
Fonte: Autora, 2021.

No momento do envase, foram utilizadas garrafas de 600 mL de capacidade de armazenamento, que foram higienizadas e autoclavadas no dia anterior ao envase, conforme já descrito acima. Essas garrafas foram lacradas com tampas metálicas com auxílio de um tampador manual de garrafas. O mosto já envasado foi acondicionado em ambiente com temperatura controlada de 21°C, pelo período de 15 dias e posteriormente submetidas a análise.

O delineamento experimental utilizado foi o DIC – Delineamento Inteiramente Casualizado, com cinco repetições e uma garrafa por repetição. Os dados referentes às variáveis foram submetidas à análise da variância pelo teste F e, que quando significativas, foram

submetidas à análise de regressão, a 5% de probabilidade. Utilizando o software estatístico WinStat (MACHADO; CONCEIÇÃO, 2003).

Figura 7 - Fluxograma do processo de elaboração da sidra utilizando diferentes concentrações de açúcar.



Fonte: Autora, 2022.

### 3.3 VARIÁVEIS AVALIADAS NOS EXPERIMENTOS

Para determinação das variáveis acidez total titulável (ATT), acidez volátil, densidade, extrato seco total, pH, sólidos solúveis totais (SST) e teor alcoólico, foi empregado as metodologias descritas por Pregolato (1965). Para a variável antocianina por Ribéreau e Stonestreet (1965), compostos fenólicos por Souza *et al.*, (2007). Quando necessário as metodologias foram adaptadas.

### 3.3.1 Acidez Total Titulável (ATT), Acidez Volátil e pH

A acidez total titulável (ATT) consiste na soma dos ácidos tituláveis quando se neutraliza a sidra até pH 7,0 com solução alcalina (hidróxido de sódio 0,1 N) e utilizando fenolftaleína como indicador do final da reação, até o aparecimento de cor rosácea. Para a realização do experimento foi utilizado erlenmeyer de 250 mL, pipeta de 5 mL, bureta de 25 mL, hidróxido de sódio 0,1 N e indicador fenolftaleína a 1%. Em um Erlenmeyer de 250 mL foram adicionados 5 mL de sidra e 95 mL de água destilada e cinco gotas de fenolftaleína, a titulação foi realizada com hidróxido de sódio 0,1 N até o aparecimento da coloração rosácea (Figura 8) (PREGNOLATO, 1965). A acidez total em meq L<sup>-1</sup> foi obtida por meio da seguinte fórmula:

$$Acidez\ total\ (meq\ L^{-1}) = \frac{n \times N \times 1.000}{V}$$

Onde:

n = mililitros de hidróxido de sódio gastos na titulação

N = normalidade do hidróxido de sódio

V = volume de vinho utilizado em mL.

Figura 8 - Análise de acidez total titulável.



Fonte: Autora, 2021.

A acidez volátil descrito por Pregnoto (1965), consiste na soma dos ácidos graxos da série acética presentes na sidra no estado livre ou salificado, sendo determinada por volumetria de neutralização. Através do arraste do vapor da água é possível separar os ácidos voláteis (Figura 9). Para realização do processo foi utilizado o aparelho de destilação REDUTECH, pipeta volumétrica de 10 mL, erlenmeyer de 250 mL, bureta de 25 mL, fenolftaleína a 1% e hidróxido de sódio 0,1 N. O procedimento consistiu em adicionar 300 mL de água no balão do aparelho, adicionar 10 mL de sidra no tubo borbulhador e recolher o destilado em erlenmeyer de 250 mL na saída do condensador. Ao ferver a água no tubo borbulhador, o vapor arrasta os ácidos voláteis presente na amostra, foram recolhidos 100 mL do destilado e água no erlenmeyer, adicionado três gotas de fenolftaleína e titulado com hidróxido de sódio 0,1 N, até o aparecimento da coloração rosácea. A acidez volátil em meq L<sup>-1</sup> é obtida por meio da seguinte fórmula:

$$\text{Acidez volátil (meq L}^{-1}\text{)} = \frac{n \times N \times 1.000}{V}$$

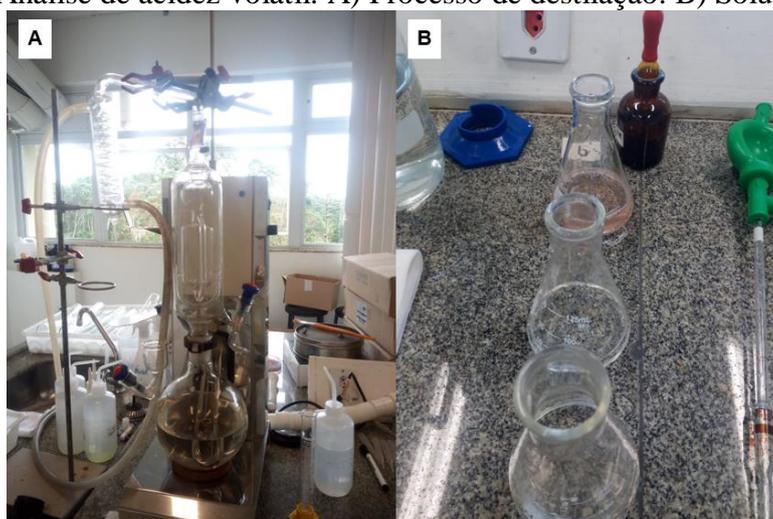
Onde:

n = mililitros de hidróxido de sódio gastos na titulação

N = normalidade do hidróxido de sódio

V = volume de vinho utilizado em mL.

Figura 9 - Análise de acidez volátil. A) Processo de destilação. B) Solução titulada.



Fonte: Autora, 2021.

O pH consiste na concentração de íons de hidrogênio livres dissolvidos na sidra, sendo expresso pelo logaritmo da concentração de íons hidrogênio (Figura 10). Para realização do processo foi necessário um medidor de pH de leitura digital com precisão de 0,01 unidades, eletrodos de vidro, termômetro de 0° C a 50°C e becker de 100 mL. O pHmetro foi calibrado utilizando uma solução tampão de pH 4,0 e uma solução de pH 7,0. O procedimento consistiu em adicionar 10 mL da amostra em becker de 50 mL e mergulhar o eletrodo, a cada amostra foi realizado a lavagem do eletrodo com água destilada. O valor de pH foi obtida através da leitura do pHmetro digital, utilizando duas casas decimais (PREGNOLATO, 1965).

Figura 10 - Análise de pH. UFSC - Campus Curitibanos, 2021.



Fonte: Autora, 2021.

### 3.3.2 Antocianinas e Polifenóis Totais (Atividade Redutora)

A antocianina consiste em um corante presente em certos materiais vegetais, sendo determinado através do método colorimétrico. Sua determinação consiste na modificação da estrutura da antocianina em relação a diferentes valores de pH. Para realização do processo foi necessário espectrofotômetro, cubetas de vidro, tubos de ensaio, pipetas de 1 mL e 10 mL, solução tampão KCl 0,025 mol.L<sup>-1</sup>pH 1,0 e solução tampão NaO<sub>2</sub>CCH<sub>3</sub> pH4,5, Em tubos de ensaio foram adicionados 9 mL de solução tampão de KCl pH 1,0 e 1 mL da amostra diluída, em outro tubo de ensaio foi adicionado o volume de 9 mL de solução tampão de NaO<sub>2</sub>CCH<sub>3</sub> pH 4,5 e 1 mL da amostra Ribéreau e Stonestreet (1965). A leitura das amostras, foi realizado em ambas faixas de pH em espectrofotômetro utilizando  $\lambda$  520nm e  $\lambda$  720nm. Para o cálculo da absorbância final foi efetuado utilizando a seguinte fórmula:

$$\text{Antocianinas (mg L}^{-1}\text{)} = (Ax_{520nm} - Ax_{720nm})pH4,5 - (Ax_{520nm} - Ax_{720nm})pH4,5$$

Os resultados serão expressos em mg (cianidina-3-glicosídeo) L<sup>-1</sup> calculados utilizando a fórmula:

$$\frac{AxPMxFDx100}{\epsilon}$$

Onde:

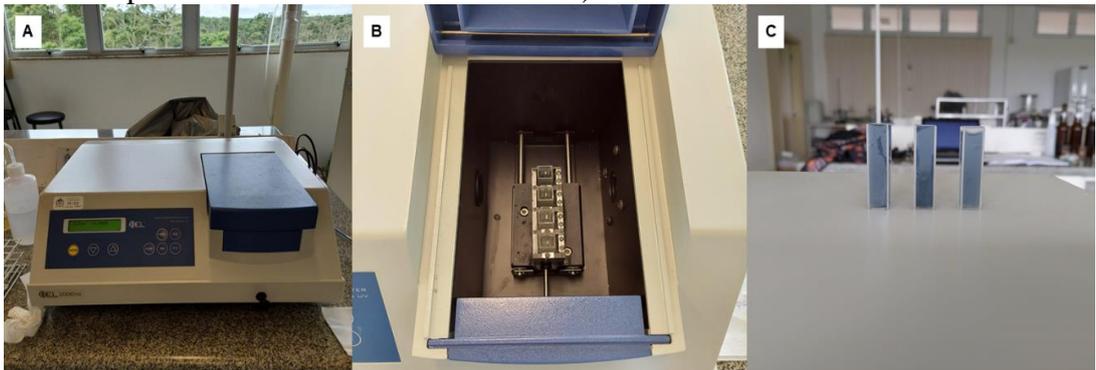
A= cálculo das absorbâncias da amostra

PM= peso molecular da cianidina-3-glicosídeo (PM= 449,2 g.mol<sup>-1</sup>)

FD= Fator de diluição

$\epsilon$ = absorvidade molar da cianidina-3-glicosídeo ( $\epsilon$ =26900 L.cm<sup>-1</sup>.mg<sup>-1</sup>).

Figura 11 - Análise de antocianinas. A) Espectrofotômetro; B) Interior do espectrofotômetro com a amostra e C) Cubetas com amostra.



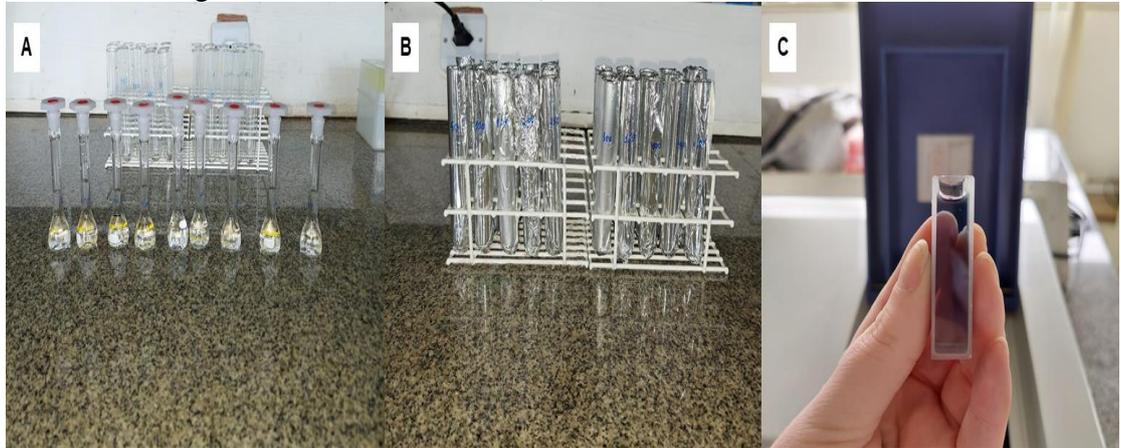
Fonte: Autora, 2021.

