INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ
IFCE *CAMPUS* ARACATI
LICENCIATURA EM QUÍMICA

SAMUEL DA SILVA RIBEIRO

OBTENÇÃO DE LICORES RICOS EM COMPOSTOS BIOATIVOS A PARTIR DO SUBPRODUTO DA ACEROLA (*Malpighia emargínata* D.C)

ARACATI
2024

SAMUEL DA SILVA RIBEIRO

OBTENÇÃO DE LICORES RICO EM COMPOSTOS BIOATIVOS A PARTIR DO SUBPRODUTO DA ACEROLA (*Malpighia emargina*ta D.C)

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) *Campus* Aracati, como requisito parcial para obtenção do Título de Licenciado em Química.

Orientadora: Profa. Dra. Otília Mônica Alves Borges.

Co-orientador: Prof. Me. Sérvio Quesado Júnior.

ARACATI

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Instituto Federal do Ceará - IFCE
Sistema de Bibliotecas - SIBI
Ficha catalográfica elaborada pelo SIBI/IFCE, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

R484 Ribeiro, Samuel.
/ Samuel Ribeiro. - 2024.
51 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Instituto Federal do Ceará, Licenciatura em Química, Campus Aracati, 2024.
Orientação: Profa. Dra. Otília Mônica Alves Borges..
Coorientação: Prof. Me. Sérvio Quesado Júnior..

1. Acerola. . 2. Subprodutos agroindustriais.. 3. Licor.. 4. Compostos bioativos..

CDD 540

SAMUEL DA SILVA RIBEIRO

OBTENÇÃO DE LICOR RICO EM COMPOSTOS BIOATIVOS A PARTIR DO SUBPRODUTO DA ACEROLA (*Malpighia emarginat*a DC)

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) Campus Aracati, como requisito parcial para obtenção do Título de Graduação em Licenciatura em Química.

Aprovado em: 19/09/2024.

BANCA EXAMINADORA

_____

Prof(a). Dr(a). Otilia Mônica Alves Borges (orientadora)

Instituto Federal do Ceará (IFCE)

_____

Prof. Me. Sérvio Quesado Júnior (Examinador)

Instituto Federal do Ceará (IFCE)

_____

Prof. Dr. Raimundo Rafael de Almeida (Examinador)

Instituto Federal do Ceará (IFCE)

À Deus.

A minha família.

Aos mestres.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de manifestar meu sincero agradecimento à Prof(a). Dr.ª Otilia Borges, minha orientadora, e ao Prof. Me. Sérvio Quesado, meu co-orientador, pela valiosa orientação, comprometimento e conhecimento compartilhado durante o desenvolvimento deste trabalho. Suas orientações foram essenciais para a realização desta pesquisa, e o suporte fornecido ao longo de todo o processo foi indispensável.

Agradeço igualmente aos meus amigos do curso de Licenciatura em Química do IFCE, por toda a motivação, apoio e parceria ao longo desta caminhada. Suas palavras e companheirismo foram essenciais para a realização deste trabalho.

Um agradecimento especial à minha companheira, Glória Maria, por seu apoio incondicional, palavras de encorajamento e pelo companheirismo ao longo de todo este trabalho. Sua ajuda e presença foram fundamentais em cada etapa dessa jornada.

Por último, minha profunda gratidão à minha família, pelo incentivo contínuo, pela paciência e pelo apoio inabalável ao longo desta caminhada acadêmica. Sem o carinho e suporte deles, este trabalho não teria sido possível.

“A tarefa é, não tanto para ver o que ninguém viu ainda, mas pensar o que ninguém ainda pensou, sobre o que todo mundo vê.”

