

LUCAS FELIPE DOS OUROS

**PRODUÇÃO E ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DE SIDRAS E FARINHAS DE
DIFERENTES CULTIVARES DE MAÇÃ**

**Botucatu
2021**

LUCAS FELIPE DOS OUROS

**PRODUÇÃO, ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DE SIDRAS E FARINHAS DE
DIFERENTES CULTIVARES DE MAÇÃ**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Energia na Agricultura.

Orientador(a): Magali Leonel

Coorientador(a): Waldemar Gastoni Venturini Filho

Botucatu

2021

O93p Ouros, Lucas Felipe
Produção e análise físico química de sidras e
farinhas de diferentes cultivares de maçã / Lucas
Felipe dos Ouros. -- Botucatu,2021
65p. : tabs., fotos

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual
Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências
Agronômicas, Botucatu
Orientadora: Magali Leonel
Coorientador: Waldemar Gastoni Venturini Filho

1. Bagaço de maçã. 2. Subproduto. 3. Eva. 4.
Gala. 5.Fuji

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp.
Biblioteca da faculdade de ciências Agronômicas, Botucatu. Dados
fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: PRODUÇÃO E ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DE SIDRAS E FARINHAS DE DIFERENTES CULTIVARES DE MAÇÃ

AUTOR: LUCAS FELIPE DOS OUROS

ORIENTADORA: MAGALI LEONEL

COORDENADOR: WALDEMAR GASTONI VENTURINI FILHO


Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AGRONOMIA (ENERGIA NA AGRICULTURA), pela Comissão Examinadora:



Dr.^a MAGALI LEONEL (Participação Virtual)
Centro de Raízes e Amidos Tropicais / Universidade Estadual Paulista - UNESP



Prof.^a Dr.^a PRÍCILA VEIGA DOS SANTOS (Participação Virtual)
Produção Vegetal / Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu - UNESP



Prof./Dr. RICARDO FIGUEIRA (Participação Virtual)
Produção Vegetal / Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu - UNESP

Botucatu, 06 de julho de 2021

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a minha família, que sempre me deu apoio, e de forma especial à minha mãe Rita de Cássia Sagrillo. Gostaria também de agradecer aos meus irmãos Caio Cesar dos Ouros, Luis Fernando Cubeiro e Daniel Fernando Cubeiro, por todo apoio e suporte que estavam sempre dispostos a me fornecer.

À Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP, e a todos os professores sou extremamente grato pela oportunidade de cursar o mestrado no programa Energia na Agricultura.

Ao CNPq, pela bolsa de estudos, a qual possibilitou a realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Waldemar Gastoni Venturini Filho, meu coorientador, pela oportunidade de estágio e iniciação científica no Laboratório de Bebidas, FCA/UNESP, proporcionando aprendizado e condições para meus experimentos. Por ser um profissional singular que, com certeza, ensinou e moldou diversos alunos durante sua carreira, muito obrigado por me receber como seu orientado, confiar em mim e ser muito paciente.

À Profa. Dra. Magali Leonel, minha orientadora, pela oportunidade de ingressar em seu grupo de alunos no CERAT/UNESP, proporcionando aprendizado e condições para continuar meus experimentos.

Ao Dr. Ricardo Figueira, técnico do Laboratório de Bebidas, pela grande ajuda na realização do meu projeto. Com muita paciência, sempre me ensinou e aconselhou sobre o conhecimento científico e as técnicas.

A minha namorada Natalia Akemi Kohori pelo amor, convivência, amizade, pelo incentivo irrestrito, além de todo auxílio prestado em diversas discussões. Muito obrigado pela paciência durante esses anos e por compartilhar sua felicidade ilimitada comigo.

RESUMO

A macieira é atualmente a cultura frutífera que ocupa as posições de quinta maior área de cultivo e segunda fruta mais produzida no mundo. O Brasil destaca-se como grande produtor mundial de maçã, porém, a industrialização dos frutos descartados (20-30% da produção) ainda não é muito expressiva. O mercado mundial de sidras tem aumentado justificando estudos que visem o incremento desse setor no Brasil. A produção de suco de maçã consegue utilizar cerca de 90% das frutas fora do padrão, sendo a produção de sidra a partir do suco uma forma de agregação de valor para os frutos desclassificados no mercado *in natura*. Porém, no processo de produção de sidra um novo subproduto é gerado, o bagaço de maçã, que muitas vezes é descartado ou usado para alimentação animal. O bagaço de maçã é constituído por casca, sementes e polpa sem suco, mostrando o grande concentração de fibras e polifenóis, o que o torna um subproduto de elevado valor agregado, devido aos benéficos para a saúde humana, podendo ser seco, moído e utilizado como farinha funcional. Diante desse cenário, este estudo teve por objetivo avaliar a produção de sidras com diferentes níveis de adoçamento a partir do processamento de três cultivares de maçã: Eva, Gala e Fuji, além da produção da farinha dos três diferentes cultivares, com o intuito de estimular a cadeia agroindustrial da maçã. Para a produção das sidras as maçãs passaram pelas etapas de pesagem, seleção, “*toalete*”, desintegração, extração e caracterização dos sucos, correção do mosto para 12° Brix, inoculação, fermentação, maturação, acondicionamento em garrafas de vidro e adição de açúcar (0, 2,5, 5, 7,5 e 10% peso/peso). As sidras adocicadas foram divididas em dois lotes com ou sem carbonatação. O processo de carbonatação foi natural com a adição do *primming*. Os sucos foram analisados para turbidez, cor, acidez, açúcares totais, açúcares redutores, concentração de sólidos solúveis e ratio. As sidras obtidas foram analisadas para teor alcoólico, acidez total, volátil e fixa, pH, açúcares redutores, açúcares não redutores e turbidez. A farinha de maçã foi analisada para a composição química, obtendo resultados que indicam que a farinha é de maçã possui altos teores de açúcar, fibras e amido, o que a torna um prébiotico e edulcorante.

Palavras-chave: bagaço; subproduto; eva; gala; fuji.

ABSTRACT

The apple tree is currently a fruiting crop that occupies the fifth positions at largest growing area and second at most productive fruit in the world. Brazil stands out as a great world apple producer, however, the industrialization of discarded fruits (20-30% of production) still not very significant. The world cider market has increased, justifying studies aimed at increasing this sector in Brazil. The production of apple juice manages to use about 90% of non-standard fruits, and the production of cider from juice is a way of adding value to the declassified fruits in the fresh market. However, in the cider production process, a new by-product is generated, apple pomace, which is often discarded or used for animal feed. Apple pomace consists of peel, seeds and pulp without juice, with a high concentration of fibers and polyphenols, which makes it a by-product with high added value, due to the benefits to human health, the dry apple pomace can be dried, ground and used as functional flour. Given this scenario, this study aimed to evaluate a production of ciders with different levels of sweetness from the processing of three apple cultivars: Eva, Gala and Fuji, in addition to the flour production of the three different cultivars, aiming to stimulate an agroindustrial chain of the apple. For the production of ciders, apples pass through the weighing, selection, *toilet*, disintegration, extraction and characterization of juices, correction of the wort to 12° Brix, inoculation, fermentation, maturation, conditioning in glass bottle and addition of sugar (0, 2.5, 5, 7.5 and 10% weight/weight). The sweet ciders were divided into two batches with or without carbonation. The carbonation process was natural with the addition of priming. The juices were analyzed for turbidity, acidity, total sugars, reducing sugars, concentration of soluble solids and ratio. Ciders were analyzed for alcohol content, total, volatile and fixed acidity, pH, reducing sugars, non-reducing sugars and turbidity. The apple flour was analyzed for chemical composition, obtaining results that indicate that the apple flour has high levels of sugar, fiber and starch, which makes it a prebiotic, prebiotic and sweetener.

Keywords: pomace; by-product; eva; gala; fuji.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1	Maçã.....	15
2.2	Composição da maçã.....	16
2.3	Suco de maçã.....	19
2.4	Sidra.....	22
2.4.1	Fatores que influenciam a qualidade e aceitação das sidras.....	26
2.4.2	Produção de sidra.....	27
2.4.2.1	Extração do suco.....	28
2.4.2.2	Sulfitagem.....	29
2.4.2.3	Inoculação.....	29
2.4.2.4	Estabilização pelo frio.....	31
2.4.2.5	Carbonatação.....	31
2.4.3	Legislação.....	32
2.5	Bagaço de maçã.....	32
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	36
3.1	Planejamento experimental.....	36
3.2	Cultivares de maçã.....	36
3.3	Processamento das maçãs.....	37
3.3.1	Higienização, seleção, desintegração e prensagem da maçã.....	38
3.3.2	Produção de farinha de maçã.....	38

3.3.3 Preparo do mosto, fermentação e maturação.....	38
3.3.4 Envase, adoçamento e carbonatação.....	39
3.4 Caracterização físico-química.....	40
3.5 Análise estatística.....	40
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
4.1 Balanço de massa dos processos de extração dos sucos de maçã	41
4.2 Caracterização físico-química dos sucos.....	42
4.3 Acompanhamento da fermentação dos sucos de maçã.....	43
4.4 Caracterização físico-química das sidras.....	43
4.5 Caracterização das farinhas de maçãs.....	51
5 CONCLUSÕES.....	53
REFERÊNCIAS.....	55

1 INTRODUÇÃO

A maçã possui destaque entre as frutíferas mundiais apresentando-se como a segunda fruta mais consumida e a terceira mais produzida, sendo cultivada em todas as regiões mundiais. A produção mundial em 2019 foi de 87,24 milhões de toneladas em área cultivada de 4,7 milhões de hectares. A Ásia é a região que mais produz (56,3 milhões de toneladas), com a China destacando-se como o maior contribuinte (42,4 milhões de toneladas). A Europa neste mesmo ano gerou 17,09 milhões de toneladas, sendo a Polônia responsável por (3,08 milhões de toneladas). A parcela das Américas foi de 9,8 milhões de toneladas com destaque para as produções dos Estados Unidos (4,9 milhões de toneladas), Chile (1,6 milhões de toneladas) e Brasil (1,2 milhões de toneladas). As regiões de menores produções mundiais são a África (3,13 milhões de toneladas) e a Oceania (818 mil toneladas) (FAO, 2021).

O principal mercado para os frutos das macieiras é a venda “*in natura*”(70%), o que faz com que sejam estimadas perdas consideráveis de frutos que não atingem as especificações desse mercado. Aproximadamente 30% da produção mundial de frutos são processados para a obtenção de produtos como sucos, geleias, purês, sidras, vinagres e frutos desidratados (SHALINI, GUPTA, 2010; SYMONEAUX et al., 2015; ITO et al., 2017; HE et al., 2021).

Os produtos de maçã, como por exemplo, o suco e a sidra, são elaborados a partir das frutas que não estão nos padrões de comercialização devido a algum defeito (tamanho, uniformidade, cor, entre outros) e de cultivares que não apresentam aptidão de consumo de mesa. Para a produção do suco de maçã as melhores frutas são as que possuem maior concentração de açúcares e de ácidos (RIZZON et al., 2005).

Na Europa, a sidra de maçã é uma das bebidas alcoólicas com maior taxa de crescimento nos últimos tempos, com previsão de aumentar 15% em 2021 (JAMIR et al., 2020). HE et al. (2021) cita em seu estudo que a European Cider and Fruit Wine Association contabilizou que cerca de 7,6% de todas as safras de maçã em 2018 na Europa foram usadas para a produção de sidra.

O conteúdo total de compostos fenólicos e o perfil destes têm efeitos importantes sobre as propriedades sensoriais de sidras de maçã, principalmente na cor, amargor e adstringência, e estão relacionados as cultivares, bem como, as

condições de cultivo e armazenamento dos frutos (LAAKSONEN et al., 2017).

O processamento de frutos de maçã gera consideráveis volumes de resíduo sólido, o bagaço de maçã (*Apple pomace*), o qual tem elevados níveis de carboidratos, fibras e compostos fenólicos, apresentando-se como potencial co-produto do processamento (ITO et al., 2017). Estudos relatam elevados volumes de bagaço de maçã (17,2 a 43 milhões de toneladas/ano) e mostram que os principais destinos têm sido a ração animal, descarte em aterros ou incineração, resultando em custos adicionais para descarte e efeitos adversos ao meio ambiente, como excesso de produção de metano e poluição de águas subterrâneas (GULLÓN et al., 2007; OREOPOULOU, RUSS, 2007; SHALINI, GUPTA, 2010; O'SHEA et al., 2015; YATES et al., 2017; ZLATANOVIĆ et al., 2019, ; CANOSSA et al., 2018; WANG et al., 2019).

Considerando o destaque do Brasil entre os países produtores de maçã e a necessidade de estudos que estimulem o incremento da produção e o consumo nacional dos derivados dessa fruta, os objetivos desse trabalho foram: produzir e avaliar por meio de análises físicas e químicas sidras carbonatadas e não carbonatadas elaboradas a partir de três variedades de maçã (Fuji, Gala e Eva) com diferentes concentrações de açúcar de cana (0; 2,5; 5,0; 7,5 e 10% m/m), produzir e analisar quimicamente farinha de maçã elaborada a partir do resíduo sólido gerado pelo processo de fabricação de sidra.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 MAÇÃ

A maçã (*Malus domestica* Borkh) é um pseudofruto pomáceo provindo da macieira, o fruto apresenta coloração vermelha ou verde, sendo possíveis pequenas manchas amareladas ou esverdeadas, o fruto possui uma cavidade na parte superior aonde se encontra a haste do fruto. É originária da Ásia Ocidental, onde seus ancestrais (*Malus sieversii*), ainda são encontrados. A macieira passou por um processo de cultivo de milhares de anos por grande parte da Ásia e Europa, sendo trazida pelos colonizadores para o continente americano (EMPRESA CATARINENSE DE PESQUISA AGROPECUARIA, 1986).

A cada ano a expansão da área de produção de maçã aumenta no Brasil, sendo que dos anos 1970 a 2010 esse aumento foi de 2.880 hectares para 38.716 hectares, totalizando um aumento de 1244%, a produção de maçãs aumentou de 30.850 toneladas para 1.279.026 toneladas, totalizando um aumento de 4045%, evidenciando que com a melhora nas tecnologias de plantio e colheita houve um aumento para mais de 300% da produção em uma mesma área. (AGRIANUAL, 2013; MATTARUGO, 2016).

Nos anos de 2012 e 2013 a plantação de maçã se mostrou como a quinta maior cultivar de frutas no mundo ocupando um total de 4.842.822 hectares. A cultura macieira ocupou também a segunda posição no quesito produtivo, com um total de 76.335.000 toneladas de maçãs. Esta cultivar está presente em regiões de clima temperado, podendo ser encontrada em mais de 90 países, sendo seu avanço para áreas de clima tropical cada dia mais evidente. (BROWN, 2012; ALBERTI et al., 2016). Esta produção teve um grande aumento até o ano de 2018 quando alcançou a marca de 86,2 milhões de toneladas de maçã (FAO, 2021).