Para determinação dos compostos fenólicos totais (atividade redutora) foi utilizada uma adaptação da metodologia descrita por Sousa *et al.* (2007). Em tubos de ensaio foram adicionados 1mL de amostra, 500  $\mu$ L de reagente de Folin-Ciocalteu e 6 mL de água deionizada pelo tempo de 1 minuto, posteriormente foi adicionado 2,0 mL de solução de carbonato de cálcio (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) a 15% à mistura sob agitação por 30 segundos, completando com água destilada o volume para 10 mL após repouso de 30 minutos foi efetuada leitura da absorbância das mesmas em espectrofotômetro a 750 nm. Como leitura de branco, foi utilizada a água destilada.

O conteúdo de compostos fenólicos totais (atividade redutora) foi determinada por meio da equação  $y = (0,0992x + 0,2817) \times 10$ , obtida por meio da elaboração de uma curva

padrão ( $R^2=0,9949$ ) de ácido gálico nas concentrações compreendidas entre 50 e 350  $\text{mg.L}^{-1}$ . Os resultados foram expressos em  $\text{mg EAG. 100 mL}^{-1}$ .

Figura 12 - Análise dos compostos fenólicos. A) Solução diluída; B) Soluções com reagente Folin-Ciocalteu e C) Cubetas com amostra.



Fonte: Autora, 2021.

### 3.3.3 Densidade e Teor Alcoólico

A densidade foi mensurada através do método de densidade relativa a  $20^{\circ}\text{C}$  e consiste na relação expressa em quatro casas decimais da massa volumétrica ( $\text{g mL}^{-1}$ ) do destilado e da massa volumétrica da água a  $20^{\circ}\text{C}$  (Figura 13). Para realização do processo foi utilizado um picnômetro de 5 mL calibrado e termômetro.

Para a determinação da densidade a amostra foi adicionada ao picnômetro e pesado em balança analítica com precisão de 0,001 g e foi determinada utilizando a fórmula ( $\text{densidade} = \frac{m}{v}$ ) em  $\text{g. mL}^{-1}$  (PREGNOLATO, 1965). A análise só foi utilizada para controle do período fermentativo.

Figura 13 - Análise de densidade. A) Mensuração da temperatura da água e B) Pesagem da amostra.



Fonte: Autora, 2021.

O teor alcoólico consiste em um método para determinação do teor alcoólico, sendo expresso em porcentagem de álcool em volume a 20°C (Figura 14). Sua obtenção ocorreu através de uma tabela de conversão, sendo determinado através da destilação (método de arraste por vapor) da sidra, para isso, foi necessário um conjunto de destilação, manta aquecedora e balões volumétricos de 100 mL e termômetro. Em triplicata, as amostras foram adicionadas aos balões volumétricos e destiladas em cerca de  $\frac{3}{4}$  do volume inicial da amostra. Posterior a destilação, os balões volumétricos foram completados até o menisco com o destilado e água destilada. Para determinação do teor alcoólico, o destilado foi disposto ao método de densidade relativa à 20°C e em seguida obtendo a graduação alcoólica através da conversão da densidade em porcentagem de álcool em volume (PREGNOLATO, 1965).

Figura 14 - Análise de teor alcoólico. A) Aparelho de destilação; B) Sidra em balão volumétrico; C) Solução destilada e D) Pesagem da solução destilada.



Fonte: Autora, 2021.

### 3.3.4 Extrato Seco Total

O extrato seco total (método direto) consiste na massa do resíduo fixo obtido depois da evaporação dos compostos voláteis (Figura 15). Para o procedimento é necessário estufa, dessecador com sílica gel, cadinho, balança analítica e pipeta volumétrica de 25 mL. Os cadinhos foram levados a estufa a 100°C por uma hora, deixados esfriarem no dessecador e depois pesados, foi pipetado 25 mL da sidra e levado novamente a estufa por uma hora, até evaporar toda a solução, e por fim deixado esfriar no dessecador, até pesar novamente (PREGNOLATO, 1965). O valor pode ser obtido através da fórmula:

$$\text{Extrato seco total (g L}^{-1}\text{)} = \frac{\text{Peso final do cadinho (g)} - \text{Peso inicial do cadinho (g)}}{\text{Volume da amostra (mL)}} \times 1.000$$

Figura 15 - Análise de extrato seco total. A) Pesagem do cadinho. B) Cadinho com amostras na estufa. C) Cadinho com amostra evaporada. D) Pesagem do cadinho com amostra evaporada.



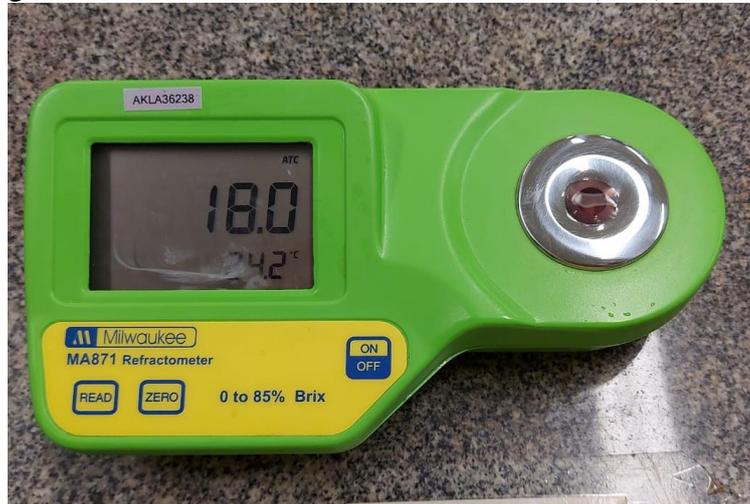
Fonte: Autora, 2021.

### 3.3.5 Sólidos Solúveis Totais (SST) – °BRIX e Relação SST/ATT

A variável sólidos solúveis totais (SST) – BRIX consiste em todos os sólidos dissolvidos em água (Figura 16). A determinação do teor de SST foi definido pelo método da refratometria, utilizando-se um refratômetro digital. A relação SST/ATT foi estipulada através do cálculo da razão entre a relação dos teores para sólidos solúveis totais e acidez total dos

tratamentos, expressa em ácido orgânico, o qual indicou o grau de maturação da matéria prima (PREGNOLATO, 1965).

Figura 16 - Análise de Sólidos Solúveis Totais (SST) – BRUX.



Fonte: Autora, 2021.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 EXPERIMENTO 1: QUALIDADE DA SIDRA UTILIZANDO DIFERENTES PROCESSOS DE ELABORAÇÃO

Na ATT (acidez total titulável) não houve interação entre os fatores, somente efeito isolado. Na forma de extração do mosto, o maior conteúdo de acidez total foi obtido na sidra elaborada com a extração utilizando a centrífuga ( $83,53 \text{ mEq/L}^{-1}$  de ATT) diferindo de forma significativa da panela extratora (método de arraste por vapor) (Tabela 1). Quanto ao tipo de levedura, o fermento biológico (Fleischmann) apresentou maior teor de ATT ( $80,62 \text{ mEq/L}^{-1}$ ), diferindo significativamente da ATT obtida na sidra elaborada com a levedura Fermol Premier Cru (Tabela 1).

Segundo Brasil (2020) a legislação brasileira de sidra, consta que para a variável acidez total deve apresentar valores entre 50 a  $139 \text{ mEq/L}^{-1}$ , o que demonstra que as duas formas de extração e as duas leveduras utilizadas permitiram teor de acidez total dentro das normas da legislação brasileira. Em experimentos com a acidificação de fermentados de maçã, demonstram que maiores teores de acidez apresentam uma maior complexidade sensorial para a qualidade de sidras brasileiras (REINEHR *et al.*, 2017). Característica o qual pode ampliar o aceite pelo consumidor brasileiro, visto que sidras mais ácidas podem apresentar mais interesse ao mercado, já que a sidra brasileira é pouco aromática e de baixa acidez, devido a utilização de cultivares destinadas ao consumo in natura. Regina *et al.* (2010) complementa dizendo que o aumento de acidez acaba sendo favorável para a elaboração de produtos gaseificados, o qual contribui para a aumento da acidez da bebida, característica favorável para elaboração de produtos gaseificados, uma vez que contribui para as características organolépticas e frescor do fermentado.

Regina *et al.* (2010) e Reinehr (2020) descrevem que a acidez total titulação está relacionada com ácidos fixos e voláteis provenientes da matéria prima ou das condições fermentativas, fatores que refletem o teor de maturação da fruta e as condições higiênico-sanitárias durante o processamento, o qual interfere na qualidade do produto final. Julian (2018) e Lima (2001) também obtiveram resultados de acordo com a legislação, no entanto inferiores aos verificados no presente trabalho ( $50,5 \text{ mEq/L}^{-1}$ ) quando utilizado as variedades Gala e Fuji. Alteração da acidez total titulável, segundo Angioletto (2013), pode aumentar também devido a formação de ácido carbônico durante o processo fermentativo.

Tabela 1 - Acidez Total Titulável (ATT) em sidras em função de diferentes tipos de leveduras e extração do mosto. UFSC, Curitiba-SC, 2022.

<b>Forma de extração / Tipo levedura</b>	<b>ATT (mEq/L<sup>-1</sup>)</b>
Centrífuga	83,53 a*
Panela-extratora	67,62 b
Levedura 1	80,62 a
Levedura 2	70,53 b
<b>Média</b>	75,58
<b>C.V. (%)</b>	0,89

\*Médias seguidas de letra distinta na coluna diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Levedura 1- Fermento biológico (Fleischmann); Levedura 2- Fermol Premier Cru.

Para a variável AV (acidez volátil), houve interação entre os fatores forma de extração do mosto e tipo de levedura (Tabela 2). O destaque foi observado na levedura 1 (Fleischmann) a qual apresentou o maior conteúdo de acidez volátil, independente da forma de extração do mosto. Na forma de extração do mosto não se observou uma tendência, no entanto o maior conteúdo de acidez volátil foi observado quando utilizado a panela-extratora (arraste de vapor) com a levedura o fermento biológico (Fleischmann). Segundo Brasil (2020) a legislação da sidra brasileira prevê que o teor de acidez volátil deve ser até 30 mEq/L<sup>-1</sup>, sendo assim os valores obtidos no experimento, estão dentro das normas da legislação brasileira.

Essa variável apresenta relação com a qualidade das condições fermentativas, em relação a levedura. Para acidez volátil, Ciani *et al.* (2006) descrevem que, menores valores de AV podem ocorrer devido ao fato da levedura ser produtora de altos níveis de acetaldeído e acetoína, influenciando diretamente no valor observado. Para Reinehr (2020) os valores variaram entre 6,0 a 9,0 mEq/L<sup>-1</sup>, o que se assemelha ao resultados obtidos na Tabela 2 do presente trabalho. Já Julian (2018), em seu experimento obteve o valor de 12,2mEq/L<sup>-1</sup> para sidras contendo as misturas de duas variedades de maçã.

O tipo de levedura interfere na AV. Savi (2014) complementa que as leveduras *Saccharomyces cerevisiae* fermentam os açúcares em meio neutro ou pouco ácido e apresentam melhor atividade em pH 4,0. No entanto, em valores de pH baixos há maior formação de acidez volátil, o que não é desejável, não proporcionando frescor à bebida. Essa característica também pode ser decorrente as falhas durante o processamento ou até na má classificação da matéria prima (LONA, 1997; PEYNALD, 1982). O presente experimento apresentou um pH médio de 4,2, sendo desejável para a atividade fermentativa da levedura. Concordando com Suguino (2012) o qual destaca que a cepa de levedura afeta o perfil volátil de sidra. Os baixos valores

encontrados no experimento, tendem a comprovar a não ocorrência de contaminação por bactérias acéticas durante o processo (SAVI, 2014).

Tabela 2 - Acidez Volátil em interação (forma de extração do mosto x tipo de levedura). UFSC, Curitiba-SC, 2022.