(Erwin Schrodinger)

RESUMO

A acerola (Malpighia emarginata DC.), introduzida no Brasil em 1955, é rica em vitamina C e compostos fenólicos, sendo o Brasil líder mundial em sua produção. O processamento da fruta gera cerca de 40% de resíduos, como cascas e bagaço, que podem causar impactos ambientais. Este estudo propõe a produção de licor como solução sustentável, agregando valor aos subprodutos e diversificando o mercado de bebidas alcoólicas. Licores foram obtidos a partir da polpa e dos subprodutos de acerola madura e imatura, sendo caracterizados conforme a legislação. Compostos fenólicos totais, vitamina C, atividade antioxidante, pH e sólidos solúveis (°Brix) foram analisados utilizando métodos padronizados. Os licores atenderam aos requisitos legais, com teores alcoólicos de 18,75% a 37,5% e °Brix de 28,77 a 29,95, sendo classificados como doces. Os licores de acerola madura (AM) e seu subproduto (SAM) apresentaram maior concentração de compostos bioativos, refletindo o impacto da maturação. A atividade antioxidante seguiu o padrão AM > SAM > SAI > AI, destacando o potencial funcional dos produtos. Os subprodutos da acerola, com propriedades bioativas e conformidade legal, mostram-se promissores para licores sustentáveis e inovadores.

Palavras-chave: Acerola. Subprodutos agroindustriais. Licor. Compostos bioativos.

ABSTRACT

Acerola (Malpighia emarginata DC.), introduced to Brazil in 1955, is rich in vitamin C and phenolic compounds, with Brazil being the world's leading producer. The fruit processing generates approximately 40% waste, including peels and pulp residues, which can cause environmental impacts. This study proposes liquor production as a sustainable solution, adding value to byproducts and diversifying the alcoholic beverage market. Liquors were obtained from the pulp and byproducts of ripe and unripe acerola and were characterized according to legal standards. Total phenolic compounds, vitamin C, antioxidant activity, pH, and soluble solids (°Brix) were analyzed using standardized methods. The liquors met legal requirements, with alcohol content ranging from 18.75% to 37.5% and °Brix values from 28.77 to 29.95, being classified as sweet liquors. Liquors made from ripe acerola (AM) and its byproduct (SAM) exhibited higher concentrations of bioactive compounds, reflecting the impact of fruit ripeness. Antioxidant activity followed the pattern AM > SAM > SAI > AI, highlighting the functional potential of the products. Acerola byproducts, with bioactive properties and legal compliance, show promise for the production of sustainable and innovative liquors.

Keywords: Acerola. Agro-industrial by-products. Liquor. Bioactive compounds.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Reaproveitamento do subproduto da acerola do processo industrial na fabricação do licor. 23
Figura 2 - Composição química dos compostos fenólicos identificados na acerola. 26
Figura 3 - Transformação do ácido ascórbico em ácido desidroascórbico por oxidação. 27
Figura 4 - Fluxograma de elaboração de licor a partir da polpa e resíduo da acerola. 29
Figura 5 - Processamento (a) com acerola madura e (b) com a acerola imatura. 30
Figura 6 - Pesos (a) da polpa da acerola madura, (b) do resíduo da acerola madura, (c) da polpa da acerola imatura e (d) do resíduo da acerola imatura. 31
Figura 7 - Álcool acrescentado na (a) acerola madura e seu resíduo e (b) acerola imatura e seu resíduo. 32
Figura 8 - Teores médios de Compostos fenólicos totais nos diferentes tipos de licores. 37
Figura 9 - Teores médio de ácido ascórbico nos tipos de licores. 38
Figura 10 - Potencial antioxidante dos licores. 39
Figura 11 - Teores médios de sólidos solúveis totais (º Brix) nos diferentes tipos de licores. 40
Figura 12 - pH médio nos diferentes tipos de licores. 41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação dos licores segundo a quantidade de sacarose presente. 21
Tabela 2 - Proporções usadas na elaboração do licor. 32

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABTS:	3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico
AI:	Acerola Imatura
AM:	Acerola Madura
Brix:	Índice refratométrico determinante de açúcar
CFT:	Compostos Fenólicos Totais
DPPH:	2,2-difenil-1-picril-hidrazila
SAI:	Subproduto da Acerola Imatura
SAM:	Subproduto da Acerola Madura