No ano de 2012 o Brasil foi o 9º maior produtor de maçã do mundo, colhendo 1,3 toneladas do fruto (AGRIANUAL, 2012), sendo desta produção a maioria dividida em duas variedades, maçãs Gala e maçãs Fuji. Uma das linhagens mais importantes para o Brasil é a Royal Gala, que corresponde a quase 25% de toda a produção de maçã do país (BOTH et al., 2014). Segundo estudos do IBGE de 2017, a produção de maçã no Brasil ultrapassou a marca de três toneladas por ano. Este

grande aumento manteve o país na 10ª colocação entre os maiores produtores de maçã do planeta de acordo com o departamento de agricultura dos Estados Unidos (2018). A cadeia produtiva brasileira ainda sofre com a concorrência de produtos oriundos de grandes produtores desta fruta como Chile e Argentina (CANOSSA et al., 2018).

As maçãs Gala e Fuji são as mais produzidas no mundo e foram escolhidas devido a sua alta produtividade, altos valores nutricionais, além de uma boa qualidade sensorial (SHAO et al., 2010; YE et al., 2014). Porém, várias outras cultivares mostram expressão na produção para o consumo “*in natura*” e, também para o produtos derivados de maçã.

Dentre as cultivares brasileiras, mais de 95% da produção é constituída de linhagens de maçã Gala como Royal Gala, Imperial Gala e Mondial gala, misturados com linhagens de maçã Fuji como a Fuji Suprema e a Kiko. As cultivares Gala e Fuji são seguidos pela cultivar Golden Delicious sendo todas estas possivelmente utilizadas para a produção de suco (PROTZEK et al., 1999; RIZZON et al., 2005).

No de 2016, no Brasil foram produzidas 1.231.472 toneladas de maçã. Sendo que, os principais estados produtores da maçã no Brasil são Santa Catarina (44,3%) e Rio Grande do Sul (50,6%) que representam juntos 94,9% da produção nacional, dessa produção, cerca de 22% destes frutos são destinados a indústria (CANOSSA et al., 2018).

2.2 COMPOSIÇÃO DA MAÇÃ

Estruturalmente a maçã é composta majoritariamente de água, que constitui de 75 a 90% em peso por volume, contendo também sólidos solúveis (ácidos orgânicos e açúcares), compostos nitrogenados, compostos aromáticos, compostos fenólicos como os taninos, que são de suma importância para uma boa qualidade da matéria prima (HASHIZUME, 2001; RIZZON et al., 2005; BARBOSA et al., 2007; NOGUEIRA et al., 2005; SAVI, 2014).

Entre os principais alimentos ricos em fibras encontramos a maçã, constituída majoritariamente por pectina, um tipo de fibra solúvel. O fruto também possui outros compostos bioativos de interesse como ácidos e polifenóis, os quais possuem benefícios para a saúde (NEVES, 2005). A pectina possui a propriedade de formar soluções de alta viscosidade que regulam a absorção de nutrientes como a glicose,

promovendo assim um melhor equilíbrio gastrointestinal (NOGUEIRA, 2003).A composição de maçãs de sete cultivares está resumida na Tabela 1.

Tabela 1 - Composição nutricional de algumas cultivares de maçã, os valores mostrados são referentes ao conjunto casca e polpa

Cultivar	Energia (kcal/100 g)	Água (g/100g)	Fibra alimentar (g/100g)	Carboi- dratos (g/100g)	Proteí- na (g/100g)	Gordura (g/100g)	Cinza (g/100g)
Casa nova	53,4	83,6	2,7	15,7	0,3	0,13	0,23
Golden Delicious	49,6	86,6	1,5	12,8	0,33	0,1	0,18
Granny Smith	45,2	87,7	1,9	11,5	0,47	0,1	0,2
Jonagored	54,1	82,7	2,2	16,7	0,27	0,1	0,19
Reineta	61,2	81,7	2,4	17,5	0,47	0,1	0,28
Galaxy	53,4	84,7	1,8	14,6	0,4	0,1	0,24
Starking	52,2	84,3	2	15,1	0,33	0,1	0,2
Fuji	52,0	85,6	2,4	13,8	0,26	0,17	0,19
Gala	*	84,4	1,94	12,7	0,57	0,24	0,24
Eva	*	84,6	1,12	13,2	0,49	*	0,21
Média	52,6	84,6	2,00	14,4	0,39	0,13	0,22

Fonte : (ALMEIDA et al., 2008; CURTI, 2003; FANTE, 2011; MATTARUGO, 2016)

Considerando os valores mostrados na Tabela 1, é possível observar que a principal diferença é a proporção de fibras presentes em cada amostra, sendo a maçã da cultivar Fuji uma das mais fibrosas, a maçã da cultivar Gala uma intermediária e a maçã da cultivar Eva a que possui menor concentração de fibras.

A análise de carboidratos está principalmente constituída de açúcares, sendo estes também os maiores contribuintes para os sólidos solúveis da maçã. Dentre os açúcares são encontrados a sacarose que corresponde de 2,5 a 3,5% da composição, a glucose que corresponde de 1,5 a 2,0%, enquanto a frutose

corresponde a cerca de 6%, sendo este o açúcar mais abundante (HASHIZUME, 2001; BARBOSA et al., 2007; NOGUEIRA et al, 2010).

Nos trabalhos de Paganini (2004), realizados com maçãs das cultivares Gala, Eva, Rainha, Fred Hough, Imperatriz e Sansa, a determinação de açúcares totais revelou valor médio de $13,23\text{g}\cdot 100\text{ml}^{-1}$.

O'Shea (2015) analisou a maçã da cultivar Karmijn de Sonnaville, e observou 84,76% de carboidratos (base seca), e altos teores de potássio ($253.1\text{mg}\cdot 100\text{ml}^{-1}$) e ferro ($0.84\text{mg}\cdot 100\text{ml}^{-1}$).

Com relação ao perfil de açúcares nos frutos de maçã, existem variações entre as cultivares, conforme relatado por Almeida (2008). O autor, analisando seis cultivares de maçã, Fred Hough, Rainha, Gala, Imperatriz, Eva e Sansa, mostrou que a frutose é o principal açúcar (50,3 a 66,3%), seguida pela sacarose (15,2 a 35,8%) e glicose (13,2 a 21,6%). Os frutos das cultivares Eva e Gala mostram teores de açúcares totais próximos a 8 %, sendo que a cultivar Eva diferenciou-se da gala pelo maior teor de sacarose (28,3% do total) e a cultivar Gala mostrou maiores teores de frutose e glicose (59,5% e 17,8% do total, respectivamente).

Bortolini (2020) ao analisar maçãs da fugi e notou que esta possui $0.5\text{g}\cdot 100\text{mL}^{-1}$ (6%) de Sacarose, $2.1\text{g}\cdot \text{mL}^{-1}$ (24%) de glicose e $6,0\text{g}\cdot \text{mL}^{-1}$ (70%) de frutose.

Outro componente muito importante dos frutos de maçã são os compostos fenólicos, as suas proporções dependem da etapa de maturação, da cultivar, e das condições de cultivo. Os compostos fenólicos são muitas vezes associados erroneamente com substâncias amargas e adstringentes, uma vez que na maioria das maçãs amargas estas substâncias aparecem em conjunto. Entretanto estudos comprovam que quantidades elevadas de compostos fenólicos em maçãs fazem com que estas tenham uma maior aceitação sensorial, sendo esta causada pela adstringência proveniente dos taninos (SIMÕES, 2008).

A produção de maçã se tornou tão grande que grandes países dependem da fruta para obtenção de polifenóis na dieta nacional, os EUA possuem 22% de todos os polifenóis ingeridos obtidos a partir da maçã, enquanto países como a França este valor chega a 37%, sendo consumido cerca de 57g per capita diária (BOUAYED et al., 2011).

2.3 SUCO DE MAÇÃ

O suco de maçã é altamente consumido e difundido por todo o mundo, isso ocorre principalmente por suas características nutricionais e sensoriais únicas. No processamento de maçãs para a obtenção de sucos, os frutos devem passar por um moinho e uma prensa para extração do suco, existem duas alternativas de prensagem possíveis, a prensagem tradicional, que pode levar de 2 a 3 dias para a extração do suco, enquanto a prensagem pneumática passa por um processo automatizado com duração média de 2 a 5 horas. Isso significa que os bagaços de maçã podem sofrer diferentes graus de oxidação durante a fabricação da sidra, influenciando a composição fenólica e antioxidante desse material (GARCÍA et al., 2009).

Possuindo uma produção anual de 87,24 milhões de toneladas de maçã (FAO, 2021), uma destinação para processamento de 30% do total produzido (HE et al., 2021) e sendo 90% dessa parcela destinada para a produção de suco (PARK et al., 2020), pode-se calcular que há uma utilização de aproximadamente 23,5 milhões de toneladas de maçã para produção de suco.

O rendimento médio de extração é de 8 kg de maçã gerando 1 kg de suco concentrado a 68 °Brix e uma densidade de 1,350 mg.mL⁻¹ a 20 °C (RIZZON et al., 2005).

Lazzarotto (2016) relatou que o consumo anual per capita de suco de maçã integral 100% é de 0,4 litros, totalizando um consumo anual de 83,8 milhões de litros. Enquanto produzimos cerca de 18,8 bilhões de litros de suco de maçã (rendimento de extração de 80%) (SAVI, 2014; NOGUEIRA et al., 2010). Estes valores ocorrem devido ao baixo consumo de suco de maçã integral, sendo este utilizado principalmente para adoçamento de sucos industrializados de outras frutas.

Rizzon (2005) analisou a composição física química de maçãs das cultivares Gala, Golden Delicious e Fuji, seus resultados podem ser observados na Tabela 2.

Tabela 2 - Composição dos sucos das cultivares de maçã Gala, Golden Delicious e Fuji

Cultivar	Gala	Golden Delicious	Fuji
Densidade (mgmL ⁻¹) a 20°C	1,0517	1,0541	1,0583
Sólidos solúveis(° Brix)	12,4	12,9	14,0
Acidez total (meq L ⁻¹)	49,4	59,4	44,0
Ácido málico (g L ⁻¹)	4,0	4,5	3,9
Relação °Brix/Acidez total	38,1	32,6	47,8
pH	3,67	3,44	3,74
Açúcares redutores (g L ⁻¹)	71,8	86,2	90,1
Açúcares totais (g L ⁻¹)	93,9	111,7	105,8
Cinzas (g L ⁻¹)	2,76	2,11	2,44

Fonte: adaptado de Rizzon (2005)

Rizzon (2005) encontrou em seu trabalho as concentrações de minerais presentes no suco de maçã, essas quantidades podem ser observadas na Tabela 3.

Tabela 3 - Composição dos minerais em mgL⁻¹ de sucos das cultivares de maçã Gala, Golden Delicious e Fuji

	Gala	Golden Delicious	Fuji	Média
K	1054,0	924,0	1060,0	1012,67
Na	2,4	1,8	2,2	2,13
Ca	21,5	13,4	13,4	16,10
Mg	34,8	33,5	27,3	31,87
Mn	0,4	0,5	0,6	0,50
Cu	1,0	0,9	0,5	0,80
Fe	0,4	0,4	0,4	0,41
Zn	0,7	0,7	0,3	0,57
Li	0,7	0,5	0,5	0,57
Rb	0,9	1,3	1,7	1,30
P	62,2	44,2	69,8	58,73

Fonte: adaptado de Rizzon (2005)

Uma grande parcela das maçãs é considerada como descarte na classificação comercial e são utilizadas como matéria-prima para produção de sucos, sidras, espumantes e sidras concentradas pelo processo de congelamento (BROWN, 2012; LEA, DRILLEAU, 2003, PICINELLI LOBO et al., 2021), sendo o suco responsável pela utilização de 90% desta parcela (PARK et al., 2020). As maçãs também podem ser utilizadas para obtenção de vinagre de maçã (NATERA et al., 2003; ALBERTI et al., 2016).

Estas maçãs que não atingem os padrões de mercado são desclassificadas devido à falta de características físicas que comumente influenciam a aceitabilidade visual do fruto, como coloração da epiderme, diâmetro, peso e comprimento, enquanto as características do fruto que mais influenciam o paladar são a acidez e os teores de sólidos solúveis, sendo o balanço entre essas duas características considerado um indicador das características organolépticas, importante para o processamento e para o consumo "*in natura*" (ALVARENGA, FORTES, 1985).

A composição de um suco de maçã possui grande interferência das condições naturais de onde estão localizados os pomares, tais como solo e clima, dos fatores agrônômicos de produção como as linhagens utilizadas, os tratamentos culturais, os fertilizantes utilizados, os tratamentos fitossanitários e a época de colheita, além dos fatores tecnológicos do processo de extração (JANZANTTI et al., 2013; RIZZON et al., 2005).

Estudos evidenciam que os polifenóis presentes no suco de maçã possuem a podem contribuir para uma melhora na saúde das pessoas, regulando doenças como hipertensão, hiperglicemia, estresse oxidativo e respostas inflamatórias (CICERO et al., 2017; COSTA et al., 2017; SAMPATH et al., 2017; BONDONNO et al., 2018; CORY et al., 2018; GIGLIO et al., 2018; ZIELINSKA et al., 2019;ZHANG et al., 2021)).

Os compostos fenólicos são majoritariamente encontrados dentro dos vacúolos (97%), sendo as células mais próximas do meio exterior as com maiores quantidades desta substância, enquanto as células localizadas nas partes internas possuem concentrações muito inferiores. Em certas espécies a proporção de compostos fenólicos encontrada na casca e na parte interior da polpa pode chegar a razões entre 3:1 e 10:1 (NICOLAS et al., 1994). Em derivados de maçã como suco e sidra, os fenóis são considerados compostos de grande influência para o sabor, cor, amargor, adstringência, na composição de aromas e na limpidez da bebida. Os

compostos fenólicos foram considerados como compostos de interesse, pois estes possuem capacidade antioxidante, protegendo contra os efeitos do estresse oxidativo (LEE, SMITH, 2000; MANGAS et al, 1999; NOGUEIRA, 2003).

O aroma do suco é de extrema importância para avaliar a qualidade e as características da bebida, esse pode conter diversos componentes voláteis de diferentes grupos como ésteres, cetonas, ácidos graxos, álcoois, aldeídos e terpenóides (BRAGA et al., 2013; NIKFARDJAM, MAIER, 2011). Alguns compostos em específico foram identificados como possuindo grande influência na formação do aroma do suco de maçã esses compostos são (E) -2-hexenol, (E) -2-hexenal, butanoato de etila, acetato de butila, hexanal, 1- hexanol e 1- butanol (ELSS et al., 2006; NIKFARDJAM, MAIER., 2011). Vários elementos podem variar o aroma do suco de maçã, desde o ambiente do pomar, cultivar da maçã, nível de amadurecimento até o procedimento de processamento (BRAGA et al., 2013; DIXON, HEWETT, 2000; ELSS et al., 2006; GUO et al., 2020).

Alguns compostos em específico foram identificados como possuindo grande influência na formação do aroma do suco de maçã esses compostos são (E) -2-hexenol, (E) -2-hexenal, butanoato de etila, acetato de butila, hexanal, 1- hexanol e 1- butanol (ELSS et al., 2006; NIKFARDJAM, MAIER, 2011).