Acidez Volátil (mEq/L <sup>-1</sup> )		
Forma de extração do mosto	Tipo de levedura	
	Levedura 1	Levedura 2
Panela-extratora	8,87 aA*	4,57 aB
Centrífuga	6,30 bA	4,27 aB
C.V. (%)	4,51	

\* Médias seguidas de letra distinta, minúscula na coluna para forma de extração do mosto, diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Levedura 1- Fermento biológico (Fleischmann); Levedura 2- Fermol Premier Cru.

Para a variável Antocianinas, houve interação significativa entre os fatores (Tabela 3). Verificou-se redução bastante acentuada na quantidade de antocianinas quando utilizado a levedura Fermol Premier Cru com a extração do mosto sendo realizada por centrífuga (41, 30 mg EAG. 100 mL<sup>-1</sup>). Entretanto, utilizando a mesma levedura, mas usando a panela-extratora (arraste de vapor) os valores de antocianinas se destacaram com 265,66 mg EAG. 100 mL<sup>-1</sup> (Tabela 3). A legislação brasileira de sidra não prevê estimativa de antocianinas. No entanto, determinar o valor na bebida poderá ser um diferencial de qualidade da bebida. Além da influência do processo de elaboração possivelmente outros fatores devem estar envolvidos no teor de antocianinas como a cultivar utilizada. Segundo Zardo *et al.* (2009) frutos de cultivares com maior pigmentação vermelha apresentam maiores valores de antocianinas.

As antocianinas fazem parte dos compostos fenólicos presentes na maçã, Bortolini (2018) em estudo envolvendo influência da adição do bagaço imobilizado na evolução dos compostos fenólicos durante o processo fermentativo de mosto de maçã apresentou como referencial Erkan-Koç *et al.* (2015), que obteve valores entre 131 a 180 mg/L de antocianinas em mosto. Valores os quais não equivalem ao encontrado na Tabela 3.

Como os compostos apresentam combinações muito instáveis, seu conteúdo pode ser afetado por fatores genéticos ou físicos (luz e temperatura). Zardo *et al.* (2009) ainda conclui que os teores de antocianinas são atribuídos pela baixa temperatura durante a noite e elevados incidência solar nos frutos durante o processo de amadurecimento do fruto, fatores que podem influenciar as concentrações de antocianinas numa mesma cultivar.

Tabela 3- Antocianinas em interação (forma de extração do mosto x tipo de levedura). UFSC, Curitiba-SC, 2022.

<b>Antocianinas (mg EAG. 100 mL<sup>-1</sup>)</b>		
<b>Forma de extração do mosto</b>	<b>Tipo de levedura</b>	
	<b>Levedura 1</b>	<b>Levedura 2</b>
Panela-extratora	235,06 aA*	265,66 aA
Centrífuga	264,34 aA	41,30 bB
<b>C.V. (%)</b>	<b>7,69</b>	

\* Médias seguidas de letra distinta, minúscula na coluna para forma de extração do mosto, diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Levedura 1- Fermento biológico (Fleischmann); Levedura 2- Fermol Premier Cru.

Para a variável EST (extrato seco total) (Tabela 4), houve interação significativa entre os fatores forma de extração do mosto e tipo de levedura. O destaque de maior conteúdo de extrato seco total foi observado utilizando a panela-extratora (arraste de vapor) com uso da levedura Fleischmann (6,89 g/L<sup>-1</sup>) e com a centrífuga com uso da levedura Fermol Premier Cru (4,79 g/L<sup>-1</sup>).

Segundo Brasil (2020), a legislação brasileira prevê que a variável EST deve apresentar no mínimo 15 g/L<sup>-1</sup>, sendo assim os valores estimados no presente trabalho não comportam a quantidade exigida. Julian (2018) em seu experimento obteve extrato seco de 28,9 g/L<sup>-1</sup>, tal característica está relacionada com a variedade de maçã utilizada. Comparando estudos envolvendo o vinho, isto pode ser atribuído a evaporação lenta dos componentes voláteis, por consequência maiores perdas de peso do extrato, quando se prolonga o tempo de permanência dentro da estufa (RIBÉREAU *et al.*, 1980). Paula *et al.* (2012) em estudo com fermentados observou que o extrato seco pode variar em função das etapas de clarificação realizadas (tratamento enzimático, uso de agentes de sedimentação e filtração), preparação do mosto e o envase. É provável que a matéria-prima, bem como os métodos utilizados para a fabricação, tenham interferido nos resultados da variável, já em vinagres de frutas, a estocagem por períodos prolongados pode modificar o conteúdo de sólidos, teores muito baixos ou muito altos podem indicar adulteração (MARQUES *et al.*, 2008; TAKEMOTO, 2000).

Alberti *et al.* (2016) em estudos com a composição da sidra obtiveram teores de extrato seco esteve entre 1,0 a 1,4 g/100mL após doze dias de fermentação, quando comparado com Rizzon e Miele (2002) em estudos com vinhos finos secos, observou que as sidras possuíam menos de 50% do extrato seco quando comparado com vinhos, característica o qual influencia

diretamente a qualidade do corpo da sidra. Já em sidras comerciais, é possível encontrar maiores teores de EST, devido a adição de sacarose. Por outro lado sem adição de sacarose os valores do presente trabalho corroboram aos observados por Ito (2021) quando utilizado a panela-extratora (arraste de vapor).

Tabela 4 - Extrato Seco Total em interação (forma de extração do mosto x tipo de levedura). UFSC, Curitiba-SC, 2022.

Forma de extração do mosto	Extrato Seco Total (g/L <sup>-1</sup> )	
	Tipo de levedura	
	Levedura 1	Levedura 2
Panela-extratora	6,89 aA	1,43 bB
Centrífuga	2,76 bB	4,79 aA
<b>C.V. (%)</b>	<b>6,66</b>	

\* Médias seguidas de letra distinta, minúscula na coluna para forma de extração do mosto, diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Levedura 1- Fermento biológico (Fleischmann); Levedura 2- Fermol Premier Cru.

Para a variável Polifenóis (atividade redutora) não houve interação entre os fatores estudados, somente de forma isolada. Na forma de extração do mosto, o maior conteúdo de polifenóis foi obtido na sidra elaborada com a extração utilizando a panela-extratora (122,48 mg EAG. 100 mL<sup>-1</sup>), diferenciando de forma significativa da centrífuga. Quanto ao tipo de levedura, o Fermol premier Cru apresentou maior teor de polifenóis (125,84 mg EAG. 100 mL<sup>-1</sup>), diferindo significativamente dos polifenóis obtidos na sidra elaborada com a levedura do fermento biológico (Fleischmann) (Tabela 5).

A legislação brasileira de sidra não prevê estimativas para a variável polifenóis. Mas comparando os resultados obtidos por Coutinho *et al.* (2020), o estudo avaliando a influência da adição de diferentes clarificantes sobre as propriedades físico-químicas, compostos fenólicos e atividade antioxidante de sidra, com a extração do mosto utilizando a centrífuga, obteve de 81,95 a 89,61 mg EAG. 100 mL<sup>-1</sup>, enquanto o presente trabalho obteve maiores conteúdos de polifenóis (117,53 a 125,84 mg EAG. 100 mL<sup>-1</sup>). Já Nogueira *et al.*, (2003) obtiveram teor de compostos fenólicos em sidras comerciais de 30,68 mg EAG. 100 mL<sup>-1</sup>, bem inferior do que as demais sidras, fator que interfere no realce do sabor da sidra. Os compostos fenólicos contribuem para as características sensoriais da sidra, valores elevados podem ser provenientes da clarificação da bebida.

Pode-se encontrar ácidos fenólicos e flavonóides como os principais compostos fenólicos presentes na sidra, estes, podem ser substrato para reações de escurecimento e sabor

amargo da sidra, causando alterações significativas devido a formação de precipitados (NOGUEIRA; WOSIACKI, 2010; HASHIZUME, 2001). Quando os teores de compostos fenólicos forem altos, o produto final pode apresentar sensação de adstringência devido a presença de taninos e aspecto turvo a sidra. Além disso, possuem a capacidade de realizar a clarificação espontânea (SIMÕES, 2008). Sidras de tonalidade clara, possui indicativo de bebida com baixo teor de fenóis (NOGUEIRA *et al.*, 2003).

Tabela 5 - Polifenóis em sidras em função de diferentes leveduras e extração do mosto. UFSC, Curitiba-SC, 2022.

<b>Forma de extração / Tipo levedura</b>	<b>Polifenóis (mg EAG. 100 mL<sup>-1</sup>)</b>
Panela-extratora	122,48 a*
Centrífuga	120,89 b
Levedura 1	117,53 b
Levedura 2	125,84 a
<b>Média</b>	121,68
<b>C.V. (%)</b>	0,83

\*Médias seguidas de letra distinta na coluna diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Levedura 1- Fermento biológico (Fleischmann); Levedura 2- Fermol Premier Cru.

No teor alcoólico não houve interação entre os fatores, somente efeito de forma isolada. Na forma de extração não houve diferença significativa atingindo em média 5,43% v/v de álcool. Para o tipo de levedura, houve diferença significativa, onde fermento biológico (Fleischmann) se destacou (6,54 0 % v/v de álcool), diferindo de forma significativa da levedura Fermol Premier Cru. (Tabela 6).

Segundo Brasil (2020), a legislação brasileira prevê que a variável teor alcoólico possui uma relação de graduação alcoólica segundo as categorias: sem álcool (máximo de 0,5 % v/v de álcool) e para sidras alcoólicas (4,0 a 8,0 % v/v de álcool). O presente trabalho obteve média de graduação alcoólica de 5,43 % v/v de álcool, o que demonstra que as sidras se caracterizam como sidras alcoólicas. Nogueira *et al.*, (2003) em estudos relacionados com análise dos indicadores físico-químicos de qualidade da sidra brasileira, obteve um teor alcoólico médio de  $5,64^{\circ} \pm 0,87$  GL, mostrando que se trata de uma bebida de baixa graduação alcoólica. Já Coutinho *et al.* (2020) obteve resultados semelhantes ao presente trabalho, variando de 4,0 a 8,0 % v/v de álcool. O teor alcoólico está relacionado com os teores de açúcares presentes no mosto (CARVALHO, 2009). A fermentação converte açúcar em álcool, e conforme o maior período fermentativo, mais açúcar é convertido em álcool, o qual será

responsável pela graduação alcoólica da sidra. O presente experimento apresentou uma média de pH de 4,06 e relação SST/ATT de 2,50.

Tabela 6 - Teor Alcoólico em sidras em diferentes formas de extração do mosto e tipos de leveduras. UFSC, Curitiba-SC, 2022.

<b>Forma de extração / Tipo levedura</b>	<b>Teor Alcoólico (% v/v de álcool)</b>
Panela-extratora	5,22 a*
Centrífuga	5,63 a
Levedura 1	6,54 a
Levedura 2	4,31 b
<b>Média</b>	<b>5,43</b>
<b>C.V. (%)</b>	<b>6,61</b>

Médias seguidas de letra distinta na coluna diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Levedura 1- Fermento biológico (Fleischmann); Levedura 2- Fermol Premier Cru.

#### 4.2 EXPERIMENTO 2: QUALIDADE DA SIDRA EM FUNÇÃO DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE AÇÚCAR.

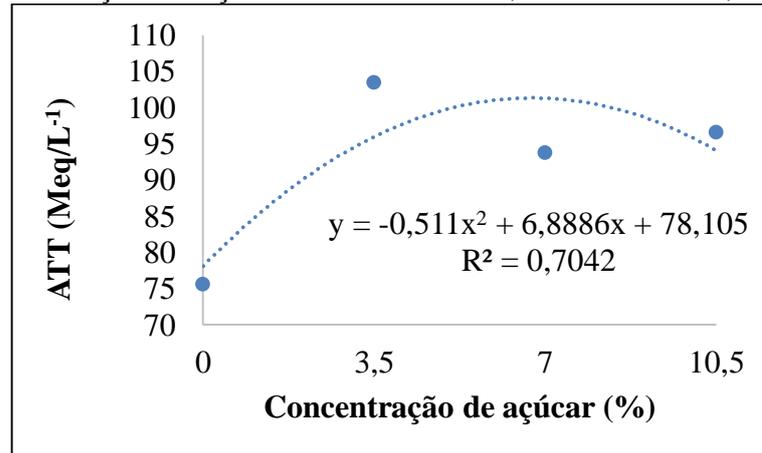
Para a variável ATT (Figura 17), houve influência das concentrações de açúcar, tendo apresentado uma resposta significativa e um comportamento quadrático, tendo em 6,74% de açúcar proporcionado o maior valor de ATT (101,32 meq/L<sup>-1</sup>).