SUMÁRIO

1	**INTRODUÇÃO**	**15**
2	**OBJETIVOS**	**17**
2.1	**Objetivo geral**	**17**
2.2	**Objetivos específicos**	**17**
3	**REFERENCIAL TEÓRICO**	**18**
3.1	**Cultura da acerola no Brasil**	**18**
3.2	**Processamento industrial da acerola e a gestão da geração do seu resíduo**	**19**
3.3	**Licores**	**21**
3.4	**Reaproveitamento do subproduto da acerola na fabricação do licor**	**22**
3.5	**Licor do resíduo da acerola: alternativa no combate aos radicais livres**	**24**
3.6	**Compostos bioativos da acerola e seu resíduo**	**25**
3.6.1	***Compostos fenólicos em frutos e resíduo da acerola***	***25***
3.6.2	***Ácido ascórbico na fruta e resíduo da acerola***	***27***
3.6.3	***Atividade antioxidante***	***28***
4	**MATERIAIS E MÉTODOS**	**29**
4.1	**Elaboração do licor da polpa e do subproduto da acerola imatura e madura**	**29**
4.1.1	***Higienização***	***30***
4.1.2	***Processo de esmagamento ou despolpamento***	***30***
4.1.3	***Processo de maceração alcoólica na polpa e no resíduo***	***30***
4.1.4	***Açucaramento***	***32***
4.2	**Caracterização química**	**33**
4.2.1	***Reagentes químicos***	***33***
4.2.2	***Compostos fenólicos totais (CFT)***	***33***
4.2.3	***Vitamina C (L-ascórbico)***	***34***
4.2.4	***Avaliação da atividade antioxidante pelo método DPPH***	***35***
4.2.5	***Medição do pH***	***35***
4.2.6	***Determinação da concentração de açúcar***	***35***
5	**RESULTADOS E DISCUSSÕES**	**37**
5.1	**Compostos fenólicos totais (CFT)**	**37**
5.2	**Ácido ascórbico**	**38**
5.3	**Avaliação da atividade antioxidante-DPPH**	**39**

5.4 Sólidos solúveis totais (ºBrix) 40
5.5 Potencial hidrogeniônico-pH 41
6 CONCLUSÃO 43
REFERÊNCIAS 44

1 INTRODUÇÃO

A acerola (*Malpighia emarginata DC.*), uma fruta nativa da região das Antilhas na América Central (SAQUETI *et al.*, 2021), foi introduzida no Brasil em 1955, inicialmente no estado de Pernambuco, pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFPE). Seu cultivo ganhou destaque devido a pesquisas anteriores que evidenciaram os elevados níveis de vitamina C e compostos fenólicos encontrados na fruta, cujos resultados foram publicados na década anterior à sua introdução no país (MENDES *et al.*, 2012).

O Brasil é líder mundial na produção da fruta, conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017). Em território brasileiro, essa cultura encontra condições climáticas ideais para o cultivo. Sua produção é comercializada, principalmente, em caráter primário para a indústria de processamento, visando à extração de ácido ascórbico destinado à indústria farmacêutica, e, em segundo plano, para a comercialização voltada ao consumo *in natura* (FERREIRA *et al.*, 2021). A *Malpighia emarginata* está sendo cada vez mais aproveitada para diversas finalidades, tanto no mercado nacional quanto no internacional (MISKINIS; DO NASCIMENTO; COLUSSI, 2023).

O processamento da acerola gera uma quantidade significativa de resíduos, estimada em torno de 40% do volume da fruta (SANTOS *et al.*, 2010). Esses resíduos, compostos principalmente por cascas, sementes e bagaço, representam cerca de 20% a 30% do peso da fruta fresca, enquanto o não bagaço, derivado da etapa de decantação, representa cerca de 10% (GONÇALVES *et al.*, 2021). A gestão inadequada desses subprodutos resulta em poluição ambiental e no desperdício de matéria-prima que poderia ser utilizada para a obtenção de energia ou outros produtos de maior valor agregado.

Estudos recentes revelam que os resíduos da acerola são ricos em fibras, compostos fenólicos, vitamina C e outros compostos bioativos, com grande potencial para serem utilizados como suplementos alimentares e produtos farmacêuticos (SANCHO *et al.*, 2015). A farinha obtida do bagaço, por exemplo, destaca-se pela alta concentração de fibras e compostos antioxidantes, podendo ser utilizada como ingrediente alimentar ou suplemento (MONTEIRO *et al.*, 2020).

Diversas atividades biológicas, como antioxidante, anti-hiperglicêmica, anticoagulante e antitumoral, já foram testadas com extratos de acerola, tanto da polpa quanto do resíduo, apresentando resultados promissores (HANAMURA *et al.*, 2006; MARQUES *et al.*, 2016, 2018; MOTOHASHI *et al.*, 2004).