Os compostos fenólicos da maçã não influenciam somente seu sabor, como também na cor do suco, na sensação de adstringência, na concentração de constituintes dos aromas e na coloração do suco. O interesse por estes constituintes ocorre devido a sua característica antioxidante, que atua na proteção contra os efeitos maléficos de espécies reativas de oxigênio (NOGUEIRA et al., 2010).

2.4 SIDRA

A sidra é uma das bebidas mais antigas do mundo e atualmente possui sua produção amplamente conhecida, sendo principalmente produzida por países da Europa. A fermentação de maçã na busca de uma bebida alcoólica já era realizada no mediterrâneo Oriental, desde antes do século I. Em alguns documentos e escrituras antigas é possível encontrar textos relacionados à fermentação de mostos de maçã e pera (NOGUEIRA, 2016). De acordo com a história, os registros de elaboração de fermentado de maçã começam a aparecer ao mesmo tempo em que houve os primeiros cultivos de maçã (ANTÓN-DÍAZ et al., 2016).

A bebida fermentada foi utilizada como uma forma para se armazenar a maçã por mais tempo, uma vez que o suco levemente fermentado possui álcool, o qual transforma o meio em um ambiente impróprio e tóxico para a maior parte das bactérias. De forma geral, os fabricantes de sidra utilizam cultivares específicas de maçãs para sidra, porém é comum a necessidade de utilização de mais do que uma cultivar devido à escassez de algumas linhagens. Uma saída encontrada pelos produtores de sidra foi a utilização de variedades de maçã criando misturas para obter o equilíbrio correto, desenvolvendo uma sidra com acidez, aroma, cor e taninos adequados (GIRSCHIK et al., 2017).

Dados da National Association of Ciders Makers (2018), situada no Reino Unido, informa que mais da metade da produção de maçãs do país é utilizada para produção de sidra, batendo a marca de 56% em 2018. O Reino Unido é atualmente o maior consumidor de sidra do mundo, consumindo um volume total de 900 milhões de litros por ano, totalizando cerca de 15,4 litros per capita (ALVES, 2018). Enquanto nos Estados Unidos a sidra é uma das bebidas de mais rápido crescimento, aumentando quase 1000% vezes na última década, indo de 5 milhões de galões em 2005 para 46 milhões de galões em 2016 (JAMIR et al., 2020).

CANOSSA (2018) descreveu o consumo de sidra por todo o mundo, sendo o consumo dividido em 7 frações, sendo o Reino Unido o responsável pela maior fração (45%), seguido pelo restante da Europa (21%), resultando em 66% da sidra mundial sendo consumida pela Europa. A África e a América do Norte são responsáveis pela terceira e quarta parcela, sendo estes responsáveis por 10% cada, em quinto lugar se encontra a Oceania (8%), em sexto a América Latina (5%) e por último o conjunto da Ásia e do Oriente Médio com 1% de participação.

Devido à baixa popularidade da sidra no Brasil os estudos sobre esta são recentes. As cultivares de maçã principalmente produzidas no país são a Fuji e a Gala, sendo ambas utilizadas para consumo "*in natura*". O processo de produção da sidra se assemelha ao já utilizado para produção de espumantes que possui como método tradicional uma fermentação primária em fermentador e secundária em garrafa para produção de carbonatação natural. Existe também outro método utilizado na produção de espumantes doces e fermentação parcial que consiste em interromper a fermentação quando esta alcança um teor alcoólico ou um açúcar residual desejado (CANOSSA et al., 2018).

No Brasil o consumo de sidra teve seu consumo aumentado devido ao

mercado próspero de maçãs produzidas principalmente na região sul do país (ANTÓN-DÍAZ et al., 2016).Entretanto de acordo com Canossa (2018), não existem dados estatísticos específicos de consumo de sidra no Brasil, sendo somente possível notar que considerando toda o consumidores de bebidas alcoólicas, somente 1,7% destes consomem sidra ou sangria, 5% consomem espumantes, enquanto a porcentagem de consumidores de vinho ultrapassa os 16%(CANOSSA et al., 2018).

No Brasil, a definição correta de sidra é: “A sidra é a bebida com graduação alcoólica de quatro a oito por cento em volume, a vinte graus Celsius obtida pela fermentação alcoólica do mosto de maçã, podendo ser adicionada de suco de pera, em proporção máxima de trinta por cento, sacarose não superior aos açúcares da fruta e água potável” (NOGUEIRA, 2016).

De acordo com estudos de Nogueira (2016), os padrões de identidade da sidra em regiões como Brasil, França, Alemanha, Inglaterra, Astúrias e União Europeia é encontrado na Tabela 4.

Tabela 4 - Permissividade das legislações de sidra dos países, Inglaterra, França Alemanha e Brasil

	Inglaterra	França	Alemanha	Brasil
Adição de açúcar fermentescível e concentrados	adição livre	Concentrados até 50%	Até densidade máx.de 1 055 Kg.m ⁻³	Até 30% de suco de pera e a mesma quantidade de açúcares presentes no mosto
Grau alcoólico	1,2-8,5%	1,5% mínimo (3% máximo para sidra doce)	5% mínimo	4-8%
Adição de ácidos	adição livre de málico, cítrico, tartárico, láctico	Cítrico, málico (máximo de 5 gL ⁻¹)	láctico (máximo de 3 g L ⁻¹)	Todos os aprovados pelo Ministério da Agricultura, produto final mínimo 3-8 gL ⁻¹ de acidez em ac. Málico
Adoçantes	adição livre de açúcares e adoçantes	Somente em suco de maçã. Residuais na sidra são: semi-seca 28-42 gL ⁻¹ ; seca < 28 gL ⁻¹ ; doce >35 gL ⁻¹ .	Somente açúcares (máximo de 10 g L ⁻¹).	Permite os aprovados pelo Ministério da Agricultura. Residuais na sidra são: seca ≤ 20 gL ⁻¹ ; doce ou suave ≥ 20 gL ⁻¹ .
Corantes	Todos os corantes de alimentos são permitidos	Cochinel e caramelo	Pequenas quantidades de caramelo somente	Todos os aprovados pelo Ministério da Agricultura
Açúcar livre no extrato seco	13 g L ⁻¹ mínimo	16 gL ⁻¹ mínimo	18 gL ⁻¹ mínimo	15 g L ⁻¹ mínimo

Fonte: Nogueira (2016)

É possível observar grandes diferenças entre as sidras de cada país, uma vez que a Alemanha exige no mínimo 5% de teor alcoólico sem um limite superior,

enquanto na França o máximo tolerado é de 4%, no Brasil e na Inglaterra esta bebida pode chegar até a 8% de álcool (v/v).

Os locais de produção da sidra também divergem suas características mais marcantes, enquanto a França busca por sabor suave, adstringente e frutado, países como Alemanha, Suíça e a região de Astúrias buscam uma bebida com sabor mais acético (MANGAS et al., 1999; LEA, DRILLEAU, 2003). No Brasil a mesma bebida é produzida buscando sabor adocicado e com baixa acidez, isto ocorre, pois inicialmente a sidra no Brasil foi produzida com maçãs de mesa (NOGUEIRA, 2003).

2.4.1 Fatores que influenciam a qualidade e aceitação das sidras

O gosto de um alimento é a sensação obtida pela interação dos sentidos paladar e olfato, produzida quando se coloca algum alimento na boca. O aroma é extremamente importante para os alimentos e as bebidas. A aceitação de uma bebida alcoólica diretamente relacionada ao seu gosto. Sendo o gosto, uma percepção integrada do sabor (doce, salgado, amargo ou azedo) e do aroma, dado pela presença de diversos compostos voláteis. Nas bebidas alcoólicas estes componentes podem ter origem do próprio fruto, ou serem produzidos durante o processo fermentativo, porém ainda existem compostos que são produzidos por reações químicas que ocorrem durante o envelhecimento (SIMÕES et al., 2009).

Symoneaux (2015), encontrou dados que mostram quais compostos foram responsáveis por gerar alterações no sabor das bebidas, evidenciando que poucas substâncias possuem poder de modificar o paladar de uma bebida o suficiente para ser notada a diferença.

O sabor amargo possui três substâncias que ultrapassam a linha do perceptível, sendo esses polifenóis, etanol e frutose. O sabor doce pode ser influenciado pela frutose, a concentração de gás carbônico, polifenóis e pela relação entre frutose e concentração de gás carbônico. A adstringência, um fator que deve ser muito bem dosado em uma bebida pode ser influenciado por quatro substâncias sendo elas os polifenóis, o etanol, a frutose e a concentração de gás carbônico. Finalmente, a sensação de acidez é influenciada por três componentes sendo eles a própria acidez da bebida, a frutose e a interação entre o gás carbônico e a acidez (SYMONEAUX et al., 2015).

O estudo de Wu (2020) observou uma grande quantidade de compostos fenólicos, dentre eles 13 álcoois, 24 ésteres, 5 aldeídos e 10 cetonas. Dentre estas substâncias os álcoois e ésteres foram os com maiores quantidades e são as substâncias que mais interferem no sabor, sendo os álcoois importantes para o aroma de bebida fermentada. Também foi relatado grandes concentrações de 3-metil-1-butanol que pode causar gosto acético não desejado para a bebida.

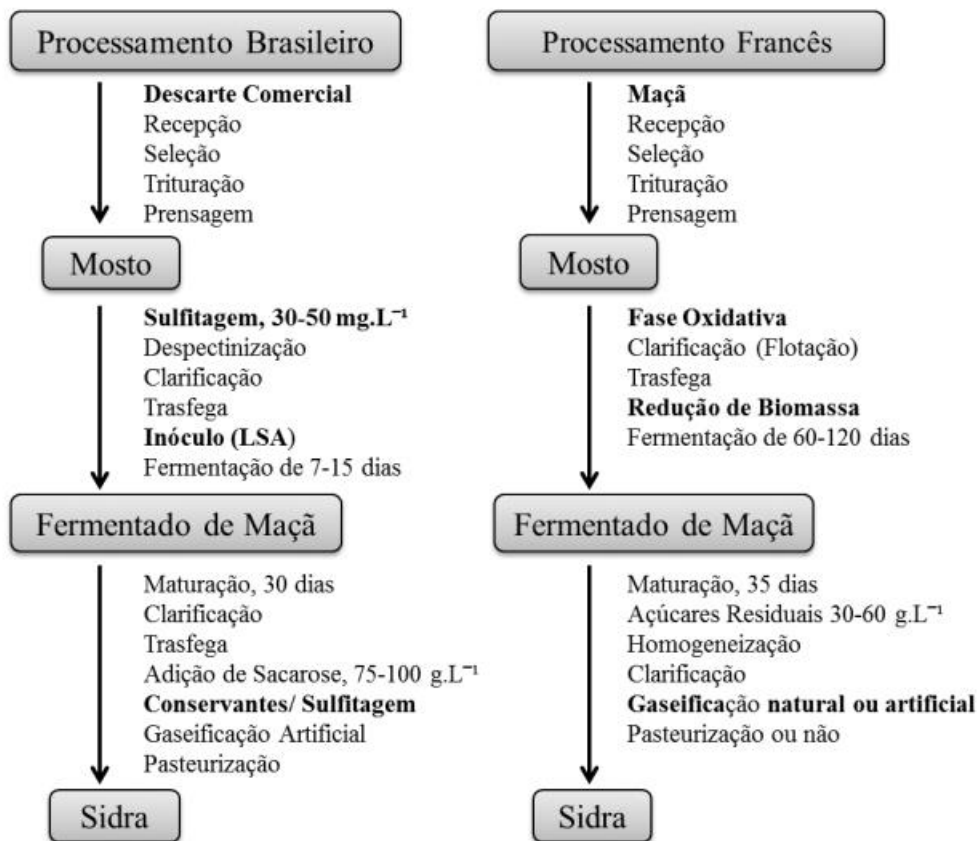
2.4.2 Produção de sidra

O Brasil e a França possuem métodos de produção diferentes, desde a matéria prima utilizada e os microrganismos que fermentarão a bebida até a adição ou não de sacarose para adoçamento.

No Brasil as maçãs que possuem algum tipo de defeito como tamanho pequeno, má distribuição de cor, forma diferente do padrão, cicatrizes ou injúrias mecânicas, são consideradas como descarte por não possuírem atributos de qualidade para mesa (NOGUEIRA, 2016).

A Figura 1 mostra o fluxograma do processamento de sidra nas versões brasileira e francesa, além de evidenciar as diferenças dos processamentos. O processamento francês remete a uma produção mais natural, enquanto o processo brasileiro utiliza métodos para deixar a produção mais rápida.

Figura 1 - Etapas dos processamentos brasileiro e francês para a produção de sidras



Fonte:Nogueira (2016)

2.4.2.1 Extração do suco

De maneira geral as maçãs devem ser despedaçadas de alguma maneira, o método mais utilizado é o esmagamento com moinhos martelo, desta forma o resultado é uma pasta feita de pedaços pequenos o suficiente para se obter um alto rendimento com tempo de prensagem reduzido. O monitoramento da granulometria do triturado é muito importante para evitar a produção de partículas muito grandes que criam resistência, impossibilitando ou reduzindo o rendimento da prensagem. A maceração, também possui como foco acelerar a extração de compostos fenólicos que se encontram na casca da maçã, nesta etapa pode ser introduzido alguma enzima comercial como pectinases e celulases para que a rigidez da parede celular seja reduzida, o que melhora o rendimento da extração de suco, chegando até marcas de 80~85% do peso da matéria-prima em estudos de bancada (HASHIZUME, 2001; NOGUEIRA et al, 2010; JACKSON, 2008; SAVI, 2014).

2.4.2.2 Sulfitagem

A sulfitagem é uma etapa opcional que consiste na implementação de anidrido sulfuroso (SO_2), também conhecido como gás sulfuroso, na bebida ou no mosto. O SO_2 se aplicado na dose certa possui propriedades de conservação e de redução de contaminantes na fermentação, tornando-se um produto de extrema importância no processamento da sidra brasileira (HASHIZUME, 2001; DIERINGS, 2008). O efeito do SO_2 é o mesmo em todos os métodos de aplicação, sendo esse líquido, gasoso, pelos sais de bissulfito de potássio (KHSO_3) ou metabissulfito de potássio ($\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$) (NOGUEIRA et al., 2010; SAVI, 2014).

2.4.2.3 Inoculação

Muitas das sidras tradicionais costumam ser produzidas a partir do método da fermentação natural, a qual ocorre devido às leveduras selvagens encontradas na casca da fruta que são introduzidas no suco durante as etapas de moagem e prensagem (MORRISSEY et al., 2004). Outra opção também muito empregada é a adição de linhagens selecionadas da levedura *Saccharomyces cerevisiae*, estas são responsáveis por realizar uma fermentação mais completa evitando sabores indesejados na bebida, a inoculação da levedura garante a padronização da fermentação e do produto final (Cousinet al., 2017; LORENZINI et al., 2019).