A acidez proporciona sensação de frescor a bebida, mas seu excesso pode prejudicar a qualidade do produto (SAVI, 2014). Segundo Angioletto (2013), a diminuição da acidez total pode estar relacionado com a formação de ácido carbônico através da fermentação, por outro lado partir do ponto máximo de interferência (6,74% de açúcar) não houve mais influência. Carvalho *et al.* (2010) em seu trabalho sobre o efeito da clarificação com gelatina no teor de compostos fenólicos e na atividade antioxidante de fermentados de maçãs, diz que a adição de açúcar e a acidez pronunciada, facilitam a aceitação pelo consumidor. Conforme o Brasil (2020) a sidra deve possuir acidez total entre 50 a 139 mEq/L, no presente experimento todos os tratamentos com diferentes concentrações de açúcar apresentaram acidez no intervalo permitido pela legislação.

Em estudos envolvendo a avaliação de sidras comerciais, Nogueira *et al.* (2003) observou que a sidras apresentaram baixa acidez, característica a qual é de preferência pelos consumidores. Para sidras que apresentam elevados teores de ácido, pode-se utilizar mistura de cultivares mais ácidas, afim de reduzir o pH do mosto (HASHIZUME, 2001; NOGUEIRA e

WOSIACKI, 2010). Por outro lado, Reinehr *et al.* (2017), em estudos com a avaliação de sidras com e sem acidificação, observou que há consumidores que apresentam preferência por bebidas mais ácidas.

Figura 17 - Acidez Total Titulável (ATT) em sidras utilizando diferentes concentrações de açúcar no mosto. UFSC, Curitibanos-SC, 2022.



Fonte: Autora, 2022.

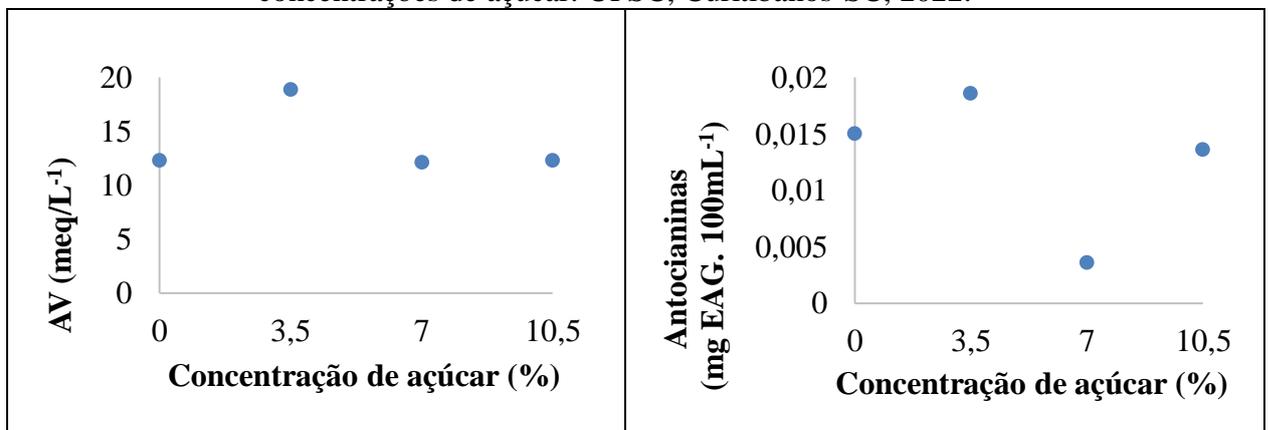
Para a variável AV e para a variável antocianinas, não houve diferença significativa entre as concentrações de açúcar (Figura 18). A acidez volátil, apresenta relação com a qualidade das condições fermentativas, em relação a levedura. Como também pode ser influenciada pela contaminação por bactérias acéticas durante o processo, através da utilização de matéria-prima com defeitos fitopatológicos aparente (SAVI, 2014). Dessa forma, a concentração de açúcar não modifica os teores de AV.

A presença de ácidos orgânicos (ácido tartárico, ácido málico, ácido lático e o cítrico) proporciona a acidez da sidra, onde o ácido málico, provocando uma sensação desconfortante e desagradável. Essa característica pode ser decorrente a adição de sacarose, segundo Savi (2014) favorece a formação de alguns ácidos, onde esses ácidos podem ser desconfortáveis durante a ingestão da sidra.

A variável AV também é influenciada pela atividade da levedura, na geração de ácidos durante o processo fermentativo, como ácidos da série acética podem provocar sabor desagradável. Além disso, apresenta influência do metabolismo da fermentação alcoólica e da oxidação do etanol. A variável acidez volátil, em todas as concentrações de açúcar, atende a legislação brasileira que permite até 30 mEq/L<sup>-1</sup>, mesmo no seu maior valor (18,87 Meq/L<sup>-1</sup>) com 3,5% de açúcar.

O teor de antocianinas também não sofreu influência da adição de açúcar, um fator que pode ter contribuído para que não ocorressem diferenças foi a obtenção do mosto por arraste de vapor (panela-extratora) nesse método a casca da maçã não permaneceu no mosto na fase fermentativa. Segundo Guedes (2004) antocianinas consistem em pigmentos hidrossolúveis que proporcionam a coloração avermelhada em tecidos vegetais. Como está presente principalmente na casca de frutos de maçã, suas concentrações são mínimas no restante do fruto. Assim, a adição de concentrações de açúcar não influenciam nos seus teores.

Figura 18 - Acidez Volátil (AV) e Antocianinas em sidras, em função de diferentes concentrações de açúcar. UFSC, Curitibanos-SC, 2022.



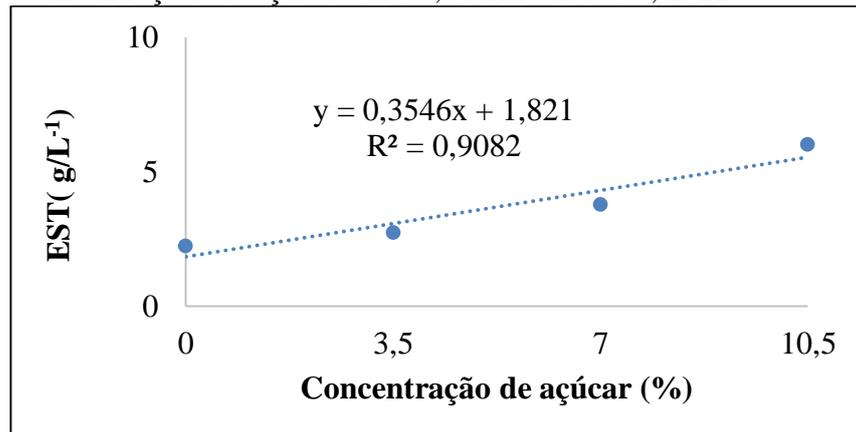
Fonte: Autora, 2022.

No EST, observado através da figura 19, é possível observar que as concentrações de açúcar apresentaram uma resposta significativa e um comportamento linear positivo. Neste sentido, quanto maior a concentração de açúcar maior será o teor de extrato seco total. A variável pode ser definida como na massa do resíduo fixo obtido depois da evaporação dos compostos voláteis (IAL, 2008). Dessa forma, como o resíduo de açúcar tende a ser maior conforme a porcentagem adicionada, o EST é diretamente proporcional a essa adição de açúcar. Rabelo *et al.* (2021) em seu trabalho envolvendo a produção e caracterização físico-química de fermentado de amora, também observou um aumento crescente do EST em função da adição de açúcar. Ainda Hashizume (2001) avaliando a fermentação alcoólica na produção caseira de vinhos de uvas dos cultivares rubi concluiu o teor de extrato seco vai determinar o corpo da bebida, onde quanto maior for o teor de extrato seco total, mais encorpada será o produzido.

No entanto, os valores observados na sidra do presente trabalho, em todas as concentrações de açúcar, foram menores do verificado por Ito (2021). Além desses valores não atenderem ao mínimo (15 g/L<sup>-1</sup>) previsto na legislação. Para Paula *et al.* (2012) uma possível

interferência é o tipo de fruto escolhido para a fabricação do fermentado. Aspecto que corrobora com observado por Ito (2021) onde também observou alteração no EST quando utilizado pera e maçã na produção de fermentados.

Figura 19 - Extrato Seco Total (EST) em sidras, em função de diferentes concentrações de açúcar. UFSC, Curitibanos-SC, 2022.



Fonte: Autora, 2022.

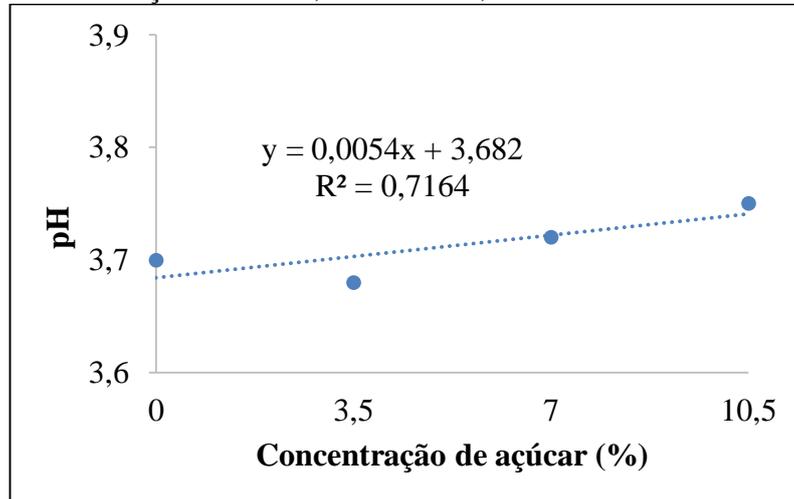
Para a variável pH (Figura 20), é possível observar que concentrações de açúcar apresentaram uma resposta significativa e um comportamento linear positivo. Dessa forma é possível observar que quanto maior a concentração de açúcar adicionada, maior será o valor do pH.

Reinehr (2020) avaliando o potencial de utilização da goiaba serrana na elaboração de sidra natural mista apresentou pH entre 3,2 e 3,7. No presente experimento foi observado valores de pH entre 3,69 e 3,75, esses valores se encontram praticamente dentro da faixa recomendada para bebidas fermentadas de frutas (3,1 a 3,6) como exposto por (RIZZON; MIELE, 2002). É importante destacar que elevados valores de pH podem estar relacionados com alterações microbiológicas e físico químicas no fermentando (REINEHR, 2020). Segundo Rodríguez *et al.* (2006) e Reinehr (2020) o valor de pH pode variar conforme a cultivar utilizada para fabricação do fermentando, como também está relacionada com a condição de maturação do fruto, esses fatores apresentam importância para a expressão dos ácidos nas frutas.

As leveduras não necessitam de acidez para se multiplicarem, estas apresentam melhor desempenho em pH 4,0. No entanto, valores muito baixos de pH interferem na formação de acidez volátil. Quando o pH se encontra abaixo de 4,0, as bactérias lácteas e as acéticas se tornam mais ativas no fermentado, influenciando no frescor da bebida, pela conversão de ácido

lático em ácido málico. O pH baixo também pode reduzir contaminações microbianas, porém pode interferir na atividade da levedura, além de formar mais acidez volátil (PEYNAUD, 1982).