A partir dessa perspectiva, a produção de licor a partir do resíduo da acerola surge como uma solução sustentável e inovadora para otimizar a utilização desses resíduos, aproveitando seus nutrientes e propriedades antioxidantes. A hipótese central é que a produção de licor não apenas proporcionará uma destinação sustentável para o resíduo da acerola, mas também abrirá novas possibilidades de mercado no setor de bebidas alcoólicas, contribuindo para a diversificação da oferta de produtos e atendendo à crescente demanda por soluções inovadoras e sustentáveis.

A presente pesquisa visa explorar a viabilidade e potencialidade da produção de licor a partir do resíduo da acerola, buscando não apenas a gestão sustentável desses subprodutos, mas também a oferta de uma alternativa atrativa ao mercado de bebidas alcoólicas.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Obter e analisar um licor a partir dos subprodutos da acerola imatura e madura considerando os compostos bioativos.

2.2 Objetivos específicos

- Produzir os licores a partir da polpa e do subproduto da acerola imatura e madura;
- Caracterizar os licores considerando a legislação brasileira;
- Investigar os compostos bioativos do licor obtido do resíduo da acerola madura e imatura em comparação ao licor obtido da polpa da acerola madura e imatura;
- Incentivar a gestão sustentável dos subprodutos da agroindústria da acerola.

1 REFERENCIAL TEÓRICO

2.3 Cultura da acerola no Brasil

A acerola (*Malpighia emarginata* DC), também conhecida como cereja-das-antilhas ou cereja-de-barbados, é uma planta da família Malpighiaceae, amplamente reconhecida por sua riqueza em vitamina C e seu elevado potencial econômico e científico. Originária da América Central, a acerola cresce principalmente em regiões que vão do sul do Texas ao norte da América do Sul, devido à sua boa adaptação ao clima tropical e subtropical (DELVA; SCHNEIDER, 2013; MALEGORI *et al.*, 2017). Sua difusão ocorreu antes do descobrimento das Américas, sendo espalhada pelos nativos das ilhas da América Central durante suas viagens (MEZADRI *et al.*, 2006). Esse fruto, do tipo drupa, possui formato arredondado, ovalado ou cônico, e pode apresentar tons de vermelho, roxo, amarelo e até mesmo branco quando maduro (MENDES *et al.*, 2012).

A acerola, introduzida no Brasil em 1955 pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) a partir de sementes de Porto Rico, se espalhou pelo Nordeste e outras regiões do país. O Censo Agro de 2017, conduzido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), revelou que o Brasil possui uma área de colheita de acerola de 5.753 hectares, distribuída entre 6.646 estabelecimentos, com uma produção total de 60.966 toneladas, consolidando o país como o principal produtor e exportador de acerola comercial (DE ANDRADE, 2023).

O interesse pela acerola e seu potencial econômico começou em 1946, quando os pesquisadores Asenjo e Gusman, em Porto Rico, revelaram a alta concentração de vitamina C no fruto (PRAKASH; BASKARAN, 2018). Desde então, o plantio comercial da acerola se expandiu, começando em Porto Rico e se estendendo para Cuba, Flórida e Havaí (MENDES *et al.*, 2012). Além do ácido ascórbico, a acerola contém outros compostos bioativos importantes, como compostos fenólicos e carotenoides, que conferem ao fruto uma alta atividade antioxidante (JAESCHKE; MARCZAK; MERCALI, 2016).

No Brasil e em outras partes do mundo, a acerola é normalmente processada em sucos, polpas, geleias e compotas (RAMADAN; DUARTE; BARROZO, 2019). Em países como Alemanha, Hungria e França, a fruta é consumida principalmente na forma de sucos, enquanto nos Estados Unidos é amplamente utilizada por indústrias farmacêuticas e de suplementos como fonte de vitamina C (DELVA; SCHNEIDER, 2013). A crescente demanda pela acerola no mercado interno e externo tem estimulado novos plantios e contribuído para o

crescimento sustentável do setor, com os produtores mais informados, conscientes e capacitados conduzindo os cultivos em bases comerciais (RITZINGER; RITZINGER, 2011).