A utilização das leveduras secas se deve principalmente pela simplicidade e facilidade, a qual ocorre por não necessitar de período de regeneração e propagação de células, sendo necessário somente reativá-las pelo período de 15 a 20 minutos em água ou mosto a temperatura de 38 a 40 °C. As linhagens são melhoradas buscando características que favoreçam a fermentação, tais como *start* rápido, resistência a compostos presentes no mosto, alta floculação, tolerância ao etanol e ao SO_2 , formação de álcoois superiores, células não mutagênicas, produção ou degradação de ácidos orgânicos, baixo índice de autólise e inibição de bactérias maloláticas (SAVI, 2014).

Em contra partida, estudos de Valleset al. (2008) mostram que o uso de linhagens de leveduras locais é uma estratégia a ser considerada para conservar o alta padrão da produção de bebidas fermentadas, uma vez que as leveduras locais

estarão melhor adaptadas as condições ambientais, tornando-se mais competitiva e mantendo propriedades sensoriais típicas de cada região (SAVI, 2014).

As leveduras (*Saccharomyces cerevisiae*) utilizadas na produção de bebidas são normalmente adicionadas no início do processo fermentativo e são conhecidas como leveduras iniciadoras (inoculadas), a utilização deste inóculo é de extrema importância para padronização de bebidas, uma vez que todas serão fermentadas pelas mesmas leveduras (HE et al., 2021; NOGUEIRA, 2003).

A utilização das leveduras conhecidas como *starters* possuem a vantagem de acelerar a etapa inicial do processo, evitando assim, contaminação por linhagens selvagens presentes nas frutas, além de uniformizar a fermentação e de padronizar o produto, mantendo os sabores desejados (SANNI, LÖNNER, 1993).

A levedura mais indicada para o processamento de sidra é a levedura de vinificação branca. Brunelli (2017) observou em estudos que esta levedura possui parâmetros mais bem aceitos na produção de sidra.

Existem estudos envolvendo as leveduras *S. cerevisiae* e *S. bevanus*, que buscam incorporar nas leveduras características que resultarão em melhores avaliações sensoriais, melhorando para isso o processo de fermentação e a bebida final (PANDO et al., 2017).

A fermentação alcoólica é um processo de obtenção de energia realizado principalmente pelas leveduras, este processo consiste na quebra de um açúcar em dois ácidos orgânicos (ácido pirúvico), liberando com isso 2 ATP e 2 NADH₂, para posterior transformação do ácido pirúvico em etanol. Apesar de existirem outros caminhos fermentativos, a *Saccharomyces cerevisiae* tende a priorizar o processo acima (JACKSON, 2008). Entretanto, a fermentação não pode ser totalmente reduzida as reações ditas acima, existem diversas outras reações que produzem outras substâncias além do etanol que podem ter um efeito positivo ou negativo para o produto, dentre essas existem o ácido acético, ésteres, ácido succínico e gás carbônico (MORENO-ARRIBAS, POLO, 2009; SAVI, 2014).

Depois do começo do processo fermentativo, é importante o controle de temperatura, o qual permite uma fermentação mais lenta o que resulta em um alto rendimento de álcool, minimizando assim os subprodutos indesejados e tendo uma fermentação mais completa (HASHIZUME, 2001; NOGUEIRA et al., 2010).

A falta de controle de uma fermentação pode ocasionar em uma sidra de baixa qualidade, onde o aroma de fermentado pode interferir ou até cobrir o aroma

frutado da bebida, o qual é considerado como um medidor de qualidade. O aroma de fermento pode diminuir durante o processo de maturação, mas se este for muito forte, permanecerá no produto final (NOGUEIRA et al., 2010;SAVI, 2014).

A fermentação da sidra é constituída de duas etapas principais, a fase oxidativa, também conhecida como fase de respiração, etapa na qual a levedura apresenta uma alta taxa multiplicação de células, seguido pela segunda fase fermentativa, onde as leveduras fermentarão o mosto. A maturação ou segunda fermentação ocorre durante o período de 30 dias em baixas temperaturas, visando o arredondamento da bebida (NOGUEIRA, 2016).

A sidra maturada poderá ser adoçada, carbonatada e filtrada. Para obter sua estabilidade microbiológica, a sidra pode passar pelo processo de pasteurizada ou receber conservantes como o anidrido sulfuroso, o metabissulfito de sódio ou de potássio. A sidra é acondicionada em garrafas de vidro, em diversos formatos e capacidade (NOGUEIRA, 2016).

2.4.2.4 Estabilização pelo frio

O tratamento à base de frio (refrigeração) ocorre quando há a redução da temperatura do freezer para valores menores que 0 °C, esta mudança de temperatura acelera a sedimentação da levedura. Esta sedimentação pode ser nomeada também de estabilização tartárica, uma vez que auxilia na precipitação de cristais de sais tartárico de potássio e de cálcio, aumentando a limpidez da bebida. A refrigeração é responsável por transformações físicas de insolubilidade. Qualquer existência residual de cristais no produto pode afetar a qualidade do mesmo, dando a impressão na garrafa de que a sidra está alterada (PEYNAUD, 1982; CLARKE, BAKKER, 2004; SAVI, 2014).

2.4.2.5 Carbonatação

A carbonatação, que pode ser conhecida como método tradicional, é um processo de refermentação natural de uma sidra base, na qual é adicionado açúcares fermentescíveis. Conhecida como características de grande importância desta bebida, a “perlage”, processo no qual ocorrem borbulhas durante a liberação de CO₂ dissolvido. Este processo utilizado no Brasil para produção de vinhos

espumantes, também é utilizado em Astúrias na produção de sidra. A segunda fermentação da sidra base necessita de uma implementação de cultura de levedura, sacarose e bentonita (agente clarificante), este “mix” pode ser chamado de licor de “tirage”, sendo essa realizada com cuidado pois influenciará a segunda fermentação e com isso a bebida final (VALLES et al., 2008). Para a adição de açúcar é necessário realizar cálculos de quantidades que possibilitem a formação inicial de 5 a 6 atm., fazendo assim o produto final apresentar um mínimo de 4 atm. de pressão. (RIZZON et al., 2000; TORRESI et al., 2011).

Após a adição do “mix”, as garrafas são vedadas com tampas do modelo corona, semelhantes às usadas em garrafa de cerveja, com um anexo nomeado de “bidule”, e armazenadas entre 12 a 14 °C por um período de três meses (RIZZON et al., 2005; TORRESI et al., 2011). Um atributo interessante da carbonatação é que esta evita o crescimento microbiano, aumentando assim o tempo de prateleira dos produtos (PARK et al., 2020).

2.4.3 LEGISLAÇÃO

Segundo Brasil (2009), modificado pela instrução normativa de março de 2020 (Brasil, 2020), a legislação da sidra está descrita no Art. 47, a qual informa que a “sidra é a bebida com graduação alcoólica de quatro a oito por cento em volume, a vinte graus Celsius, obtida pela fermentação alcoólica do mosto de maçã fresca, sã e madura, do suco concentrado de maçã ou ambos, com ou sem a adição de água.”

“§ 1º A Sidra poderá ser gaseificada, sendo proibida a denominação sidra-champanha, espumante ou expressão semelhante.”

“§ 2º A Sidra poderá ser desalcoolizada por meio de processo tecnológico adequado e, neste caso, deverá ser denominada de Sidra sem álcool, desde que o teor alcoólico seja menor ou igual à meio por cento em volume.”

“§ 3º A Sidra pode ser adicionada de açúcares, somente para adoçamento, e de outros aditivos.”

2.5 Bagaço de maçã

A produção mundial de maçã alcançou a marca de 87 milhões de toneladas em 2019, um aumento considerável desde 2015 quando foi produzido 70 milhões de

toneladas (YATES et al., 2017; FAO, 2021). Considerando o processamento de 23,5 milhões de toneladas de maçã (GULLÓN et al., 2007; OREOPOULOU, RUSS, 2007; SHALINI, GUPTA, 2010; PARK et al., 2020; HE et al., 2021), será gerado também de 4,7 a 5,8 milhões de toneladas de bagaço de maçã (ZLATANOVIĆ et al., 2019).

O bagaço de maçã é rico em carboidratos e outros nutrientes vitais, tendo alto teor de umidade (70-75%, bagaço), carga orgânica biodegradável, alta demanda de oxidação biológica (BOD) e valores de demanda de oxidação química (COD), sendo assim, altamente suscetíveis a ataques microbianos e, portanto, é necessário o tratamento deste subproduto antes do descarte (DHILLON et al., 2013).

Pesquisas realizadas nos últimos 20 anos revelaram que diversos subprodutos alimentares podem ser reaproveitados como fonte de compostos bioativos potencialmente valiosos, como fibras, antioxidantes e vitaminas, com crescente interesse científico graças aos seus efeitos benéficos na saúde humana. Um dos principais subprodutos de interesse são os derivados de frutas e vegetais frescos, os quais são ricos em antioxidantes, como ácido ascórbico, tocoferóis, carotenoides e polifenóis (FERRENTINO et al., 2018).

Uma característica interessante do bagaço de maçã é que os compostos fenólicos estão localizados principalmente nas cascas, sendo assim o bagaço de maçã retém a maior parte desses compostos de interesse (BARREIRA et al., 2019), devido à capacidade antioxidante do bagaço de maçã estar diretamente relacionado a sua composição fenólica (GARCÍA et al., 2009).

Atualmente a maior parte do bagaço é utilizada diretamente como adubo, queimado ou compostado, sendo todas essas soluções que contribuem para produção de gases que geram a poluição ambiental. Uma pequena parte deste bagaço é utilizado para produção de alimento animal, fertilizantes ou como fonte de suplementos de pectina, fibra, polifenóis, proteínas, biopolímeros, pigmentantes e outros compostos (ZLATANOVIĆ et al., 2019).

A segurança e o tempo de prateleira das comidas são as características mais importantes para quem compra e vende esses produtos. O método de secagem a temperatura de 45 a 50°C é um método de preservação natural que é empregado em diversos alimentos, este processo pode ser usado para preservar a qualidade de produtos derivados de maçã, e até mesmo do bagaço de maçã, possibilitando esse ser utilizado como ingredientes para cozinha (LARRAURI, 1999).

O bagaço de maçã seco e triturado (farinha de maçã) pode ser utilizado em padarias para confecção de pães e bolos, substituindo parte da farinha de trigo por farinha de bagaço de maçã (MASOODI, 2002; SUDHA et al., 2007; RUPASINGHE et al., 2008). Zlatanović(2019) Analisou alimentos fortificados com a farinha de maçã e obteve que o produto final além de apresentar o aroma característico da fruta, também possuía uma alta concentração de polifenóis. A maior característica dos polifenóis é sua ação antioxidante, que pode reduzir o risco de doenças crônicas (LEE, SMITH, 2000).

A Tabela 5 mostra a composição centesimal do bagaço de maçã orgânica da cultivar Eva. Pode-se perceber que os carboidratos são a maior parte da composição da matéria seca com 58,9%, enquanto a quantidade de fibras chega a 32,1%, a quantidade de proteínas chega a 2,7% e gordura representa somente 0,6% (GIBBERT et al., 2019).

Tabela 5 - Composição centesimal de bagaço de maçã da cultivar Eva

Parâmetros analisados	Resultados em g.100g ⁻¹
Umidade	86,7 ± 0,436
Cinzas	0,21 ± 0,010
Proteínas	0,36 ± 0,010
Lipídeos	0,084 ± 0,003
Carboidratos	7,84 ± 0,026
Fibras	4,27 ± 0,025

Fonte:(GIBBERT et al., 2019)

As maçãs quando sujeitas a extração de suco e desidratação do bagaço, se tornam um alimento de baixo valor energético e rico em fibras alimentares (PROTZEK et al., 1998). A fabricação de farinhas a partir do bagaço induz uma maior conservação e concentração dos nutrientes, mantendo os altos teores de fibras da fruta. Existem estudos de processos para produção de alimentos que possuem farinha de bagaço de maçã em suas receitas com o objetivo de criar alimentos ricos em fibras alimentares (CHEN et al., 1988; WANG, THOMAS, 1989; RENARD, TRIBAULT, 1991; CARSON et al., 1994; PROTZEK et al., 1998). Alguns estudos como os de Curti (2003) apontam que os fenóis presentes na farinha de

maçã da cultivar gala reduzem doenças como a dislipidemia em ratos (FONTES et al., 2015).

Desde o ano de 2008 a fibra de maçã foi incluída na lista de alimentos aprovados dentro da categoria “alimentos com alegações de propriedade funcional ou de saúde”, esta fibra pode ser administrada na forma de tabletes, comprimidos ou até mesmo capsulas (SCHEEREN, 2012). A fibra pode auxiliar na prevenção e no tratamento de doenças como a obesidade, arteriosclerose, doenças cardiovasculares, diabetes e câncer. O consumo de fibra alimentar diminui os níveis de insulina no sangue e traz benefícios para o trato gastrointestinal (ITO et al., 2017, ALONGI et al. 2019, BOUAYED et al., 2011).

Dentre as fibras do bagaço maçã encontramos principalmente a pectina, um tipo de fibra solúvel (NEVES, 2005). A pectina possui a propriedade de formar soluções viscosas que regulam a absorção de nutrientes como a glicose, promovendo assim um melhor equilíbrio gastrointestinal (NOGUEIRA, 2003).

A pectina também é considerada uma das melhores fibras solúveis que podem ser encontradas em alimentos para o controle de doenças como colesterol alto. Estudos mostram que se ingerirmos duas maçãs por dia é possível reduzir o colesterol do sangue em até 10%. Outra característica interessante da pectina é que esta facilita a eliminação de alguns metais nocivos à saúde como mercúrio e chumbo, além de conseguir reduzir a velocidade que absorvemos açúcar, diminuindo as dificuldades das pessoas com a enfermidade da diabetes, devido à baixa velocidade de absorção, a administração de insulina se torna menos necessária (SCHEEREN, 2012).

Em estudo Santos et al. (2017) testou a adição da farinha de maçã em yogurt e obteve o resultado que o *Lactobacillus acidophilus* apresentou uma maior tolerância a passagem no trato gástrico, chegando com maior viabilidade no trato intestinal onde pode atuar, devido a isso a farinha de maçã pode ser considerada como um prébiotico natural.

3.MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Planejamento experimental

O ensaio para a produção de sidra não carbonatada e carbonatada foi realizado a partir de três cultivares de maçã (Fuji, Gala e Eva) com cinco diferentes concentrações de açúcar (0,0; 2,5; 5,0; 7,5; 10,0% m/m) (Tabela 6). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 30 tratamentos e três repetições, totalizando 90 unidades experimentais.

Tabela 6 - Delineamento experimental para a produção de sidra não carbonatada e carbonatada, em diferentes concentrações de açúcar a partir das cultivares de maçã Fuji, Gala e Eva

Tratamento	Carbonatação	Açúcar(%m/m)
1		0
2		2,5
3	Não carbonatada	5,0
4		7,5
5		10
6		0
7		2,5
8	Carbonatada	5,0
9		7,5
10		10

3.2 Cultivares de maçã

As sidras foram produzidas a partir de 540kg de maçãs divididas de forma igualitária entre as cultivares Fuji, Gala e Eva. As maçãs Fuji e Gala foram adquiridas no entreposto da Companhia Estadual de Abastecimento S.A. (CEASA)

localizada na cidade de Bauru (SP). As maçãs Eva foram obtidas de produtores locais da cidade de Botucatu (SP).