Figura 20 - Valores de pH em sidras, em função de diferentes concentrações de açúcar. UFSC, Curitibanos, 2022.



Fonte: Autora, 2022.

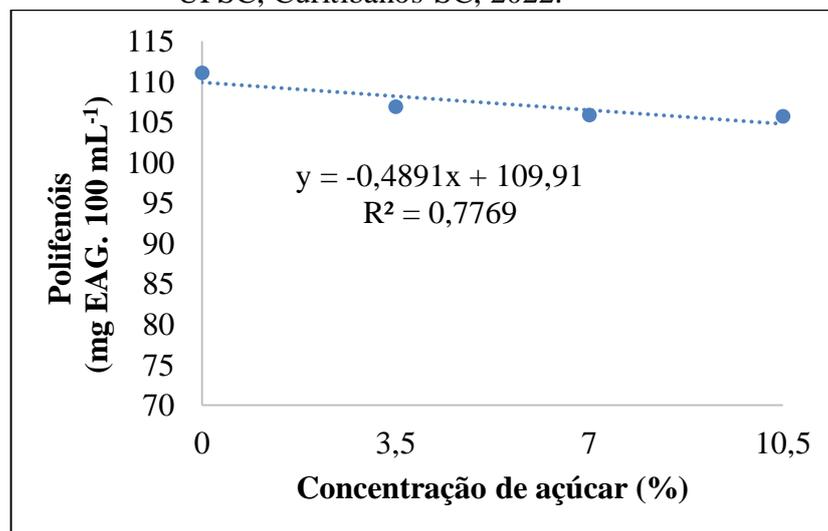
Quanto aos polifenóis (Figura 21), é possível observar que o aumento na quantidade de açúcar apresentou uma resposta significativa e um comportamento linear negativa. Ou seja, quanto maior a concentração de açúcar adicionada ao mosto, menores foram os teores de polifenóis (111,02 e 104,77 mg EAG com 0% e 10,5% de açúcar, respectivamente). Essa variável é dependente de vários fatores, como a cultivar, manejo do pomar, grau de maturação e das condições edafoclimáticas da região de cultivo (CARVALHO *et al.*, 2011; LOBO *et al.*, 2009; ZARDO *et al.*, 2009;). Além desses fatores, o processo de fabricação de sidra influencia no perfil fenológico da mesma (SAVI, 2014).

De acordo com Hashizume (2001), Nogueira e Wosiacki (2010) e Savi (2014) os compostos fenólicos apresentam atividade antioxidante, e são associados com substâncias amargas e adstringente. A concentração de fenóis pode ser modificada durante o processamento, através da ação da enzima *polifenol oxidase* que provoca o escurecimento enzimático, além disso também ocorre a formação de precipitados. Segundo Simões (2008) os compostos fenólicos tem considerável interesse, devido a capacidade de influenciar na qualidade sensorial uma vez que contribui para a presença da adstringência, aromas desejáveis e transparência da sidra. Podem ser considerados clarificadores espontâneos dentro do processo de fabricação da sidra, pois apresentam efeito inibidor frente a microrganismos deteriorantes, como também das enzimas clarificantes (SAVI, 2014).

Como os compostos fenólicos se concentram na casca, a maceração pode ser uma prática empregada para acelerar a extração dos compostos fenólicos. No entanto, no presente experimento foi realizada a extração do mosto através de arraste de vapor (panela-extratora), o que pode ser um dos motivos para a baixa concentração de polifenóis, já que o método de extração por arraste de vapor, por utilizar altas temperaturas pode aumentar da concentração de compostos fenólicos. Todavia, a utilização de altas temperaturas pode promover a degradação de antocianinas, que conseqüentemente reduziram os teores de compostos fenólicos. Outro possível motivo, pode ser explicado com o trabalho de Dias (2001), o qual também descreveu que o SO<sub>2</sub> favorece a dissolução da cor e dos polifenóis presentes no mosto.

Os compostos fenólicos apresentam relação com as variáveis teor alcoólico, acidez e pH. Durante o processo de elaboração da sidra, desde a extração até o engarrafamento há perdas de compostos fenólicos pela oxidação. Assim, quanto mais ácida for a sidra, maior será o teor de compostos oxidados. O pH e o teor alcoólico interferem ainda na extração dos compostos fenólicos, quando o pH for mais elevado, o teor de fenólicos diminuí em razão da associação com a parede celular da levedura e das reações oxidativas que ocorrem na bebida (NOGUEIRA; WOSIACKI, 2016).

Figura 21 - Polifenóis em sidras, em função de diferentes concentrações de açúcar. UFSC, Curitiba-SC, 2022.



Fonte: Autora, 2022.

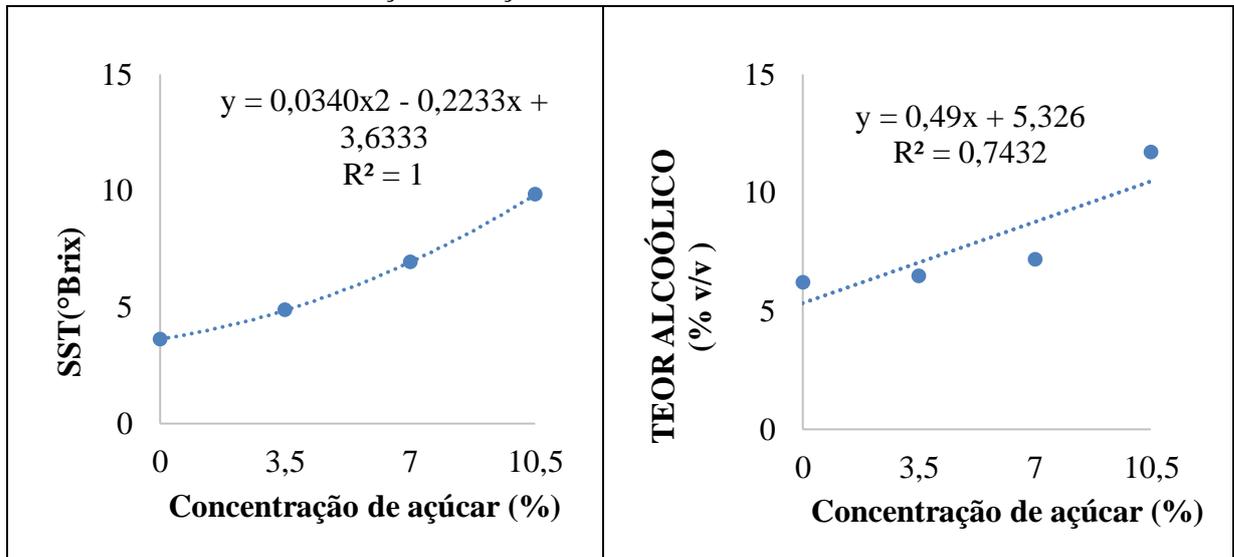
Para a variável Sólidos Solúveis Totais e Teor Alcoólico a utilização das concentrações diferenciadas de açúcar também apresentaram uma resposta significativa e um comportamento linear positivo (Figura 23).

Os SST consistem em todos os sólidos dissolvidos em água. Para a elaboração de espumante se deseja uma combinação de alta acidez, alto teor de compostos fenólicos e altos teores de açúcar. Essas características podem ser alcançadas com a utilização de mistura de várias cultivares, onde algumas apresentam expressivo teor de ácido orgânico e compostos fenólicos (CARVALHO, 2009; WOSIACKI; NOGUEIRA, 2005). A variável é de suma importância para as características sensoriais da sidra, pois os consumidores tendem a preferir por bebidas mais adocicadas. Hennerich (2014) relatou que os teores de sólidos solúveis estão relacionados com o manejo das plantas e uma boa interceptação solar, podendo caracterizar o estágio de maturação e definir um planejamento de colheita. O consumo rápido dos teores de SST podem indicar uma alta quantidade de açúcares fermentescíveis, o que favorece o processo fermentativo (MUNIZ *et al.*, 2002).

A curva de sólidos solúveis totais apresenta uma resposta crescente, a sacarose adicionada tem potencial energético para as atividades fermentativas (MUNIZ *et al.*, 2002). O teor alcoólico está relacionado com os teores de açúcares presentes no mosto (CARVALHO, 2009). A fermentação converte açúcar em álcool, e conforme o maior período fermentativo, mais açúcar é convertido em álcool, e quanto mais açúcar disponível a levedura, maior tende ser a graduação alcoólica da sidra. Para alcance das características desejáveis que se almeja na sidra, é importante que a fermentação seja interrompida para que não haja o consumo total dos açúcares, afim de obter os teores desejáveis na bebida (NOGUEIRA; WOSIACKI, 2016).

Calzetta *et al.* (2014) em estudo da fermentação alcoólica e caracterização físico-química da produção caseira de vinhos de uvas da cultivar Rubi, também verificaram que maiores teores de sólidos solúveis totais (SST) favorecem uma maior produção de etanol. Com base nos resultados verifica-se que a adição de açúcar foi significativa para que o fermentado alcançasse uma maior produção de etanol. Melo *et al.* (2014) em estudo cinético e caracterização da fermentação alcoólica de uvas dos cultivares Niágara, também observou que a adição de açúcar foi um fator importante para a quantidade de etanol produzido, o qual está associado com a eficiência das leveduras, com o as reações de redução e oxidação da sacarose. Também deve-se tomar cuidado na padronização do processo produtivo, afim de evitar contaminação microbiana, já que as concentrações de etanol não asseguram efeito antisséptico. Além disso, altos teores de etanol no mosto aumentam o estresse osmótico das leveduras (SANTOS; SOUZA, 2020).

Figura 22 - Sólidos Solúveis Totais e Teor alcoólico em função de diferentes concentrações de açúcar. UFSC, Curitibanos-SC, 2022.

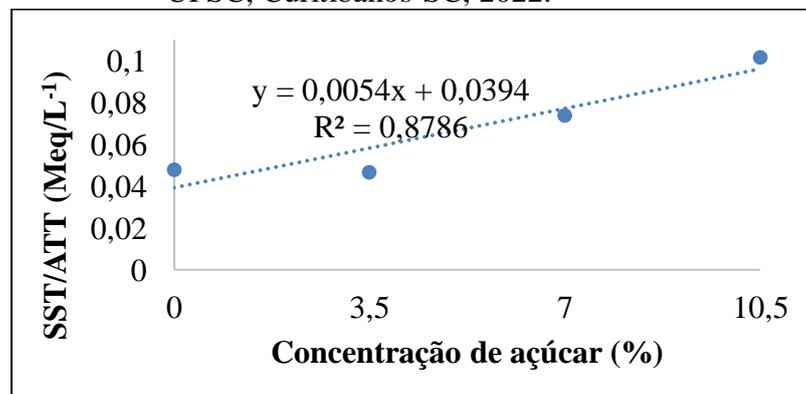


Fonte: Autora, 2022.

Para a variável relação SST/ATT é possível observar que o uso de diferentes concentrações de açúcar proporciona uma resposta significativa e um comportamento linear positivo (Figura 22). Ou seja, quanto maior for a adição de açúcar, maior será a relação SST/ATT.

A variável que relaciona a acidez total titulável e sólidos solúveis totais, tem papel importante na determinação da qualidade da sidra, devendo apresentar um equilíbrio entre teores de açúcar e ácidos, o que irá resultar em características organolépticas da bebida (ITO, 2021). A variável também pode ser influenciada pelo manejo e pelas características edafoclimáticas da área de cultivo, já que os SST fazem parte dessa relação, esses fatores irão influenciar nas características sensoriais da sidra.

Figura 23 - Relação SST/ATT em função de diferentes concentrações de açúcar. UFSC, Curitibanos-SC, 2022.



Fonte: Autora, 2022.