O mercado global de extratos de acerola tem um futuro promissor, com a previsão de atingir 17,5 bilhões de dólares até 2026, segundo a *Future Markets Insight Survey*. As principais empresas atuantes nesse mercado incluem Green Labs LLC, Nutrilite (Amway), Naturex, Nature's Power Nutraceuticals Corp., Florida Food, Inc., Diana Naturals e Vita Forte (BELWAL *et al.*, 2018). A presença da acerola no mercado nacional e internacional destaca sua importância, tanto pelo seu potencial nutricional, devido à alta concentração de vitamina C e compostos antioxidantes, quanto pelo seu baixo valor calórico, o que aumenta sua valorização comercial.

Com isso, a produção de licor a partir dos resíduos da acerola, ricos em compostos bioativos como vitamina C, antocianinas e antioxidantes, surge como uma solução sustentável e inovadora. Essa iniciativa não só proporciona uma destinação adequada para os resíduos, como também abre novas oportunidades no mercado de bebidas alcoólicas, contribuindo para a diversificação de produtos e atendendo à demanda por soluções sustentáveis.

O presente trabalho busca explorar a viabilidade e as potencialidades dessa produção, visando uma gestão sustentável dos subprodutos da acerola e a oferta de uma alternativa atrativa ao mercado.

2.4 Processamento industrial da acerola e a gestão da geração do seu resíduo

O aumento gradativo da produção de acerola ao longo do ano tem impulsionado a geração de derivados deste fruto para o comércio. Esse processo resulta na produção de resíduos, muitas vezes descartados de maneira inadequada, representando um desperdício significativo de matéria-prima e potenciais problemas ambientais (POLETTO *et al.*, 2021).

O processamento da acerola para a produção de itens tradicionais no mercado, como geleias, polpas de frutas congeladas e doces, gera uma quantidade significativa de resíduos, que podem chegar a representar até 40% do volume total processado, isso resulta em uma estimativa anual de 28 mil toneladas de resíduos (RIBEIRO, 2024). Essa biomassa, muitas vezes descartada ou subaproveitada, exige uma destinação adequada para prevenir problemas ambientais e o desperdício de energia, além de permitir a valorização desses subprodutos (NOGUEIRA, 2020).

A etapa de prensagem usada na extração da polpa remove sementes e cascas, enquanto a etapa de clarificação durante o processamento do suco separa a massa da polpa

contendo fibras, polissacarídeos, gomas, proteínas e polifenóis por centrifugação (GUALBERTO *et al.*, 2021; POLETTO *et al.*, 2021).

Esse resíduo, composto basicamente pela casca, polpa e caroços, quando descartado na natureza, é um potencial poluente. Com o crescente interesse por tecnologias que gerem baixo impacto ambiental e promovam a sustentabilidade, tem-se buscado o aproveitamento desses resíduos, que apresentam elevadas concentrações de compostos bioativos, como antocianinas, compostos fenólicos e vitamina C, podendo ser utilizados como suplementos alimentares (SANCHO *et al.*, 2015).

Nos últimos anos, a acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) tem sido comercialmente explorada, encontrando boa aceitação no mercado devido ao seu elevado teor de ácido ascórbico (vitamina C) e suas características nutricionais, além do sabor e textura agradáveis ao consumidor. O teor de ácido ascórbico na acerola varia de 800 mg/100 g em fruto maduro a 2.700 mg/100 g em frutos imaturos, sendo este último aproximadamente 100 vezes maior do que o encontrado na laranja ou 10 vezes maior do que o da goiaba (FURLANETO; NESSER, 2015). A acerola é rica em vitamina C, e seu conteúdo varia de acordo com o estágio de maturação, diminuindo à medida que a fruta amadurece (GUEDES *et al.*, 2022).

O aumento na produção e no consumo da acerola, aliado à sua natureza altamente perecível, torna urgente o desenvolvimento de alternativas para seu processamento, visando à conservação e à obtenção de produtos com maior valor agregado. O processamento da acerola pela agroindústria, que transforma o fruto em polpas e sucos, gera subprodutos como cascas, caroços ou sementes e bagaços (FURLANETO; NESSER, 2015). Esses subprodutos, quando descartados inadequadamente, representam uma perda de matérias-primas e energia, além de exigirem investimentos significativos em tratamentos para controle da poluição (PELIZER; PONTIERI; MORAES, 2007).