As maçãs foram acondicionadas pelo período máximo de duas semanas a 5°C em câmara fria localizada no Departamento de Produção Vegetal / Horticultura da Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA), Campus de Botucatu (SP) da Universidade Estadual Paulista (UNESP).

3.3 Processamento das maçãs

Para obtenção da sidra, foram desenvolvidas etapas de lavagem das maçãs, “*toalete*”, moagem, prensagem, armazenamento do suco, inoculação, fermentação, trasfega e engarrafamento (Figura 2).

Figura 2 - A imagem mostra etapas para produção da sidra, sendo elas: 1) Lavagem das maçãs. 2) “*Toalete*” das maçãs. 3) Preparo das maçãs para moagem. 4) Passagem pelo moinho martelo. 5) Pasta de maçã após moagem. 6) Prensagem da pasta de maçã para obtenção do suco. 7) Fermentação do suco de maçã. 8) Trásfega da sidra após a fermentação. 9) Engarrafamento da sidra após maturação



3.3.1 Higienização, seleção, desintegração e prensagem da maçã

Os frutos das três cultivares de maçã foram higienizados com água corrente proveniente da rede pública de abastecimento, em seguida passaram pela “*toalete*”, processo em que as maçãs foram cortadas ao meio para serem avaliadas quanto sua integridade, retirando todas as partes comprometidas com podridão ou presença de fungos.

Após a seleção os frutos passaram pelo processo de desintegração em um moinho de martelo da marca MECAMAU – modelo M037. A massa desintegrada foi colocada em bolsas de tecido *voil* e com o auxílio de uma prensa hidráulica (Marca AGM), foi comprimida usando o modo automático de prensagem do equipamento, não foi utilizada enzimas para auxiliar na extração nesta etapa. O suco integral foi coletado, acondicionado em galões de cinco litros e armazenados em *freezer* horizontal na temperatura de 0°C até o momento do preparo do mosto.

3.3.2 Produção de farinha de maçã

Os bagaços de maçãs oriundos dos diferentes tratamentos da produção das sidras foram acondicionados separadamente em bandejas perfuradas de aço inoxidável e mantidos em estufa com circulação forçada de ar (TECNAL, modelo TE-394/2), na temperatura de 45-50°C por 48 horas, sendo realizados revolvimentos duas vezes ao dia. O bagaço desidratado foi triturado com o auxílio de um moinho de facas (Marconi – modelo Ma 680) para a obtenção das farinhas de maçã.

3.3.3 Preparo do mosto, fermentação e maturação

Para a obtenção do mosto, o suco integral de maçã foi padronizado para a concentração de sólidos solúveis de 12 °Brix por meio da adição de água filtrada em carvão ativado. A massa de água necessária foi calculada com o auxílio das Equações 1 e 2.

$$^{\circ}\text{Brix}_{\text{Suco}} * M_{\text{Suco}} + ^{\circ}\text{Brix}_{\text{Água}} * M_{\text{Água}} = ^{\circ}\text{Brix}_{\text{Mosto}} * M_{\text{Mosto}} \quad (1)$$

$$M_{\text{Suco}} + M_{\text{Água}} = M_{\text{Mosto}} \quad (2)$$

Os símbolos das Equações 1 e 2 significam: $^{\circ}\text{Brix}_{\text{Suco}}$ = teor de sólidos solúveis do suco integral; M_{Suco} = massa do suco integral; $^{\circ}\text{Brix}_{\text{Água}}$ = teor de sólidos solúveis da água (0 $^{\circ}\text{Brix}$); $M_{\text{Água}}$ = massa da água; $^{\circ}\text{Brix}_{\text{Mosto}}$ = teor de sólidos solúveis do mosto (12 $^{\circ}\text{Brix}$); M_{Mosto} = massa do mosto.

O mosto padronizado foi acondicionado em fermentadores da marca Nalgon, em formato de barril, munidos com torneira e com capacidade de 30 e 15 litros.

Os mostos foram inoculados com 1g L^{-1} de levedura de vinificação branca (Maurivin), e armazenados em *freezer* horizontal da marca Electrolux, provido de regulador de temperatura, a 14 $^{\circ}\text{C}$. A fermentação foi acompanhada realizando medições diárias em refratômetro de bancada (REICHERT, modelo r²i300), após três medidas com valores idênticos a fermentação foi considerada como encerrada. Neste momento foi realizado a etapa de descuba com o auxílio de bomba peristáltica (Cole Pomer, Masterflex L/S). A temperatura do freezer foi reduzida para 5 $^{\circ}\text{C}$, com o intuito de realizar a maturação durante o período de 1 mês. Após a maturação foi realizada uma trasfega para remoção dos sedimentos que ocorreram durante a maturação.

3.3.4 Envase, adoçamento e carbonatação

As sidras foram envasadas em garrafas de vidro âmbar de 600 ml. Cada garrafa recebeu quantidades de açúcar cristal (marca Santa Isabel) proporcionais às descritas na (Tabela 6).

As garrafas destinadas aos tratamentos da sidra não carbonatada foram fechadas com tampas metálicas tipo “*pryoff*” usando para isso um arrolhador manual. Em seguida foram armazenadas em *freezer* horizontal a -2°C até o momento das análises.

As garrafas destinadas aos tratamentos correspondentes à sidra carbonatada, além da adição de açúcar descrito na Tabela 6, também receberam açúcar na proporção de 8 gramas de açúcar para cada quilograma de sidra. Esse açúcar visou a carbonatação natural da bebida, processo denominado de *priming*.

As garrafas foram fechadas com tampas metálicas conforme descrito anteriormente, e acondicionadas em *freezer* horizontal na temperatura de 14 $^{\circ}\text{C}$. O

processo foi acompanhado com garrafas guias providas de manômetros. Quando estas chegaram à pressão de 12 PSI a temperatura do *freezer* foi reduzida para -2 °C e mantidas nessa temperatura até o momento das análises.

3.4 Caracterização físico-química dos sucos, sidras e farinha de maçã

Os sucos foram analisados físico-quimicamente para os seguintes parâmetros: sólidos solúveis, pH, acidez, segundo Brasil (2005), além de turbidez e cor (EBC, 2005). As análises foram realizadas como descritas a seguir:

As sidras foram analisadas físico-quimicamente para os seguintes parâmetros: teor alcoólico, acidez total, volátil e fixa, pH, estrato seco, açúcares redutores, açúcares não redutores segundo Brasil (2005), além de turbidez e cor (EBC, 2005). As análises foram realizadas como descritas a seguir:

As análises foram realizadas no Laboratório de Análises do Centro de Raízes e Amidos Tropicais da Unesp, Campus de Botucatu – CERAT. As farinhas foram caracterizadas em relação à composição centesimal, sendo todas as análises realizadas em triplicata, para posterior análise estatística.

3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados das análises físico-químicas foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5 % de probabilidade. As comparações estatísticas nesses resultados foram feitas entre as cultivares de maçã Fuji vs. Gala vs. Eva e também entre os tratamentos 1 vs. 2 vs. 3 vs. 4 vs. 5 (sidra não carbonatada) e 6 vs. 7 vs. 8 vs. 9 vs. 10 (sidra carbonatada) para uma mesma cultivar de maçã (VIEIRA, 2006).

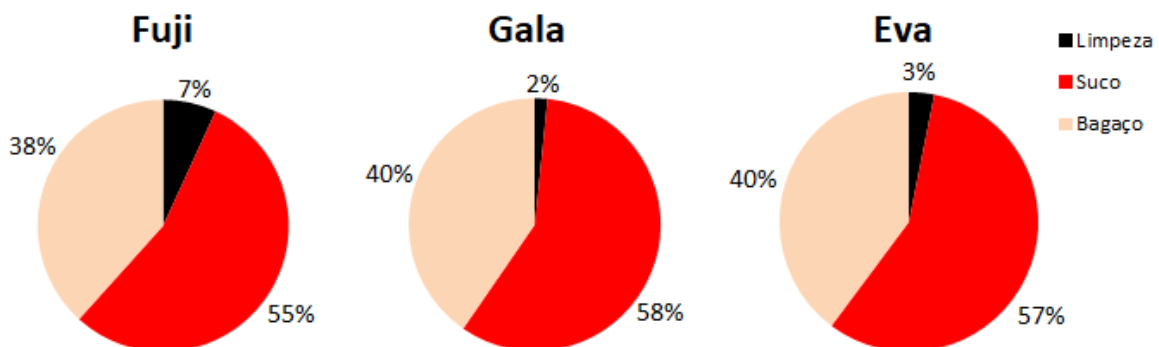
Todos os testes estatísticos foram realizados com auxílio do software SISVAR (FERREIRA, 2019).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Balanço de massa dos processos de extração dos sucos de maçã

As maçãs da cultivar Eva foram adquiridas diretamente com o produtor, portanto as perdas com limpeza foram baixas, uma vez que o tempo de armazenamento foi reduzido. As maçãs da cultivar Gala também apresentaram perdas com limpeza reduzidas, sendo estas provavelmente recém-chegadas ao Ceasa-Bauru. Entretanto as maçãs da cultivar Fuji tiveram as maiores perdas com limpeza, possivelmente essas maçãs eram mais velhas estando muitas vezes com seu interior comprometido, resultando em descarte de grande parte das maçãs (Figura 3). O estudo de Weber et al. (2013) analisou diferença entre armazenamento com controle de temperatura e com a presença de atmosfera controlada em relação a viabilidade das frutas, em ambos os casos foi notado que parte das frutas armazenadas vieram a apodrecer, indicando assim que o armazenamento da fruta e a posterior exposição a temperatura ambiente tem influencia no apodrecimento.

Figura 3 - Valores obtidos do processamento de maçã, evidenciando as perdas com limpeza, a quantidade de suco e de bagaço



As porções das maçãs processadas que se tornaram suco e bagaço após o descarte são respectivamente: 58,9% e 41,1% para a maçã Eva, 58,9% e 41,1% para a maçã Fuji e 59% e 41% para a maçã Gala. Os resultados mostram que a extração para todos as cultivares teve a mesma eficácia, com variação máxima de 0,1%.

Lazzarotto (2016) indica a possibilidade de extração de 80% do peso das maçãs em suco, no entanto o bagaço de maçã obtido neste projeto ainda possuía 78,2% de umidade, indicando que a extração poderia ser mais efetiva. Utilizando enzimas possivelmente a extração chegasse a 80%, seria retirada 51,4% do peso

obtido do bagaço em suco, resultando em um bagaço mais seco e uma maior extração de suco.

4.2 Caracterização físico-química dos sucos

Os sucos se demonstraram diferentes entre si em todos os parâmetros analisados, indicando que a maçã utilizada para cada caso possui características singulares entre si (Tabela 7). A concentração de sólidos solúveis variou de 13,5 °Brix a 16,1 °Brix, sendo esta uma variação de mais de 19% indicando que neste caso a maçã fuji possui maior concentração de açúcares.

Os sucos obtiveram valores distintos para pH e acidez, sendo a maçã Eva a que possui menor pH e maior acidez, indicando que esta possui características interessantes para produção de sidras.

Tabela 7 - Avaliação do Brix, pH, acidez total e turbidez nos sucos de maçã Eva, Fuji e Gala. Em todas as tabelas use a média e o desvio padrão

Cultivar	Sólidos solúveis (Brix)	pH	Acidez(mEqL ⁻¹) ₁	Turbidez(NTU)
Eva	14,7 b	4,02 a	61,3 c	159,0 c
Fuji	16,1 c	4,78 c	21,0 a	116,0 b
Gala	13,5 a	4,18 b	33,0 b	106,3 a

Teste de Tukey ($\alpha=5\%$).

Rizzon (2005) analisou suco de maçãs Gala e Fuji obtendo valores de 12,4 e 14° Brix respectivamente. Esses valores são inferiores aos encontrados neste trabalho, entretanto a proporção de açúcares manteve a Fuji como a mais adocicada. Ainda nesse estudo foram encontrados pH de 3,67 e 3,74 para Gala e Fuji, quanto a acidez das maçãs Gala e Fuji foram de 49,4mEqL⁻¹ e 44mEqL⁻¹, sendo esses valores superiores aos encontrados. Os valores divergem dos encontrados neste estudo, porém a maçã Gala se manteve mais acida e menos doce que a Fuji, indicando assim que as maçãs estavam somente em um grau de maturação diferente.

LAURET (2017) analisou em seu estudo o suco da maçã do cultivar Eva, encontrando Brix de 13,2, pH de 4,3 e turbidez de 52 NTU. Estes valores divergem

dos encontrados no presente estudo, o suco de maçã Eva se mostrou com maior concentração de sólidos solúveis e menor pH e turbidez.

4.3 Acompanhamento da fermentação dos sucos de maçã

Os resultados obtidos na análise dos sólidos solúveis em refratômetro de bancada durante o processo de fermentação evidenciou interferência das cultivares para o tempo de redução/estabilização. Na fermentação do suco da maçã 'Gala' a estabilização medição ocorreu aos 13 dias de fermentação, quando se atingiu a leitura de 4,3. Este mesmo valor foi atingido na fermentação do suco de maçã 'Fuji', com 15 dias. A fermentação do suco de maçã Eva foi mais lenta, sendo atingida a estabilização em 4,5 após 22 dias de fermentação.

Estudos indicam que a presença de ácidos pode retardar o processo fermentativo, uma vez que esses reduzem a taxa de crescimento da levedura. Devido a menor quantidade de levedura no mosto, o fermentação como um todo se torna mais lenta (CHIDI, BAUER, ROSSOUW, 2018). Este estudo e os valores de acidez encontrados na Tabela 7 suportam o maior tempo de fermentação do mosto de maçã EVA.

4.4 Caracterização físico-química das sidras

Os tratamentos com maiores quantidades de açúcar de adoçamento se tornaram os tratamentos com menor teor alcoólico, isso pode ocorrer devido à diluição do mosto, uma vez que o tratamento com maior adição de açúcar demandou um acréscimo de 10% (v/v), o qual acarretaria em uma diluição de 9,09%, explicando a menor concentração alcoólica (Tabela 8). Os valores encontrados se adequam aos limites especificados por Brasil (2009).