## 5 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos nos experimentos, juntamente com as informações acessadas nas revisões bibliográficas, pode-se concluir que a qualidade da sidra é alterada conforme são modificadas as formas de extração do mosto, os tipos de leveduras e as concentrações de açúcar.

Para diferentes formas de extração do mosto, as variáveis ATT, EST, antocianinas e polifenóis apresentaram influência quanto a forma de extração do mosto. Na obtenção do mosto através do método de extração por centrífuga, somente a variável ATT apresentou as maiores médias. Já nas variáveis EST, polifenóis e antocianinas se destacou com o método de extração por arraste de vapor (panela-extratora). Assim, pode-se dizer que a extração pelo método de arraste de vapor (panela-extratora) se sobressaiu quando comparada com a centrifugação.

Para os diferentes tipos de levedura, as variáveis ATT, AV, antocianinas, polifenóis e teor alcoólico apresentaram influência na utilização de diferentes tipos de levedura. Sendo que as variáveis ATT, antocianinas, polifenóis se destacaram quando submetidas a levedura Fermol Premier Cru. Para a levedura Fermento Biológico (Fleischmann), os destaques foram observados nas variáveis AV, EST e teor alcoólico. Assim, pode-se dizer que a levedura Fermento Biológico (Fleischmann) se sobressaiu quando comparada com a levedura Fermol Premier Cru.

Para diferentes concentrações de açúcar, as variáveis ATT, EST, pH, SST, relação SST/ATT, polifenóis e teor alcoólico apresentaram influência quando submetidas a adição de açúcar, com uma resposta linear positiva. Dessa forma foi possível concluir que a adição de concentrações de açúcar alterou a qualidade da sidra.

Diante dos resultados obtidos, futuros experimentos envolvendo diferentes tipos de levedura podem possibilitar alternativas tecnológicas mais acessíveis para a produção em pequena escala de sidra. A adição de açúcar é uma estratégia para conquistar admiradores no mercado brasileiro, dessa forma, futuros trabalhos direcionados a essa estratégia podem alavancar o cenário da sidra brasileira.

## REFERÊNCIAS

- AEB BIOQUÍMICA PORTUGUESA S.A. (Portugal). **FERMOL® Premier Cru**. Disponível em: [https://www.aeb-group.com/media/catalogo-unico/fermol\\_premier\\_cru-2926/docs/pt/FERMOL\\_PREMIER\\_CRU\\_TDS\\_PT\\_1110919\\_OENO\\_Portugal.pdf](https://www.aeb-group.com/media/catalogo-unico/fermol_premier_cru-2926/docs/pt/FERMOL_PREMIER_CRU_TDS_PT_1110919_OENO_Portugal.pdf). Acesso em: 20 jan. 2022.
- ALBERTI, A.; ZIELINSKI, A.A.F.; BORTOLINI, D.G.; BENVENUTTI, L.; SILVA, E.T. DA; DUCATTI, C.; NOGUEIRA, A. Desvendando a composição da sidra brasileira por isótopos estáveis e análises físico-químicas. **Brazilian Journal of Food Research**, Campo Mourão, v. 7, n. 3, p. 133-149, 2016. Disponível em: [https://revistas.utfpr.edu.br/rebrapa/article/viewFile/3902/pdf\\_1](https://revistas.utfpr.edu.br/rebrapa/article/viewFile/3902/pdf_1). Acesso em: 23 fev. 2022.
- ALONSO, J. J. M. La sidra, trabajo en campo y procesos de transformación y industrialización. In: Ministerio de educación y ciencia de España. **La transformación industrial de la producción agropecuaria**. Instituto Superior de Formación del Profesorado. Madrid: Solana y Hijos, 2004.
- ALZETTA, E. *et al.* Estudo da fermentação alcoólica e caracterização físico-química da produção caseira de vinhos de uvas dos cultivares rubi. In: Congresso brasileiro de química, 20, 2014, Florianópolis. **Anais [...]** Florianópolis, 2014. p.1-8.
- ANGIOLETTO; E. **Isolamento e caracterização de leveduras para produção de sidra**. 2013. 101p. Dissertação (Mestrado em Biotecnologias e Biociências), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis (SC), 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/107146/318765.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 24 fev. 2022.
- AVILA, S.; ITO, V. C.; DENARDI, F.; NOGUEIRA, A.; WOSIACKI, G. Brazilian apple production – twenty years later. **Fruitprocessing**, v.1, p.24-28, 2015. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/274132266\\_Brazilian\\_apple\\_production\\_twenty\\_years\\_later](https://www.researchgate.net/publication/274132266_Brazilian_apple_production_twenty_years_later). Acesso em: 22 fev. 2022.
- BARBOSA, C. R.; ROSSI, A. A.; BASSO, R.; SILVA, M. B.; CARVALHO, G. B. M. de. Avaliação da suplementação com nutrientes na fermentação do suco de maçã por *Saccharomyces cerevisiae*. **Revista Analytica**, n. 31, p. 52-63, 2007.
- BERNARDI, J. (Brasil). Cultivares e Porta-enxertos: cultivares. In: NACHTIGALL, Gilmar Ribeiro *et al* (ed.). **Maçã: produção**. Brasília, DF: Embrapa, 2004. cap. 5. p. 32-46. EMBRAPA UVA E VINHO. Disponível em: [https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/5CultivaresPortaEnxertosProducao\\_000fi6cxt302wyiv80mr28rzqi9bv5.pdf](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/5CultivaresPortaEnxertosProducao_000fi6cxt302wyiv80mr28rzqi9bv5.pdf). Acesso em: 25 jun. 2021.
- BOURVELLEC, C. L.; BOUZERZOUR, K.; GINIES, C.; REGIS, S.; PLÉ, Y.; RENARD, C. M. G. C. Phenolic and polysaccharidic composition of applesauce is close to that of apple flesh. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.24, n. 4-5, p. 537-547, 2011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0889157511000299>. Acesso em: 22 fev. 2022.

BORTOLINI, D. G. **Influência da adição do bagaço imobilizado na evolução dos compostos fenólicos durante o processo fermentativo de mosto de maçã**. 2018. 84 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa (PR), 2018. Disponível em: <https://tede2.uepg.br/jspui/handle/prefix/2487>. Acesso em: 24 fev. 2022.

BRAGA, H.J., JÚNIOR, V. DA S.; PANDOLFO, C.; PEREIRA, E. S. Zoneamento de riscos climáticos no estado de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 9, n. 3, p. 439-445, 2001. Disponível em: <http://www.sbagro.org/files/biblioteca/1481.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2021.

BRASIL. **Portaria n. 76 de 27 de novembro de 1986**. Aprova os métodos analíticos que passam a constituir padrões oficiais para análise de bebidas e vinagres estabelecidos pelo Decreto n. 73267 de 06 de dezembro de 1973. DOU: Diário Oficial da União, Brasília, DF, 1986, seção 1, p. 18152-18173.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução normativa n.19, de 19 de março de 2020**. Brasília,DF: MAPA, 2020.

BUMP, V. L. Apple pressing and juice extraction. In: DOWING, D.L. Processed apple products. **Van Nostrand Reinhold**: New York, 1989, p. 53-84.

COLLAÇO, M. Secretaria de Estado de Desenvolvimento Regional -SDR. **Caracterização Regional**. Curitiba: Governo de Santa Catarina, 2003. 34 p. Disponível em: [http://docweb.epagri.sc.gov.br/website\\_cepa/publicacoes/diagnostico/CURITIBANOS.pdf](http://docweb.epagri.sc.gov.br/website_cepa/publicacoes/diagnostico/CURITIBANOS.pdf). Acesso em: 11 mar. 2022.

NOGUEIRA, A.; PRESTES, R.S.; SILVA, D.R.; DRILLEAU, J.F.; WOSIACKI, G. Análise dos indicadores físico-químicos de qualidade da sidra brasileira. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 24, n. 2, p. 289-298, Jul. 2003.

CALZETTA, E. *et al.* Estudo da fermentação alcoólica e caracterização físico-química da produção caseira de vinhos de uvas dos cultivares rubi. **Cobeq: XX congresso brasileiro de química**, Florianópolis, p. 1-8, out. 2014.

CANOSSA, A. T.; REINERH, J.; SOUZA, D. S. de; WURZ, D.; RUFATO, L.; KRETZSCHMAR, A. A sidra no mundo: Revisão e Perspectivas Futuras. **Revista da 15ª Jornada de Pós Graduação e Pesquisa**, São Paulo, v. 15, n. 15, p. 683-693, 2018. Disponível em: <http://revista.urcamp.edu.br/index.php/rcjppg/article/viewFile/2852/1961#:~:text=O%20produto%20fermentado%20era%20uma,na%20regi%C3%A3o%20Sul%20do%20Brasil>. Acesso em: 08 jul. 2021.

CARVALHO, C. V. **Espumantes de maçã obtidos pelos processos asti, charmat e champenoise**. 2009. 112 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa (PR), 2009. Disponível em: <https://tede2.uepg.br/jspui/bitstream/prefix/675/2/Catherine%20Valente%20Carvalho.pdf>. Acesso em: 08 jul. 2021.

CARVALHO, J. R. F. *et al.* Efeito da clarificação com gelatina no teor de compostos fenólicos e na atividade antioxidante de fermentados de maçãs. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 14, p. 41-49, 2011.

CERON, A. **Colheita da maçã inicia em Santa Catarina**. 2020. EPAGRI. Disponível em: <https://www.epagri.sc.gov.br/index.php/2020/02/11/colheita-da-maca-inicia-em-santa-catarina/>. Acesso em: 08 jul. 2021.

CIANI, M., BECO, L., COMITINI, F. Fermentation behavior and metabolic interactions of multistarter wine yeast fermentations. **International Journal of Food Microbiology**, Itália, v. 108, n. 2, p. 239-245, 2006. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0168160506000183?via%3Dihub>. Acesso em: 24 fev. 2022.

CÓRDOVA, K.R.V. **Desidratação osmótica e secagem convectiva de maçã Fuji comercial e industrial**. 2006. 148 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos), Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba (PR), 2006. Disponível em: <http://livros01.livrosgratis.com.br/cp002237.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2022.

CORTÉS, S., SALGADO, J. M., RIVAS, B., TORRADP, A. M., DOMÍNGUEZ, J. M. Fermentation kinetics and chemical characterisation of vino tostado, a traditional sweet wine from Galicia (NW Spain). **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.90, p.121-131, 2010.

COUTINHO, L. *et al.* Influência da adição de diferentes clarificantes sobre as propriedades físico-químicas, compostos fenólicos e atividades antioxidante de sidra. *In: SIMPÓSIO DE SEGURANÇA ALIMENTAR*, 7, 2020. **Anais [...]** p.1-6.

DIAS, D. R. **Elaboração de bebida fermentada a partir de frutas tropicais**. 2001. 146 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos), Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2001.

DURIEUX, A., NICOLAY, X., SIMON, J-P. (2005) Application of immobilisation technology to cider production: A review. **Applications of Cell Immobilisation Biotechnology**, Belgium, v. [s.n.], n. [s.n.], p. 275-284, 2005.

EMBRAPA. Metodologia para análise de vinho Brasília, DF: **Embrapa Informação Tecnológica**, 2010. 120 p.

EMBRAPA. **Aumento na produção de maçãs favorece exportação**. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/223604/1/5907.pdf>. Acesso em: 03 maio 2021.

EPAGRI/CIRAM – Centro de informações ambientais e de hidrometeorologia de santa catarina. **Boletim anual**, 2020 - 2021. <https://ciram.epagri.sc.gov.br/> Acesso em: 11 mar. 2022.

ERKAN-KOÇ, B.; TURKYLMAZ, M.; YEMIS, O.; OSKAN, M. Effecto fvarious proteina ndpolysaccharide- based clarification agents on antioxidative compounds and colour of pomegranate juice, **Food Chemistry**, v. 184, p. 37-45, 2015.