O resíduo industrial da acerola apresenta teores de betacaroteno, licopeno, antocianinas e flavonoides amarelos superiores aos encontrados na polpa da fruta (SILVA et al., 2014). Além disso, a atividade antioxidante do resíduo foi comprovada através de experimentos *in vitro*, sendo os compostos fenólicos, flavonoides totais e antocianinas totais os principais compostos bioativos identificados no resíduo (REZENDE; NOGUEIRA; NARAIN, 2018). Extratos hidroetanólico e hidrometanólico de resíduos de acerola revelaram grande capacidade de sequestro dos radicais DPPH e ABTS (CAETANO *et al.*, 2009).

Conforme Viana e Cruz (2016), a quantidade de resíduos gerados na agroindústria é significativa, demandando medidas para sua disposição ambientalmente correta e aproveitamento como matéria-prima para outras atividades. A sugestão dos autores é realizar

uma extensão subsidiada por órgãos de pesquisa, visando sistematizar o conhecimento disponível sobre a disposição e o tratamento adequado dos resíduos. Isso destaca a responsabilidade da agroindústria na produção em grande escala de subprodutos, com a proposta de reutilização desses resíduos como matéria-prima para outras atividades, agregando valor ao que seria descartado incorretamente.

Com isso, a produção de licor a partir dos resíduos da acerola surge como uma solução sustentável e inovadora. Essa iniciativa não só proporciona uma destinação adequada para os resíduos, como também abre novas oportunidades no mercado de bebidas alcoólicas, contribuindo para a diversificação de produtos e atendendo à demanda por soluções sustentáveis.

2.5 Licores

De acordo com a legislação brasileira, as bebidas alcoólicas são categorizadas em: fermentadas (como cervejas e vinhos); por misturas (incluindo licores, amargos e aperitivos, além de aguardentes compostas e bebidas mistas); destiladas (como cachaça, rum, aguardente, uísque e conhaque); e destilo-retificadas (como vodca e gim) (BRASIL, 1977).

Os licores são bebidas alcoólicas que apresentam uma graduação de 15 a 54% em volume a 20 ºC, contendo mais de trinta gramas de açúcar por litro (Tabela 1). Eles são produzidos a partir de álcool etílico potável de origem agrícola ou de destilado alcoólico simples, ou ainda com bebidas alcoólicas que recebem adição de extratos ou substâncias de origem vegetal ou animal, além de aromatizantes, saborizantes, corantes e outros aditivos, conforme estabelece o Decreto nº 6.871 de 4 de junho de 2009, que regulamenta a Lei n° 8.918 de 14 de julho de 1994 (BRASIL, 2009).

Tabela 1 - Classificação dos licores segundo a quantidade de sacarose presente.

Tipos de licores	**Concentração de sacarose**
Secos	30 a 100 g de sacarose/L
Doces	100 a 200 g de sacarose/L
Finos	200 a 350 g de sacarose/L
Cremosos	Mais que 350 g de sacarose/L
Escarchado ou cristalizado	Saturação de açucares parcialmente cristalizados

Fonte: Brasil (2009).

A fabricação de licores serve como uma maneira de evitar a deterioração das frutas e representa uma solução para os problemas gerados pelo excesso de produção (TEIXEIRA *et al.*, 2011).