Tabela 8 - Avaliação do teor alcoólico e turbidez nas sidras não carbonatadas (1, 2, 3, 4, 5) e carbonatadas (6, 7, 8, 9, 10) produzidas a partir de maçãs cv. Eva, Fuji e Gala

	Açúcar (% m/m)	Teor Alcoólico (% v/v)		
		Eva	Fuji	Gala
Não carbonatada	0,0	6,23 BCa	6,52 Eb	6,51 Bb
	2,5	6,26 Ca	6,44 Da	6,51 Ba
	5,0	6,32 Ca	6,30 Ca	6,24 Aa
	7,5	6,03 ABa	6,18 Bb	6,08 Aa
	10,0	6,02 Aa	6,09 Aa	6,06 Aa
Carbonatada	0,0	6,61 Bb	6,55 Bb	6,22 Ba
	2,5	6,96 CDc	6,54 Bb	6,20 Ba
	5,0	7,06 Dc	6,49 Bb	6,19 Ba
	7,5	6,83 Cc	6,40 Ab	6,17 Ba
	10,0	6,21 Ab	6,34 Ac	6,03 Aa
Turbidez (NTU)				
Não carbonatada		Eva	Fuji	Gala
	0,0	5,32 Aa	46,90 Ab	56,90 Ac
	2,5	8,68 ABa	56,87 Bb	66,07 Bb
	5,0	14,73 Ca	70,97 Cb	65,67 Bb
	7,5	12,4 BCa	66,23 Cb	66,87 Bb
10,0	15,80 Ca	85,80 Dc	68,70 Bb	
Carbonatada	0,0	18,4 Aa	32,93 Ab	62,13 Ac
	2,5	26,97 Aa	34,37 Ab	56,73 Ac
	5,0	27,97 Aa	41,27 Ba	87,00 Bb
	7,5	13,17 Aa	45,6 Cb	129,00 Cc
	10,0	18,00 Aa	40,87 Cb	76,4 Bc

Letras minúsculas na horizontal: comparações estatísticas entre as cultivares Eva vs. Fuji vs Gala.
 Letras maiúsculas na vertical: comparações estatísticas entre os tratamentos 1 vs.2 vs. 3 vs. 4 vs. 5 (sidra não carbonatada) e 6 vs. 7 vs. 8 vs. 9 vs.10 (sidra carbonatada). Teste de Tukey ($\alpha=5\%$).

A turbidez é um parâmetro que se torna extremamente importante para a aparência final da bebida, uma vez que quanto mais translúcida a sidra, melhor aceita esta será. Tendo a importância da turbidez em vista, podemos notar que os tratamentos com a cultivar Eva obtiveram resultados significativamente menores que as demais cultivares, evidenciando uma sidra mais clarificada quando comparada as demais cultivares (Tabela 8).

Estudos comprovam que o baixo pH e a alta acidez entre outras características auxiliam na menor turbidez da bebida, estes parâmetros também podem ser correlacionados com a clarificação dos mostos (MORENO, PEINADO, 2012).

A diferença de acidez total das cultivares, sendo a cultivar Eva sempre separado dos demais com o dobro de acidez. As cultivares Gala e Fuji se mostraram estatisticamente equivalentes (Tabela 9). Os valores encontrados se adequam aos limites especificados por Brasil (2009), exceto o parâmetro acidez total que para a variedade Gala e Fuji foram inferiores ao limite estipulado.

Tabela 9 - Avaliação do pH e acidez total nas sidras não carbonatadas (1, 2, 3, 4, 5) e carbonatadas (6, 7, 8, 9, 10) produzidas a partir de maçãs cv. Eva, Fuji e Gala

	Açúcar (% m/m)	pH		
		Eva	Fuji	Gala
Não carbonatada	0,0	3,60Aa	3,75 Ab	3,73 Ab
	2,5	3,66 Ba	3,82 ABb	3,78 ABb
	5,0	3,66 Ba	3,84 Bc	3,77 Ab
	7,5	3,65 Aba	3,89 Bc	3,82 BCb
	10,0	3,66 Ba	3,82 ABb	3,85 Cb
Carbonatada	0,0	3,38 Aa	3,62 Ab	3,83 Bc
	2,5	3,52 Ba	3,67 ABb	3,71 Ab
	5,0	3,61 Ba	3,76 Bb	3,67 Aab
	7,5	3,57 Ba	3,74 Bb	3,66 Aab
	10,0	3,50 Ba	3,75 Bb	3,68 Ab
Acidez Total(mEqL⁻¹)				
		Eva	Fuji	Gala
Não carbonatada	0,0	72,67 Ac	31,00Aa	36,67 ABb
	2,5	71,33 Ab	31,33 Aa	37,33 ABa
	5,0	74,00Ac	31,00Aa	38,67 Bb
	7,5	70,00Ac	29,33 Aa	37,00ABb
	10,0	68,67 Ac	29,33 Aa	35,33 Ab
Carbonatada	0,0	86,67 Ac	37,67 ABb	29,33 Aa
	2,5	83,67 Ab	40,33 Ba	41,00Ba
	5,0	80,67 Ac	39,00ABa	42,67 Bb
	7,5	81,00Ab	38,00ABa	42,67 Ba
	10,0	80,33 Ac	36,67 Aa	45,00Bb

Letras minúsculas na horizontal: comparações estatísticas entre as cultivares Eva vs. Fuji vs Gala. Letras maiúsculas na vertical: comparações estatísticas entre os tratamentos 1 vs.2 vs. 3 vs. 4 vs. 5 (sidra não carbonatada) e 6 vs. 7 vs. 8 vs. 9 vs.10 (sidra carbonatada). Teste de Tukey ($\alpha=5\%$).

Savi (2014) caracterizou sidra produzida a partir de maçãs Fuji e Gala, com mosto inicial de respectivamente 14° e 12° Brix, encontrando acidez total média de 43,52mEqL⁻¹ para Fuji e 44,12mEqL⁻¹ para Gala, resultados que se aproximam dos

encontrados nesse estudo. Também foi estudado maçãs das cultivares Joaquina, Sansa, Imperatriz, Daiane, Fred Hough e Condessa, e os resultados de acidez total de todos as cultivares analisados ficaram entre 30 e 45 mEqL⁻¹, evidenciando alta taxa de acidez total encontrada nas sidras produzidas a partir de maçãs Eva (Tabela 9).

Savi (2014) relatou valores de pH abaixo dos obtidos por este estudo, sendo encontrado valores de 3,45 para cultivar Fuji e 3,31 para cultivar Gala, havendo diferença estatística significativa entre os tratamentos. A média dos valores encontrados neste trabalho foi de 3,77 para a Fuji e 3,75 para a Gala, a cultivar com menor pH do estudo foi a Eva com pH médio de 3,58, ainda esse sendo superior aos encontrados no estudo citado (Tabela 9).

A Tabela10 segue os padrões de acidez mostrados na Tabela 9, no parâmetro acidez volátil a cultivar Eva se destaca, entretanto os tratamentos com a cultivar Fuji e carbonatado (Fuji 6-10) apresentaram uma grande acidez volátil, resultado esperado devido à baixa acidez fixa da cultivar. Todos valores encontrados se adequam aos limites especificados por Brasil (2009).

Tabela 10 - Avaliação do pH e acidez total nas sidras não carbonatadas (1, 2, 3, 4, 5) e carbonatadas (6, 7, 8, 9, 10) produzidas a partir de maçãs cv. Eva, Fuji e Gala

	Açúcar (% m/m)	Acidez Fixa (mEqL ⁻¹)		
		Eva	Fuji	Gala
Não carbonatada	0,0	57,67 Ac	25,67 Aa	33,33 ABb
	2,5	56,33 Ac	25,33 Aa	34,00Bb
	5,0	58,67 Ac	25,67 Aa	34,67 Bb
	7,5	56,33 Ac	25,00Aa	33,33 ABb
	10,0	57,67 Ac	25,67 Aa	31,00Ab
Carbonatada	0,0	64,33 Ab	23,00BCa	23,00Aa
	2,5	64,00Ac	20,67 ABa	33,67 Bb
	5,0	63,67 Ac	18,00Aa	34,33 Bb
	7,5	63,33 Ac	24,00Ca	34,33 Bb
	10,0	65,00Ac	25,00Ca	38,33 Cb
Acidez Volátil (mEqL ⁻¹)				
		Eva	Fuji	Gala
Não carbonatada	0,0	15,00Ab	5,33 Aa	3,33 Aa
	2,5	15,00Ab	6,00 Aa	3,33 Aa
	5,0	15,33 Ac	5,33 Ab	4,00 Aa
	7,5	13,67 Ab	4,33 Aa	3,67 Aa
	10,0	1,00Ab	3,67 Aa	4,33 Aa
Carbonatada	0,0	22,33 Bc	14,67 Ab	6,33 Aa
	2,5	19,67 ABb	19,67 Bb	7,33 Aa
	5,0	17,00ABb	21,00Bc	8,33 Aa
	7,5	17,67 ABb	14,00Ab	8,33 Aa
	10,0	15,33 Ac	11,67 Ab	6,67 Aa

Letras minúsculas na horizontal: comparações estatísticas entre as cultivares Eva vs. Fuji vs Gala. Letras maiúsculas na vertical: comparações estatísticas entre os tratamentos 1 vs.2 vs. 3 vs. 4 vs. 5 (sidra não carbonatada) e 6 vs. 7 vs. 8 vs. 9 vs.10 (sidra carbonatada). Teste de Tukey ($\alpha=5\%$).

Brunelli (2017) analisou três sidras produzidas a partir de maçãs da cultivar Eva com 13° Brix e obteve para sidra seca (açúcar menor que 20g L⁻¹) acidez total de 78,25mEqL⁻¹, teor alcoólico de 6,67% (v/v), pH 3,66 e turbidez de 8,09 NTU. Para

a sidra doce (açúcar igual 50g L^{-1}) esses valores alteraram para $96,88\text{ mEqL}^{-1}$ de acidez total, Teor alcoólico de $6,72\text{ (v/v)}$, pH de $3,63$ e turbidez de $8,67\text{ NTU}$. Para a sidra doce (açúcar igual 100g L^{-1}) os valores são $92,25\text{ mEqL}^{-1}$ de acidez total, $6,64\text{ (v/v)}$ de teor alcoólico, pH de $6,64$ e turbidez de $7,84\text{ NTU}$. Os valores suportam os dados encontrados no estudo, a única grande diferença se encontra na acidez total, onde a autora encontrou uma acidez ainda maior a deste estudo.

As proporções de açúcares redutores e açúcares redutores totais se mostraram perfeitamente diferentes em cada tratamento como esperado, entre os cultivares houve diferenças sendo a variedade EVA a maçã que comumente possui menor concentração de açúcares nos tratamentos não carbonatados. Para os tratamentos carbonatados essa diferença na maioria dos casos igualada.

Tabela 11 - Avaliação do açúcar e açúcar redutor nas sidras não carbonatadas (1, 2, 3, 4, 5) e carbonatadas (6, 7, 8, 9, 10) produzidas a partir de maçãs cv. Eva, Fuji e Gala

	Açúcar (% m/m)	Açúcar Redutor (g L ⁻¹)		
		Eva	Fuji	Gala
Não carbonatada	0,0	1,11 Aa	4,69 Ab	5,33 Ac
	2,5	8,02 Ba	12,07 Bb	12,18 Bb
	5,0	16,59 Ca	21,46 Cb	20,63 Cb
	7,5	25,76 Da	29,34 Db	29,23 Db
	10,0	80,76 Eb	77,50 Eb	71,49 Ea
Carbonatada	0,0	1,33 Ac	1,16 Ab	1,10 Aa
	2,5	10,35 Ba	10,50 Ba	10,67 Ba
	5,0	18,27 Ca	19,35 Ca	18,65 Ca
	7,5	28,44 Db	28,45 Db	26,18 Da
	10,0	74,35 Ea	72,76 Ea	68,51 Ea
Açúcar Redutor Total (g L⁻¹)				
		Eva	Fuji	Gala
Não carbonatada	0,0	1,20 Aa	6,37 Ab	7,48 Ac
	2,5	20,63 Ba	30,46 Bb	31,78 Bb
	5,0	38,35 Ca	51,30 Cb	47,44 Cb
	7,5	65,58 Da	76,96 Db	73,72 Dab
	10,0	95,60 Ea	94,78 Ea	100,70 Ea
Carbonatada	0,0	2,26 Aa	0,98 Aa	1,38 Aa
	2,5	28,22 Ba	27,27 Ba	25,16 Ba
	5,0	46,19 Ca	46,12 Ca	47,45 Ca
	7,5	70,47 Da	62,32 Da	65,79 Da
	10,0	90,34 Ea	86,85 Ea	86,29 Ea

Letras minúsculas na horizontal: comparações estatísticas entre as cultivares Eva vs. Fuji vs Gala.
 Letras maiúsculas na vertical: comparações estatísticas entre os tratamentos 1 vs.2 vs. 3 vs. 4 vs. 5 (sidra não carbonatada) e 6 vs. 7 vs. 8 vs. 9 vs.10 (sidra carbonatada). Teste de Tukey ($\alpha=5\%$).

SAVI (2014) em seus estudos encontrou valores de 6,52 e 6,66 g L⁻¹ para açúcares redutores totais em sidras não adocicadas produzidas a partir de maçã gala. Este valor se aproxima ao encontrado no mesmo tratamento gala 0% de açúcar que foi de 5,33 g L⁻¹.

LORENZINI (2019) analisou sidras produzidas a partir de 6 leveduras e encontrou valores de açúcar redutor entre 0,5 e 19 g L⁻¹ para sidras sem adoçamento e não carbonatada. Este valor também suporta os encontrados neste trabalho que obtiveram o range ente 1,1 e 7,48 g L⁻¹.

QIN (2018) analisou 14 sidras comerciais adquiridas da Dinamarca, da Suécia e do Reino Unido e encontrou valores entre 8,87 a 75,44 g L⁻¹ para açúcares totais. Esta variação é menor que a obtida neste trabalho, entretanto, os valores são próximos suportando a viabilidade de produção e comercialização de todos os tratamentos produzidos neste trabalho que variaram entre 1,1 e 100,7 g L⁻¹.

4.5 Caracterização das farinhas de maçãs

Tabela 12 - Caracterização química das cultivares de maçã Eva, Gala e Fuji

Composição*	Eva	Fuji	Gala
Açúcar total	53,71 a	50,32 a	54,42 a
Açúcar Redutor	36,95 a	37,44 a	37,97 a
Fibras	20,54 a	24,78 b	29,29 c
Umidade	10,81 b	9,68 a	9,79 a
Proteínas	2,14 a	2,78 b	2,17 a
Cinzas	1,71 a	1,75 a	1,70 a
Gordura	1,09 a	1,15 a	0,99 a

*valores expressos em g/100g, **valor obtido por calculo de diferença.

Há diferenças entre a composição dos bagaços de maçã, dentre elas as principais são as diferenças entre carboidratos (amido + açúcar total) e fibras, sendo estes inversamente proporcionais. A maçã Eva apresenta a maior taxa de carboidratos e a menor taxa de fibras, enquanto a maçã Gala apresenta a maior taxa de fibras e a menor taxa de carboidratos (Tabela 12).

Outra diferença a ser observada é a umidade presente entre as farinhas, sendo a farinha da cultivar Eva diferente das demais, retendo maior concentração de

umidade (Tabela 12). Isto pode ser explicado pela maior concentração de açúcares, os quais dificultam a retirada de água. O estudo de Mothibe et al. (2011) apresenta dados que as frutas com alto teor de açúcar quando secas e expostas a altas temperaturas tendem a caramelizar, esta caramelização torna a trituração mais trabalhosa, uma vez que o açúcar caramelizado tende a reter água em sua composição, fazendo com que a água não seja perdido na etapa de secagem.