FIORAVANÇO, J. C.; SANTOS, RÉGIS S. S. (ed.). Maçã: o produtor pergunta, a embrapa responde. Brasília: **Embrapa**, 2013. 239 p. (Coleção 500 Perguntas, 500 Respostas). Disponível em: <https://mais500p500r.sct.embrapa.br/view/pdfs/90000020-ebook-pdf.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2021.

FREIRE, C. J. S. (Brasil). **Coleção Plantar**: a cultura da maçã. 19. ed. Brasília - DF: Embrapa, 1994. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/162029/1/A-cultura-da-maca.pdf>. Acesso em: 30 jun. 2021.

GOMES, C. M. P. B. S. P. de. **Linhagens de *Saccharomyces cerevisiae* isoladas de uvas do vale do são francisco como produtoras de vinhos**. 2015. 93 f. Dissertação (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia, Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana (BA), 2015. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1023644/1/CamilaTeseCompleta.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2022.

GUEDES, M.C. Antocianinas: pigmento natural ou remédio? **Revista Científica do IMAPES**, v.2, p. 71- 74, 2004.

HASHIZUME, T. Tecnologia do vinho. *In*: AQUARONE, E.; BORZANI, W.; SCHMIDELL, W.; LIMA, U. A. (Coords.). **Biotecnologia Industrial**: Biotecnologia na Produção de Alimentos. São Paulo: Edgard Blucher, 2001.

IBGE. (Brasil). **Produção Agrícola - Lavoura Permanente - maçã**. 2019. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/15/0>. Acesso em: 08 jul. 2021.

LLARAUDÓ, J.; ROZÉS, N.; BOBET, R.; MAS, A.; CONSTANTINI, M. Low Temperature Alcoholic Fermentations in High Sugar Concentration Grape Musts. **Journal of Food Science**, v. 67, n. 1, p. 269- 273, Jul. 2002. Acesso em: 24 fev. 2022. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2002.tb11396.x>

ITO, Z. M. B. **Qualidade de suco integral e fermentados de pêra *Housui* e *Packham's Triumph***. 43 f. Monografia de graduação (Agronomia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/228255> Acesso em: 24 fev. 2022.

JULIAN, C. M. V. **Produção e caracterização de sidra obtida a partir das maçãs *Gala (Malus pumila)* e *Fuji (Malus domestica)***. 2018. 24 f. Monografia de graduação (Engenharia Química) - Universidade de Uberaba, Uberaba, 2018. Disponível em: <https://repositorio.uniube.br/handle/123456789/1098>. Acesso em: 24 fev. 2022.

KUZEY, C. A. de. **Óleos essenciais: Aspectos gerais e potencialidades**. 43 f. Monografia de Graduação (Curso de Tecnologia e Gestão do Agronegócio) - Instituto Federal de Educação, Campus Santo Ângelo, Santo Ângelo, 2021. Disponível em:

<https://arandu.iffarroupilha.edu.br/jspui/bitstream/itemid/157/1/CAMILA%20TCC%207.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2022.

LAZZAROTTO, J.J.; ZANUS, M.C.; GIRARDI, C. L.; TAFFAREL, J.C.; MONTEIRO, R.; BEN, R.L.; Sidra com padrão tecnológico diferenciado: uma avaliação junto ao setor produtivo da maçã brasileira. **Circular técnica**, n 91. Bento Gonçalves, RS: Embrapa Uva e vinho, 2012.

LIMA, Urgel de Almeida. **Biotecnologia industrial**. São Paulo: E. BLUCHER, 2001. 4 v.

LONA, A. A. **Vinhos**: degustação, elaboração e serviço. 2.ed. Porto Alegre, RS: Ed. Age Ltda., 1997.

LOBO, A. P.; GARCÍA, Y. D.; SÁNCHEZ, J. M.; MADRERA, R. R.; VALLES, B. S. Phenolic and antioxidante composition of cider. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 22, p. 644-648, 2009.

MADRERA, R.R.; HEVIA, A.G.; GARCÍA, N.P.; VALLES, B.S. Evolution of aroma compounds in sparkling ciders. **LWT – Food Science and Technology**. v.41, n.10, p. 2064-2069, 2008. Acesso em: 24 fev. 2022. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2007.12.005>.

MACHADO, A. A.; CONCEIÇÃO, A. R. **WinStat**: Sistema de análise estatística para Windows. Versão, v.1, 2003.

MALLOUCHOS, A.; KOMAITIS, M.; KOUTINAS, A.; KANELLAKI, M. Wine fermentations by immobilized and free cells at different temperatures. Effect of immobilization and temperature on volatile by-products. **Food Chemistry**, v. 80, n.1, p. 109-113, 2003. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814602002479> Acesso em: 22 fev. 2023.

MARCON, Â. R. **Avaliação da incorporação de água exógena em suco de uva elaborado por diferentes processos**. 2013. 63 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia e Gestão Vitivinícola) - Curso de Biotecnologia e Gestão Vitivinícola, Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul (RS), 2013. Disponível em: <https://repositorio.ucs.br/xmlui/handle/11338/683>. Acesso em: 22 fev. 2023.

MELO, J. R. *et al.* Estudo cinético e caracterização da fermentação alcoólica de uvas dos cultivares niagára. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, 20, 2014, Florianópolis. **Anais [...]** Florianópolis, 2014. p.1-8.

MIELE, A.; MIOLO, A. **O sabor do Vinho**. Bento Gonçalves, RS: Vinícola Miolo: Embrapa Uva e Vinho, 2003. 136p.

MOREIRA I. F; RIGHETTI, J. S. Método simples e natural para produção de sidras. *In*: **Encontro internacional de pesquisa científica**, 11, 2019, Maringá. Disponível em: <https://rdu.unicesumar.edu.br/bitstream/123456789/4221/1/INGRID%20FERNANDES%20MOREIRA.pdf>. Acesso em: 30 jun. 2021.

MORENO-ARRIBAS, M. V.; POLO, M. C. Wine Chemistry and Biochemistry. **Springer Science e Business Media**, 2009 735p.

MUNIZ, Celli Rodrigues *et al.* Bebidas fermentadas a partir de frutos tropicais. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 20, n. 2, 2002.

NOGUEIRA, A. **Tecnologia de processamento sidrícola efeito do oxigênio e do nitrogênio na fermentação lenta da sidra**. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.

NOGUEIRA, A.; MONGRUEL, C.; OLIVEIRA, M. C. de; PASSOS, M.; WOSIACKI, G. Avaliação da trituração e de tratamentos enzimáticos na obtenção de suco de maçã por centrifugação. **UEPG Ci. Exatas Terra, Ci. Agr. Eng.**, Ponta Grossa, PR. v. 11, n. 3, p. 7-12, 2005.

NOGUEIRA, A.; ZARDO, D. M.; KVITSCHAL, M. V.; COUTO, M.; ZIELINSKI, A. A. F.; ALBERTI, A. Diversificação de negócios na propriedade frutícola: processamento de maçã. **Brazilian Journal Of Development**, Curitiba, v. 5, n. 10, p. 18734-18742, Out. 2019. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/3729/3529>. Acesso em: 24 fev. 2022. DOI:10.34117/bjdv5n10-11.

NOGUEIRA, A.; WOSIACKI, G. Sidra. In: VENTURINI FILHO, W. G. (coord.). **Bebidas alcoólicas: ciência e tecnologia**. São Paulo: Blucher, 2010. p. 183-212.

NOGUEIRA, A.; PRESTES, R.S.; SILVA, D.R.; DRILLEAU, J.F.; WOSIACKI, G. Análise dos indicadores físico-químicos de qualidade da sidra brasileira. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 24, n. 2, p. 289-298, Jul. 2003. Disponível em: <http://ri.uepg.br/riuepg/handle/123456789/564#:~:text=An%C3%A1lise%20dos%20indicadores%20f%C3%ADsico%20qu%C3%ADmicos%20de%20qualidade%20da%20sidra%20brasileira,-Show%20full%20item&text=Abstract%3A,e%20com%20crit%C3%A9rios%20de%20classifica%C3%A7%C3%A3o..> Acesso em: 24 fev. 2022.

PALOMAR, A. **La despensa de Hipócrates: Los poderes curativos de los alimentos**. 8 ed. Tafalla: Txalaparta, 2006. 352p.

PAULA, B. de; FILHO, C. D.C.; MATTA, V. M. da; MENEZES, J. S.da.; LIMA, P. C. da.; PINTO, C. O.; CONCEIÇÃO, L. E. M. G. Produção e caracterização físico-química de fermentado de umbu. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 9, p. 1688-1693, Set. 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/VDfXRjSKwQRhv6yjqdtF4Vf/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 24 fev. 2022. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782012000900027>.

PEYNAUD, E. **Conhecer e trabalhar o vinho**. Lisboa: Portuguesa de livros técnicos e científicos, 1982.

PREGNOLATO, W. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1985.

RABACHINO, R. **Vocabulário do Vinho**. Caxias do Sul: Educs, 2007.

RABELO, A. V.; MARQUES, C.R.M.; MELO, A.R.; CAMPOS, D. de. P. Produção e caracterização físico-química de fermentado de amora. **Revista Vincci**, Cricúma, v. 6, n. 2, p. 174-190, 2021. Disponível em: <http://revistavincci.satc.edu.br/ojs/index.php/Revista-Vincci/article/view/258>. Acesso em: 23 fev. 2022.

REINEHR, J.; CANOSSA, A.T.; FURINI, G.; OUTEMANE, M.; WURZ, D.A.; RUFATO, L. Efeito da acidificação na composição química e análise sensorial de sidra elaborada através do método Champenoise. **Revista da jornada da pós-graduação e pesquisa Congrega Urcamp**, Bagé, RS: [S.N], 2017.

REINEHR, J. **Potencial de utilização da goiaba serrana na elaboração de sidra natural mista**. 2020. 18 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnologia de Bebidas Alcoólicas, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, Campus Urupema, Urupema, 2020.

REGINA, M. D. A.; CARMO, E. L. D.; FONSECA, A. R.; PURGATTO, E.; SHIGA, T. M.; LAJOLO, F. M.; MOTA, R. V. D. Influência da altitude na qualidade das uvas 'Chardonnay' e 'PinotNoir' em Minas Gerais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.32, n.1, p.143-150, Mar. 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbf/a/WK6tzHPyNTMxt5GZSjGrQtw/?lang=pt>. Acesso em: 24 fev. 2022. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452010005000023>.

RIBÉREAU, G. P.; STONESTREET, E. Determination of anthocyanins in red wine. **Bulletin de la Societe chimique de France**, v. 9, p. 2649, 1965.

RIBÉREAU, G. P.; PEYNAUD, E.; SUDRAUD, P. Ciências y Técnicas Del Vino. Tomo I. **Editorial Hemisfério Sur**.1980.

RIZZON, L. A.; MANFROI, V.; MENEGUZZO, J. **Elaboração de suco de uva na propriedade vitícola**. Bento Gonçalves, RS: Embrapa Uva e Vinho, 1998. 22 p. Disponível em: [Doc21.pdf](#) (embrapa.br). Acesso em: 05 jun. 2021.

RIZZON, L. A.; MENEGUZZO, J. **Suco de Uva**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. 50 p. (Coleção Agroindústria Familiar).

RIZZON, L. A.; MIELE, A. Avaliação da CV. Cabernet Sauvignon para elaboração de vinho tinto. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.22, n.2, p. 192-198, Maio/Ago. 2002. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/193655/1/a15v22n2-1.pdf>. Acesso em: 24 fev. 2022.

RIZZOLO, R. G. **Características físico-químicas e sensoriais de vinhos espumantes finos tintos a partir de uvas cultivadas na região dos Campos de Cima da Serra, RS**. 2016. 140 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal de Pelotas, Pelotas (RS), 2016. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1113027>. Acesso em: 24 fev. 2022.

ROCHA, F. G.; PUJOL, A. F. T. Cultivo de macieiras e produção de sidra com denominação de origem protegida no Principado das Astúrias, Espanha. **Rev. ACTA Geográfica**, n.205, p. 187–205, 2013.

RODRÍGUEZ, M., H; ARJONA, H.A. C. Caracterización físico-química del crecimiento y desarrollo de los frutos de feijoa (*Acca sellowiana* Berg) en los clones 41 (Quimba). **Agron. Colomb.**, n.24, p.54–61, 2006.

ROZA, C. de la; LACA, A.; GARCÍA, L. A.; DÍAZ, M. Ethanol and ethyl acetate production during the cider fermentation from laboratory to industrial scale. **Process Biochemistry**. v. 38, p. 1451-1456, 2003.

SALVADÒ, Z., ARROYO-LÓPEZ, F. N., BARRIO, E., QUEROL, A., GUILLAMÓN, J. M. Quantifying the individual effects of ethanol and temperature on the fitness advantage of *Saccharomyces cerevisiae*. **Food Microbiology**. v. 28, n.6, p.1155-1161, Set. 2011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0740002011000827>. Acesso em: 24 fev. 2022.

SANTOS, Elenilson Rivando dos; SOUZA, Felipe Thiago Caldeira de. Desenvolvimento de bebida fermentada utilizando a polpa de pinha (*Annona squamosa* L.) como alternativa para excedentes de colheita. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 4, n. 1, p. 3191-3211, jun. 2020.

SATORA, P.; SROKA, P.; DUDA-CHODAK, A.; TARKO, T.; TUSZYNSKI, T. The profile of volatile compounds and polyphenols in wines produced from dessert varieties of apples. **Food Chemistry**, v. 111, p. 513-519, 2008.

SAVI, C. C. **Elaboração de sidra pelo método champenoise utilizando leveduras livres e encapsuladas**. 2014. 89 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, Florianópolis (SC).

SILVA, T. C. **Fruticultura na Serra Catarinense: agroindustrialização da maçã e uva vinífera na Cooperativa Sanjo em São Joaquim, SC, safra 2012**. Relatório final de estágio (Curso de Agronomia) – Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2012.

Singh, S. (2018). Cider Market by Product (Apple Flavored, Fruit Flavored, and Perry), Distribution Channel (On-trade and Off-trade), and Packaging (Draught, Cans, Glass Bottles, Plastic Bottles, and Others) - **Global Opportunity Analysis and Industry Forecast, 2017-2023**, Allied Market Research, 230p.

SIMÕES, D. R. S. **Abordagem tecnológica e sensorial nos produtos de maçã: suco, fermentado e sidra**. 2008.192 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008. Disponível em: <http://ri.uepg.br/riuepg/handle/123456789/724>. Acesso em: 24 fev. 2022.

SOUSA, C. M. *et al.* Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. **Quim. Nova**, v. 30, n.2, p.351-355, 2007.

SUGUINO, W. A. **Desenvolvimento de tecnologias para estudos da produção de sidras de alta qualidade**. 2012. 86 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis (SC), 2012. Disponível em: [http://ri.uepg.br/riuepg/bitstream/handle/123456789/724/TESE\\_DeiseRosanaSilvaSimoes.pdf?sequence=1](http://ri.uepg.br/riuepg/bitstream/handle/123456789/724/TESE_DeiseRosanaSilvaSimoes.pdf?sequence=1). Acesso em: 24 fev. 2022.

TAKEMOTO, S.Y. **Avaliação do Teor de Acetoína em Vinagres como forma de verificação de sua genuinidade**. 2000. 137 f. Tese (Mestrado em Engenharia Química), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis (SC), 2000. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/78648>. Acesso em: 24 fev. 2022.

TORIJA, M. J, ROZES, N., POBLET, M., GUILLAMON, J. M., MAS, A. Effects of fermentation temperature on the strain population of *Saccharomyces cerevisiae*. **International Journal of Food Microbiology**. v.80, n. 1, p.47-53, 2003. Acesso em: 24 fev. 2022. 10.1016/s0168-1605(02)00144-7.

TORRE, B. G., GONZÁLES, P., DÍAZ, B.A. Análisis del sector de la sidra: retos actuales y perspectivas de futuro. **Revista Española de Estudios Agrosociales y pesqueros**, n. 194, p. 169-188, 2002.

Torresi, S., Frangipane, M.T. and Anelli, G. Biotechnologies in sparkling wine production. Interesting approaches for quality improvement. **Food Chem**, n.129, p. 1232-1241, 2011.

ZARDO, D. M.; DANTAS, A. P; VAZ, R.; WOSIAKI, G; NOGUEIRA, A. Intensidade de pigmentação vermelha em maçãs e sua relação com os teores de compostos fenólicos e capacidade antioxidativa. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 1, p. 148-154, Mar. 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/sG4xwspvX69xrcnxCfGmX9F/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 24 fev. 2022. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612009000100023>.

**APÊNDICE A - Índices meteorológicos na safra de 2020-2021**

<b>Mês/ano</b>	<b>Precipitação mensal (mm)</b>	<b>T°Cmed (°C)</b>	<b>URmed (%)</b>	<b>Rg (cal cm<sup>-2</sup>dia<sup>-1</sup>)</b>
<b>Jan/20</b>	157,8	21,4	84,3	489,2
<b>Fev/20</b>	127,0	19,7	76,8	491,8
<b>Mar/20</b>	48,6	19,1	82,2	487,4
<b>Abr/20</b>	68,8	14,3	84,5	377,1
<b>Mai/20</b>	65,8	11,6	85,3	294,1
<b>Jun/20</b>	176,8	12,8	92,6	187,5
<b>Jul/20</b>	158,8	11,2	90,9	231,0
<b>Ago/20</b>	136,2	12,3	86,5	328,3
<b>Set/20</b>	106,8	15,6	89,6	303,3
<b>Out/20</b>	34,8	17,4	83,1	440,0
<b>Nov/20</b>	212,2	17,4	83,6	479,6
<b>Dez/20</b>	162,8	19,5	87,3	454,2
<b>Jan/21</b>	287,4	19,9	91,5	354,7
<b>Fev/21</b>	82,8	18,7	85,2	498,5

Fonte: Adaptado de EPAGRI/CIRAM, 2020-2011.

**ANEXO A**– Porcentagem de álcool em relação à densidade da solução hidroalcoólica a 20°C.

**Tabela 1.** Porcentagem de álcool em relação à densidade da solução hidroalcoólica a 20 °C.

Densidade (g mL <sup>-1</sup> a 20 °C)	Álcool (%)	Densidade (g mL <sup>-1</sup> a 20 °C)	Álcool (%)	Densidade (g mL <sup>-1</sup> a 20 °C)	Álcool (%)
1,0000	0,00	0,9986	0,93	0,9972	1,88
0,9999	0,07	0,9985	1,00	0,9971	1,95
0,9998	0,13	0,9984	1,07	0,9970	2,02
0,9997	0,20	0,9983	1,14	0,9969	2,09
0,9996	0,27	0,9982	1,20	0,9968	2,15
0,9995	0,33	0,9981	1,27	0,9967	2,22
0,9994	0,40	0,9980	1,34	0,9966	2,29
0,9993	0,46	0,9979	1,41	0,9965	2,36
0,9992	0,53	0,9978	1,48	0,9964	2,43
0,9991	0,60	0,9977	1,54	0,9963	2,50
0,9990	0,66	0,9976	1,61	0,9962	2,57
0,9989	0,73	0,9975	1,68	0,9961	2,64
0,9988	0,80	0,9974	1,75	0,9960	2,70
0,9987	0,87	0,9973	1,81	0,9959	2,77
0,9958	2,84	0,9931	4,77	0,9904	6,80
0,9957	2,91	0,9930	4,84	0,9903	6,88
0,9956	2,98	0,9929	4,91	0,9902	6,96
0,9955	3,05	0,9928	4,98	0,9901	7,04
0,9954	3,12	0,9927	5,06	0,9900	7,12
0,9953	3,19	0,9926	5,13	0,9899	7,19
0,9952	3,26	0,9925	5,21	0,9898	7,27
0,9951	3,33	0,9924	5,28	0,9897	7,35
0,9950	3,40	0,9923	5,36	0,9896	7,43
0,9949	3,47	0,9922	5,43	0,9895	7,51
0,9948	3,54	0,9921	5,51	0,9894	7,59
0,9947	3,61	0,9920	5,58	0,9893	7,67
0,9946	3,68	0,9919	5,66	0,9892	7,75
0,9945	3,76	0,9918	5,73	0,9891	7,82
0,9944	3,83	0,9917	5,81	0,9890	7,90

Densidade (g mL <sup>-1</sup> a 20 °C)	Álcool (%)	Densidade (g mL <sup>-1</sup> a 20 °C)	Álcool (%)	Densidade (g mL <sup>-1</sup> a 20 °C)	Álcool (%)
0,9943	3,90	0,9916	5,88	0,9889	7,98
0,9942	3,97	0,9915	5,96	0,9888	8,06
0,9941	4,04	0,9914	6,03	0,9887	8,15
0,9940	4,11	0,9913	6,11	0,9886	8,23
0,9939	4,18	0,9912	6,18	0,9885	8,31
0,9938	4,26	0,9911	6,26	0,9884	8,39
0,9937	4,33	0,9910	6,34	0,9883	8,47
0,9936	4,40	0,9909	6,41	0,9882	8,55
0,9935	4,48	0,9908	6,49	0,9881	8,63
0,9934	4,55	0,9907	6,57	0,9880	8,71
0,9933	4,62	0,9906	6,65	0,9879	8,79
0,9932	4,69	0,9905	6,73	0,9878	8,88
0,9877	8,96	0,9848	11,36	0,9819	13,86
0,9876	9,04	0,9847	11,45	0,9818	13,95
0,9875	9,13	0,9846	11,53	0,9817	14,04
0,9874	9,21	0,9845	11,61	0,9816	14,13
0,9873	9,29	0,9844	11,70	0,9815	14,22
0,9872	9,38	0,9843	11,78	0,9814	14,30
0,9871	9,46	0,9842	11,87	0,9813	14,39
0,9870	9,54	0,9841	11,95	0,9812	14,48
0,9869	9,62	0,9840	12,04	0,9811	14,57
0,9868	9,70	0,9839	12,12	0,9810	14,66
0,9867	9,79	0,9838	12,21	0,9809	14,75
0,9866	9,87	0,9837	12,29	0,9808	14,84

Densidade (g mL <sup>-1</sup> a 20 °C)	Álcool (%)	Densidade (g mL <sup>-1</sup> a 20 °C)	Álcool (%)	Densidade (g mL <sup>-1</sup> a 20 °C)	Álcool (%)
0,9865	9,95	0,9836	12,38	0,9807	14,93
0,9864	10,03	0,9835	12,47	0,9806	15,02
0,9863	10,11	0,9834	12,55	0,9805	15,11
0,9862	10,20	0,9833	12,64	0,9804	15,20
0,9861	10,28	0,9832	12,73	0,9803	15,28
0,9860	10,36	0,9831	12,81	0,9802	15,37
0,9859	10,44	0,9830	12,90	0,9801	15,46
0,9858	10,53	0,9829	12,99	0,9800	15,55
0,9857	10,61	0,9828	13,07	0,9799	15,64
0,9856	10,69	0,9827	13,16	0,9798	15,73
0,9855	10,78	0,9826	13,25	0,9797	15,82
0,9854	10,76	0,9825	13,34	0,9796	15,91
0,9853	10,94	0,9824	13,43	0,9795	16,00
0,9852	11,03	0,9823	13,51	0,9794	16,10
0,9851	11,11	0,9822	13,60	0,9793	16,19
0,9850	11,19	0,9821	13,68	0,9792	16,28
0,9849	11,28	0,9820	13,77	0,9791	16,37

---

Fonte: EMBRAPA, 2010.