Parâmetros importantes como proteínas, cinzas e gordura se mostraram estatisticamente iguais em todos os tratamentos, indicando que mesmo com concentrações de fibras diferentes, a composição das maçãs ainda é muito próxima (Tabela 11).

Gibbert (2019) analisou o bagaço de maçã Eva, mostrando a composição de: 1,41% de cinzas, 2,41% de proteínas, 0,56% de lipídeos, 52,58% de carboidratos e 28,63% de fibras. Sendo os valores de carboidratos, cinzas e gordura um pouco abaixo dos encontrados nesse estudo, enquanto os valores de fibras e proteínas demonstram valores superiores.

Zlatanović (2019) analisou as cultivares Idared, Jonagold, Golden Delicious, Granny Smith e Red Delicious, encontrando valores de carboidratos entre 50 e 58%, de fibras entre 35 e 45%. Isso demonstra que as maçãs possuem certa padronização na composição centesimal, havendo pouca alteração.

O'Shea (2015) encontrou em seus estudos taxas de 30,15% de fibras, valor que se aproxima dos resultados encontrados na maçã da cultivares Gala.

Os valores encontrados para açúcar total, redutor e não redutor, quando transformados em base seca não demonstram diferenças estatísticas. O'Shea (2015) encontrou em seus estudos taxas de 54,2% de açúcar total, suportando assim os resultados mostrados na Tabela 11.

5 CONCLUSÃO

Pode-se concluir que a maçã da cultivar Eva é uma grande candidata para produção de sidras de alta qualidade, uma vez que esta possui um teor de ácidos elevados e um baixo valor de Turbidez, se tornando uma bebida límpida e de sabor único.

Conclui-se que os bagaços de maçã Eva, Fuji e Gala são excelentes para produção de farinhas, criando um produto com alto teor de açúcares e fibras que pode ser denominado de farinha funcional, prebiótico e edulcorante.

A metodologia de produção de sidra descrita neste trabalho pode ser facilmente aplicada por pequenos produtores de maçã, aproveitando as frutas que não estão nos padrões de comercialização agregando valor a essa matéria prima.

REFERÊNCIAS

- AGAPOMI: **Associação gaúcha dos produtores de maçã**. Available from: URL: <<http://www.agapomi.com.br/dadosestatisticos.php>> 2013.
- AGRIANUAL: **Anuário da Agricultura Brasileira**. (17th ed.), Informa Economics, 2012
- AGRIANUAL: **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, p. 480, 2013.
- ALBERTI, A.; MACHADO DOS SANTOS, T. P.; FERREIRA ZIELINSKI, A. A.; ELEUTÉRIO DOS SANTOS, C. M.; BRAGA, C. M.; DEMIATE, I. M.; NOGUEIRA, A. Impact on chemical profile in apple juice and cider made from unripe, ripe and senescent dessert varieties. **LWT - Food Science and Technology**, v. 65, p. 436–443, 2016.
- ALMEIDA, G. L., MOREIRA, M.C.N.D.; CIABATI, L.M.O.; NACHTIGALL, A.M.; VILAS BOAS, B.M. Composição centesimal e valor calórico de geleias de maçã com pétalas de rosa. **Jornada científica tecnológica do IFSULDEMINAS**, 9 ed. 2017.
- ALONGI, M.; MELCHIOR, S.; ANESE, M. Reducing the glycemic index of short dough biscuits by using apple pomace as a functional ingredient. **LWT – Food Science and Technology**, v. 100, n. October 2018, p. 300–305, 2019.
- ALVARENGA L.R., FORTES J.M., **Cultivares de fruteiras de clima temperado**. EPAMIG. p.03-11, Belo Horizonte-MG, (Informe Agropecuário, 11), 1985.
- ALVES, N.; ABDESSELAM, S. LE MARCHÉ DU CIDRE. **Nutrition Science des Aliments**, Université de Lille Sciences et Technologies, 38p. 2018.
- ANTÓN-DÍAZ, M.J.; BELÉN SUÁREZ VALLES, B.; MANGAS-ALONSO, J.J.; FERNÁNDEZ-GARCÍA, O.; PICINELLI-LOBO, A. Impact of different techniques involving contact with lees on the volatile composition of cider. **Food Chemistry**, V. 190, p. 1116-1122, jan. 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE MAÇÃ. **Dados estatísticos sobre a cultura da macieira**. Disponível em:<<http://www.abpm.org.br>>. Acesso em: 25 de agosto de 2018
- Association of Official Agricultural Chemists(AOAC) **International (2006)-Volume I and II**, 18th Edition,(Rev. 1).
- 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.

- BARREIRA, J. C. M.; ARRAIBI, A. A.; FERREIRA, I. C. F. R. Bioactive and functional compounds in apple pomace from juice and cider manufacturing: Potential use in dermal formulations. **Trends in Food Science and Technology**, v. 90, n. December 2018, p. 76–87, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.05.014>>
- BONDONNO, N. P., BONDONNO, C. P., BLEKKENHORST, L. C., CONSIDINE, M. J., MAGHZAL, G., STOCKER, R., ... CROFT, K. D. Flavonoid-rich apple improves endothelial function in individuals at risk for cardiovascular disease: A randomized controlled clinical trial. **Molecular Nutrition & Food Research**, 62(3), 1700674, 2018.
- BORTOLINI, D. G.; BENVENUTTI, L.; DEMIATE, I. M.; NOGUEIRA, A.; ALBERTI, A.; ZIELINSKI, A. A. F. A new approach to the use of apple pomace in cider making for the recovery of phenolic compounds. **LWT - Food Science and Technology**, v. 126, n. October 2019, p. 109316, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109316>>
- BOTH, V.; BRACKMANN, A.; THEWES, F. R.; FERREIRA, D. D. F.; WAGNER, R. Effect of storage under extremely low oxygen on the volatile composition of “Royal Gala” apples. **Food Chemistry**, v. 156, p. 50–57, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.01.094>>
- BOUAYED, J.; HOFFMANN, L.; BOHN, T. Total phenolics, flavonoids, anthocyanins and antioxidant activity following simulated gastro-intestinal digestion and dialysis of apple varieties: Bioaccessibility and potential uptake. **Food Chemistry**, v. 128, n. 1, p. 14–21, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.02.052>>
- BRAGA, C. M., FERREIRA ZIELINSKI, A. A., da SILVA, K. M., Fernandes de Souza, F. K., MOURA PIETROWSKI, G.d. A., COUTO, M. Classification of juices and fermented beverages made from unripe, ripe and senescent apples based on the aromatic profile using chemometrics. **Food Chemistry**, 141, 967–974, 2013.
- BROWN, S. (2012). Apple. In M. L. BADENES, & D. H. BYRNE (Eds.), **Fruit breeding. Handbook of plant breeding** New York: Springer, P. 329-367, 2012
- BRASIL. Portaria nº746, de 24 de outubro de 1974. Norma de identidade e qualidade da sidra. **Diário Oficial** da União [República Federativa do Brasil], Seção 1, p.16-35, Brasília, 1974.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Métodos Físico - Químicos para Análise de Alimentos**. 4ª ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2005. 1018 p
- BRASIL. Constituição de 2020. Decreto nº 6.871, de 4 de junho de 2009.

Regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. **Diário Oficial** da União. Brasília, DF. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-no-16-de-19-de-marco-de-2020-249311176>>. Acesso em: 10 de maio de 2021.

BRASIL. Constituição de 2009. Decreto nº 6.871, de 4 de junho de 2009. Modificada pela Instrução normativa nº16 de 19 de março de 2020. Regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. **Diário Oficial** da União. Brasília, DF. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/2009/decreto-6871-4-junho-2009-588673-norma-pe.html>>. Acesso em: 10 de maio de 2018.

BEHRENS, J. Análise sensorial de bebidas. In: VENTURINI FILHO, W. G. (Coord.). **Indústria de Bebidas: Inovação, Gestão e Produção**. São Paulo: Edgard Blucher, 2011. cap. 9, p. 183-213.

BRUNELLI, L. T. Cider production from apple of variety eva and four strains of alcoholic yeasts, **Revista Energia na Agricultura**. v. 32, p. 401–407, 2017.

CANOSSA, A. T.; SOUZA, D. S. De; WÜRZ, D. A.; RUFATO, L.; KRETZSCHMAR, A. A. A Sidra No Mundo: Revisão E Perspectivas Futuras. **Revista da 15ª Jornada de Pós-Graduação e Pesquisa - Congrega**, v. 15, p. 683–693, 2018.

CARSON, K. J.; COLLINS, J. L.; PENFIELD, M. P. Unrefined, dried apple pomace as a potential food ingredient. **Journal Food Science**, v. 59, n. 6, p.1213-1215, 1994.

CHIDI, B.S.; BAUER, F.F.; ROSSOUW, D. Organic Acid Metabolism and the Impact of Fermentation Practices on Wine Acidity: A Review. South Africa. **Journal of Oenology and Viticulture**. Stellenbosch, v. 39, n. 2, p. 1-15, 2018.

CICERO, A. F. G., FOGACCI, F., & COLLETTI, A. Food and plant bioactives for reducing cardio metabolic disease risk: An evidence based approach. **Food & Function**, v. 8(6), p. 2076–2088, 2017

CHEN, H.;RUBENTHALER, G.L.; Leung, H.K.; Baranowsky, J.D.Chemical, physical and baking properties of apple fiber compared with wheat and oat bran. **Cereal chemistry**, v. 65, n. 3, p. 244-247, 1988.

CLARKE, R.J.; BAKKER, J. **Wine Flavour Chemistry**. Ed. Blackwell Publishing Ltd, 339p, 2004.

CORY, H., PASSARELLI, S., SZETO, J., TAMEZ, M., & MATTEI, J. The role of polyphenols in human health and food systems: A mini-review. **Frontiers in**

Nutrition , V. 5, p. 87, 2018.

COSTA, C., TSATSAKIS, A., MAMOULAKIS, C., TEODORO, M., BRIGUGLIO, G., CARUSO, E., FENGA, C. Current evidence on the effect of dietary polyphenols intake on chronic diseases. **Food and Chemical Toxicology**, V. 110, 286–299 2017

COUSIN, F. J., Le GUELLEC, R., SCHLUSSELHUBER, M., DALMASSO, M., LAPLACE, J. M., & CRETENET, M. Microorganisms in fermented apple beverages: Current knowledge and future directions. **Microorganisms**, 39, 1–22, 2017.

CURTI, F. **Efeito da maçã Gala (Malus domestica Bork) na lipidemia de ratos hipercolesterolêmicos**. São Paulo, Dissertação de Mestrado – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo. 90p, 2003.

DHILLON, G. S.; KAUR, S.; BRAR, S. K. Perspective of apple processing wastes as low-cost substrates for bioproduction of high value products: A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 27, p. 789–805, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2013.06.046>>

DIERINGS, L. R. **Abordagem microbiológica da fermentação oxidativa, alcoólica e malolática no processo da sidra**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa - PR, 2008.

DIXON, J., & HEWETT, E. W. Factors affecting apple aroma/flavour volatile concentration: A review. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, 28, 155–173, 2000.

EBC - EUROPEAN BREWERY CONVENTION. **Analytica – EBC**. 5. ed. Zurique: Brauerei – und Getränke – Rundschau, 2005.

EMPRESA CATARINENSE DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, **Manual da cultura da macieira**, Florianópolis SC. P. 59-90, 1986

ELSS, S., PRESTON, C., APPEL, M., HECKEL, F., & SCHREIER, P. Influence of technological processing on apple aroma analysed by high resolution gas chromatography-mass spectrometry and on-line gas chromatography-combustion/pyrolysis-isotope ratio mass spectrometry. **Food Chemistry**, 98, 269–276, 2006.

FANTE C. A. **Caracterização, qualidade e conservação pós-colheita de maçã 'Eva' (Malus sp.)**, Tese de doutorado, Lavras MG, 2011.

FAOSTAT. **Food agriculture organization of the United Nations**. Statistical database. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/291/default>>

FERREIRA, D.F. SISVAR: a computer analysis system to fixed effects split plot

- type designs. **Revista brasileira de biometria**. v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.
- FERRENTINO, G.; MOROZOVA, K.; MOSIBO, O. K.; RAMEZANI, M.; SCAMPICCHIO, M. Biorecovery of antioxidants from apple pomace by supercritical fluid extraction. **Journal of Cleaner Production**, v. 186, p. 253–261, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.165>>
- FONTES, V. S.; MOREIRA, R. V.; CAMPOS, P. de P.; FIALHO, C. G. de O. Desenvolvimento De Biscoitos Enriquecidos Com Farinha De Maçã E Aveia. **HU Revista**, v. 40, n. 3e 4, p. 231–238, 2015.
- GARCÍA, Y.G.; VALLES, B. S.; LOBO, A.P. Phenolic and antioxidant composition of by-products from the cider industry: Apple pomace. **Food Chemistry**, v. 117, n. 4, p. 731–738, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.04.049>>
- GIBBERT, L.; MERINO, F. J. Z.; BAMPI, M.; SERENO, A. B.; BERTIN, R. L.; KRUGER, C. C. H. Caracterização físico-química do jambo-vermelho (*Syzygium malaccense* (L) Merr. & L.M. Perry) e ensaio preliminar frente à toxicidade, **Ciência e Tecnologia de alimentos**, v2. p. 148, 2019.
- GIGLIO, R. V., PATTI, A. M., CICERO, A. F. G., LIPPI, G., RIZZO, M., TOTH, P. P., & BANACH, M. Polyphenols: Potential use in the prevention and treatment of cardiovascular diseases. **Current Pharmaceutical Design**, V.24(2), P.239–258, 2018.
- GIRSCHIK, L.; JONES, J. E.; KERSLAKE, F. L.; ROBERTSON, M.; DAMBERGS, R. G.; SWARTS, N. D. Apple variety and maturity profiling of base ciders using UV spectroscopy. **Food Chemistry**, v. 228, p. 323–329, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.02.012>>
- GULLÓN B., FALQUÉ E., ALONSO J.L., PARAJÓ J., Evaluation of apple pomace as a raw material for alternative applications in food industries, **Food Technology and Biotechnology** V. 45 p. 426–433, 2007. Disponível em: <<https://doi.org/10.1021/jf070442v>>
- GUO, J.; YUE, T.; YUAN, Y.; SUN, N.; LIU, P. Characterization of volatile and sensory profiles of apple juices to trace fruit origins and investigation of the relationship between the aroma properties and volatile constituents. **LWT - Food Science and Technology**, v. 124, n. September 2019, p. 109203, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109203>>
- HASHIZUME, T. Sidra. Em Aquarone, E; Borzani, W.; Schmidel, W.; Lima, U. de A. (Coord.) **Biociencia Industrial**. V. 4. Biociencia na Produção de alimentos. 1ª

ed. Ed. Edgard Blucher. 544p, 2001.

HE, W.; LIU, S.; HEPONIEMI, P.; HEINONEN, M.; MARSOL-VALL, A.; MA, X.; YANG, B.; LAAKSONEN, O. Effect of *Saccharomyces cerevisiae* and *Schizo saccharomyces pombe* strains on chemical composition and sensory quality of ciders made from Finnish apple cultivars. **Food Chemistry**, v. 345, n. December 2020, p. 128833, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128833>>

ITO, V. C.; FERREIRA ZIELINSKI, A. A.; AVILA, S.; SPOTO, M.; NOGUEIRA, A.; SCHNITZLER, E.; LACERDA, L. G. Effects of gamma radiation on physicochemical, thermogravimetric, microstructural and microbiological properties during storage of apple pomace flour. **LWT - Food Science and Technology**, v. 78, p. 105–113, 2017.

JACKSON, R. S. **Wine Science – Principles and applications** – Third edition. Elsevier, 2008.

JAMIR, S. M. R.; STELICK, A.; DANDO, R. Cross-cultural examination of a product of differing familiarity (Hard Cider) by American and Chinese panelists using rapid profiling techniques. **Food Quality and Preference**, v. 79, n. August 2019, p. 103783, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2019.103783>>

JANZANTTI, N.S.; FRANCO, M.R.B.; WOSIACKI, G. Efeito do processamento na composição de voláteis de suco clarificado de maçã Fuji. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n. 3, p. 523-528, 2003.

LAAKSONEN, O., KULDJARV, R., PAALME, T., VIRKKI, M., & YANG, B. Impact of apple cultivar, ripening stage, fermentation type and yeast strain on phenolic composition of apple ciders. **Food Chemistry**, 233, 29–37, 2017

LARRAURI J.A. ,New approaches in the preparation of high dietary fibre powders from fruit by-products, **Trends in Food Science and Technology**. V.10 P.3–8, 1999. Disponível em: <[doi.org/10.1016/s0924-2244\(99\)00016-3](https://doi.org/10.1016/s0924-2244(99)00016-3)>

LAURET R.; SARTORI M.M.P.; IMAIZUMI, V.M.; BRUNELLI, L.T.; VENTURINI FILHO, W.G. Organic apple juice clarification: physicochemical and sensory evaluation. **Boletim Ceppa**, Curitiba, v.35, n.2, 2017.

LAZZAROTTO, J.; GIRARDI, C.; ZANDONÁ, G. Parâmetros para investimentos na produção de suco integral de maçã com alto padrão tecnológico. **Embrapa: Circular Técnico**, dezembro, 2016.

LEA, A., & DRILLEAU, J.-F. . Cider-making. In A. LEA, & J. R. PIGGOT (Eds.), **Fermented beverage production** (pp. 59e87). London: Blackie Academic and professional, 2003

- LEE, C. Y.; SMITH, N. L. Apples: an important source of antioxidants in the american diet. **New York Fruit Quarterly**. v. 8, n. 2, p. 15-17, 2000.
- LORENZINI, M.; SIMONATO, B.; SLAGHENAUFI, D.; UGLIANO, M.; ZAPPAROLI, G. Assessment of yeasts for apple juice fermentation and production of cider volatile compounds. **LWT - Food Science and Technology**. v. 99, n. September 2018, p. 224–230, 2019.
- MANGAS, J. J.; RODRIGUEZ, R.; SUAREZ, B.; PICINELLI, A. Study of the phenolic profile of cider apple cultivar at maturity by multivariate techniques. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 47, n. 10, p. 4046-4052, 1999.
- MASOODI F.A., CHAUMAN G.S., Use of apple pomace as a source of dietary fibre in cakes, **Plant Foods Human Nutrition**. v.57, p.121–128, 2002.
- MATTARUGO N.M.S. **Caracterização de maçã fugi fatiada tratada com ácido ascórbico e liofilizada**. Trabalho de conclusão de curso, Medianeira PR, 2016.
- MORENO, J.; PEINADO, R., **Enological Chemistry**, Edição 1, San Diego – USA, Elsevier Inc., 2012.
- MORENO-ARRIBAS, M. V.; POLO, M. C. **Wine Chemistry and Biochemistry**. Springer Science e Business Media, LLC.735p. 2009.
- MORRISSEY, W. F., DAVENPORT, B., QUEROL, A., & DOBSON, A. D. W. The role of indigenous yeasts in traditional Irish cider fermentations. **Journal of Applied Microbiology**, 97, 647–655, 2004
- MOTHIBE, K.J; Zhang, M.; Nsor-Atindana, J.; Wang, Y. Use of Ultrasound Pretreatment in Drying of Fruits: Drying Rates, Quality Attributes, and Shelf Life Extension. **Journal Taylor & Francis**, v.29, p.1611-1621, 2011
- NATERA, R., CASTRO, R., DE VALME GARCÍA-MORENO, M., HERNANDEZ, M. J., & GARCÍA- BARROSO, C. Chemometric studies of vinegars from different raw materials and processes of production. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, p. 3345-3351, 2003.
- NATIONAL ASSOCIATION OF CIDERS MAKERS, **Market Data**, 2018.Disponível em: <https://cideruk.com/uk-cider-market/>. Acessado em 8 de agosto de 2018.
- NEVES, L.S. **Fermentado probiótico de suco de maçã**. 106f. Tese (Doutorado em Processos Biotecnológicos Agroindustriais). Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2005.
- NICOLAS, J. J.; RICHARD-FORGET, F. C.; GOUPY, P. M.; AMIOT, M. J., Enzymatic browning reactions in apple and apple products. **Critical Reviews in Food Science**

and Nutrition. v. 34, n. 2, p. 109-157, 1994.

NIKFARDJAM, M. P., & MAIER, D. Development of a headspace trap HRGC/MS method for the assessment of the relevance of certain aroma compounds on the sensorial characteristics of commercial apple juice. **Food Chemistry**, 126, 1926–1933, 2011.

NOGUEIRA, A. **Tecnologia de processamento sidrícola. Efeitos do oxigênio e do nitrogênio na fermentação lenta da sidra**. Doutorado em Processos Biotecnológicos Agroindustriais. Setor de Engenharia Química. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, p. 210, 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**. Mestrado em Engenharia química, UEPG Ponta Grossa, PR. v. 11, n. 3, p. 7-12, 2005.

NOGUEIRA, A.; CARVALHO, J. R. F. de; SILVA, K. M. da; SIMÕES, D. R. S.; WOSIACKI, G. Elaboração de fermentado frisante de maçã com características semelhantes à sidra francesa. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v. 28, n. 1, p. 97-114, 2010.

NOGUEIRA, A. Sidra. In: VENTURINI FILHO, W. G. **Bebidas Alcoólicas: ciência e tecnologia**. São Paulo: Blucher, 2016.

OREOPOULOU V., RUSS W., **Utilization of By-products and Treatment of Waste in the Food Industry**, Springer US, <https://doi.org/10.1007/978-0-387-35766-9>, 2007.

O'SHEA, N.; Ktenioudaki, A.; Smyth, T. P.; McLoughlin, P.; Doran, L.; Auty, M. A. E.; Arendt, E.; Gallagher, E. Physicochemical assessment of two fruit by-products as functional ingredients: Apple and orange pomace. **Journal of Food Engineering**, v. 153, p. 89–95, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2014.12.014>>

PAGANINI, C.; NOGUEIRA, A.; DENARDI, F.; WOSIACKI, G. Análise da aptidão industrial de seis cultivares de maçã, considerando suas avaliações físico-químicas (dados da safra 2001/2002). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 6, p. 1336-1343, 2004.

PANDO R.B., MANGAS A.J.J., VALLES B.S Evaluation of autochthonous *Saccharomyces bayanus* strains under stress conditions for making ice ciders, **LWT - Food Science and Technology V. 81, P. 217-225, 2017**.

PARK, S. J.; NURIKA, I.; SUHARTINI, S.; CHO, W. H.; MOON, K. D.; JUNG, Y. H. Carbonation of not from concentrate apple juice positively impacts shelf-life. **LWT -**

Food Science and Technology, v. 134, n. September, p. 110128, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110128>>

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

PICINELLI LOBO, A.; PANDO BEDRIÑANA, R.; RODRÍGUEZ MADRERA, R.; SUÁREZ VALLES, B. Aromatic, olfactometric and consumer description of sweet ciders obtained by cryo-extraction. **Food Chemistry**, v. 338, n. July 2020, p. 127829, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127829>>

PROTZEK, E.C.; FREITAS, R.J.S.; WASCZYNSKJ, N. Aproveitamento do bagaço de maçã na elaboração de biscoitos ricos em fibra alimentar. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v.16, n.2, p.263- 275, 1998.

PROTZEK, E.C.; FREITAS, R.J.S.; WASZCNSKYJ, N.; FONTOURA, P.S.G. Avaliação sensorial de suco de maçã produzido a partir de rejeitos de produção. **Boletim do CEPPA**, v. 17, n. 1, p. 59-70, 1999.

RENARD, C.M.G.C.; TRIBAULT, J. F. Composition and physico-chemical properties of apple fibres from fresh fruits and industrial products. **LWT - Food Science and Technology**, v. 24, n. 6, p. 523-27, 1991.

RIZZON, L. A.; ZANUZ, M. C.; ABARZUA, C. E. **Elaboração de vinho espumante na propriedade vitícola**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 34p, 2000.

RIZZON, L. A.; BERNARDI, J.; MIELE, A. Características analíticas dos sucos de maçã gala , golden delicious e fuji, **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos** 1. v. 25, n. 4, p. 750–756, 2005.

QIN, Z.; PETERSEN, M.A.; BREDIE, W.L.P. Flavor profiling of apple ciders from the UK and Scandinavian region. **Food Research International**, v.105, p713-723, 2018.

RUPASINGHE H.P.V., WANG L., HUBER G.M., PITTS N.L., Effect of baking on dietary fibre and phenolics of muffins incorporated with apple skin powder, **Food Chemistry**. 107 (2008) 1217–1224, <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.09.057>.

SAMPATH, C., RASHID, M. R., SANG, S., & AHMEDNA, M. Specific bioactive compounds in ginger and apple alleviate hyperglycemia in mice with high fat diet-induced obesity via Nrf2 mediated pathway. **Food Chemistry**, V.226, P.79–88, 2017.

SANNI A.I., LÖNNER C. Identification of yeasts isolated from Nigerian traditional alcoholic beverages, **Food Microbiology**, V.10, P.517-523, 1993.

SANTOS, R.; SILVA, M.V.F.; NASCIMENTO, K.; BATISTA, A.L.D.; MORAES, J.;

ANDRADE, M.M.; ANDRADE, L.G.Z.S.; KHOSRAVI-DARANI, K.; FREITAS, M.Q.; RAICES, R.S.L.; SILVA, M.C.; BARBOSA JUNIOR, J.L.; BARBOSA, M.I.M.J.; CRUZ, A.G. Prebiotic flours in dairy food processing: Technological and sensory implications, **International Journal of Dairy Technology**, v.70, p.1-10, 2017.

SAVI, C. C. **Elaboração de sidra pelo método champenoise utilizando leveduras livres e encapsuladas**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, p. 89, 2014.

SHALINI R., GUPTA D.K., **Utilization of pomace from apple processing industries: A review**, **Journal Food and Science Technology** V.47 P.365–371, <https://doi.org/10.1007/s13197-010-0061-x>, 2010

SCHEEREN, P. Lehn, D.N. Souza, C.F.V. Aproveitamento de maçãs não conformes à comercialização na elaboração de pães, **Destaques acadêmicos**, v. 4, p. 67-75 2012.

SHAO, X., TU, K., TU, S., SU, J., & ZHAO, Y. Effects of heat treatment on wound healing in Gala and red Fuji apple fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 58, 4303e4309, 2010.

SIMÕES, D. R. S. **Abordagem tecnológica e sensorial nos produtos de maçã: suco, fermentado e sidra**. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, 2008

SIMÕES, D. R. S.; WASZCZYNSKYJ, N.; WOSIACKI, G. Aromas em maçãs, suco e sidra: Revisão. **Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 27, n. 1, p. 153–172, 2009.

SUDHA M.L., BASKARAN V., LEELAVATHIK. Apple Pomace As a Source of Dietary Fiber and Polyphenols and Its Effect on the Rheological Characteristics and Cake Making, **Food Chemistry**, v. 104, p. 686–692, 2007. Disponível em: <doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.12.016>

SYMONEAUX, R.; LE QUÉRÉ, J. M.; BARON, A.; BAUDUIN, R.; CHOLLET, S. Impact of CO₂ and its interaction with the matrix components on sensory perception in model cider. **LWT - Food Science and Technology**, v. 63, n. 2, p. 886–891, 2015.

TORRESI, S.; FRANGIPANE, M. T.; ANELLI, G. Biotechnologies in sparkling wine production: interesting approaches for quality improvement. **Food Chemistry**, v. 129, n. 3, p. 1232-1241, 2011.

VALLES, B. S.; BEDRIÑANA, R. P.; QUEIPO, A. L.; ALONSO, J. J. M. Screening of

cider yeasts for sparkling cider production (Champenoise method). **Food Microbiology**, v. 25, p. 690-697, 2008.

VIEIRA, S. **Análise de Variância: (ANOVA)**. São Paulo: Atlas, 2006

WANG, H. J. THOMAS, R. L. Direct use of apple pomace in bakery products. **Journal Food Science**, v. 54, n. 3, p. 618-620, 1989.

WANG, X.; KRISTO, E.; LAPOINTE, G. The effect of apple pomace on the texture, rheology and microstructure of set type yogurt. **Food Hydrocolloids**, v. 91, n. January, p. 83–91, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.01.004>>

WU, C.; LI, T.; QI, J.; JIANG, T.; XU, H.; LEI, H. Effects of lactic acid fermentation-based biotransformation on phenolic profiles, antioxidant capacity and flavor volatiles of apple juice. **LWT - Food Science and Technology**, v. 122, n. p. 109064, January 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109064>>

YATES M., RAMOS M., MARTIN-LUENGO M.A., MARIA A., SERRANO M., ZURDO V., MultivalORIZATION of apple pomace towards materials and chemicals. Waste to wealth, **Journal Cleaner Production**. V.143 P.847–853, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.036>, 2017

YE, M., YUE, T., & YUAN, Y. Changes in the profile of volatile compounds and amino acids during cider fermentation using dessert variety of apples. **European Food Research and Technology**, 239, 67e77, 2014

ZHANG, S.; HU, C.; GUO, Y.; WANG, X.; MENG, Y. Polyphenols in fermented apple juice: Beneficial effects on human health. **Journal of Functional Foods**, v. 76, p. 104294, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.104294>>

ZIELINSKA, D., LAPARRA-LLOPIS, J. M., ZIELINSKI, H., SZAWARA-NOWAK, D., & GIMÉNEZ- BASTIDA, J. A. Role of apple phytochemicals, phloretin and phloridzin, in modulating processes related to intestinal inflammation. **Nutrients**, V.11(5), P.1173, 2019.

ZLATANOVIĆ, S.; OSTOJIĆ, S.; MICIĆ, D.; RANKOV, S.; DODEVSKA, M.; VUKOSAVLJEVIĆ, P.; GORJANOVIĆ, S. Thermal behaviour and degradation kinetics of apple pomace flours. **Thermochimica Acta**, v. 673, n. January, p. 17–25, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.tca.2019.01.009>>