2.6 Reaproveitamento do subproduto da acerola na fabricação do licor

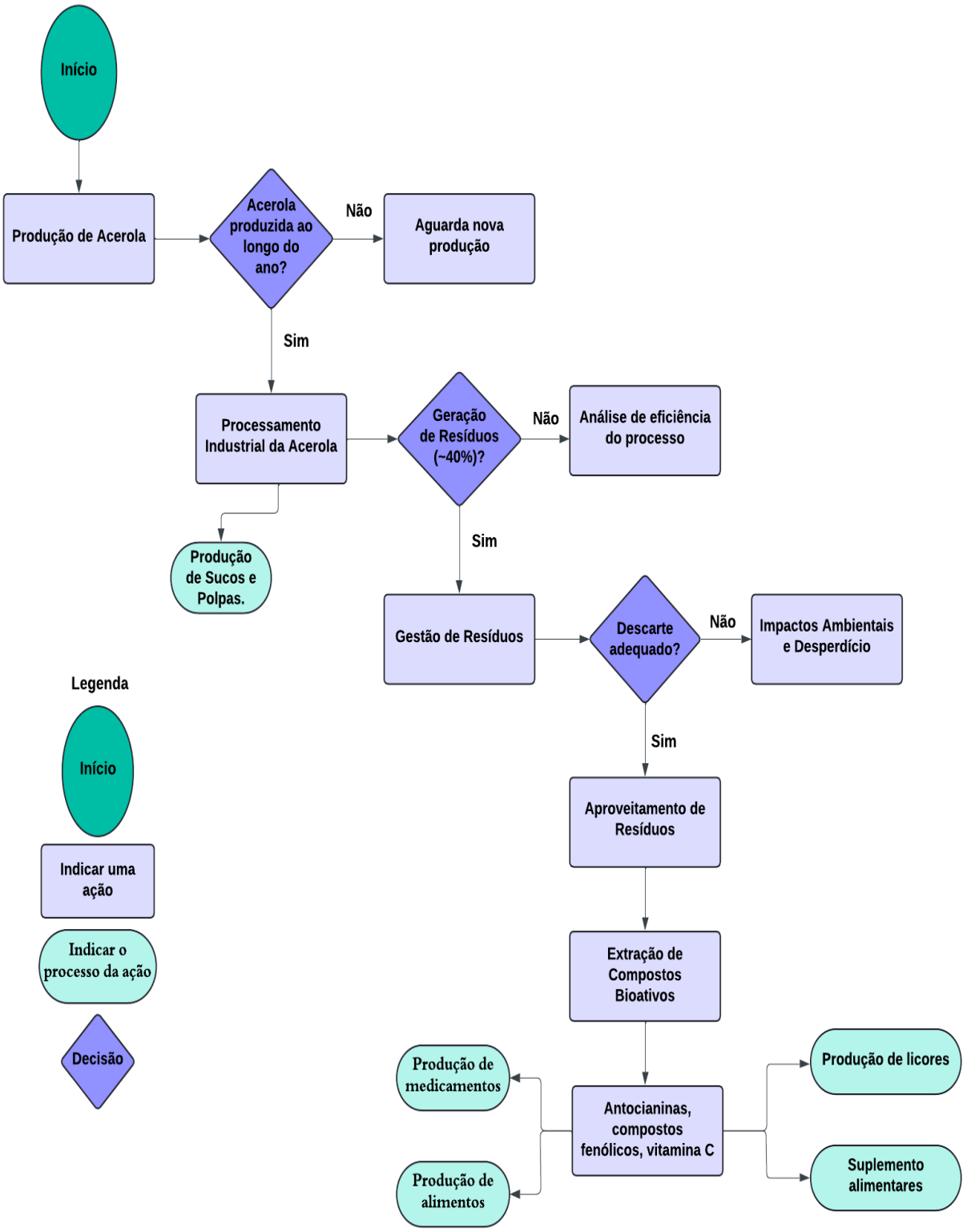
O Brasil lidera o ranking mundial da produção de acerola, totalizando 60.966 toneladas por ano. Dessa produção, aproximadamente 25% provêm das regiões Norte, Sul, Sudeste e Centro-Oeste, destacando-se a região Nordeste com cerca de 75% da produção nacional (IBGE, 2017). Segundo Alves et al. (2021), quase toda a produção de acerola é processada industrialmente, resultando em uma quantidade significativa de subprodutos, originados das etapas de prensagem (bagaço) e decantação (não bagaço).

As indústrias no país geram resíduos que poderiam ser utilizados de maneira mais benéfica para a sociedade e o meio ambiente. Muitos frutos são processados para a fabricação de sucos naturais, doces em conserva, geléias, polpas e extratos, os quais geram resíduos que geralmente são descartados, mas que poderiam ser utilizados para minimizar o desperdício de alimentos (KOBORI; JORGE, 2005).

Esses subprodutos, provenientes da indústria de processamento do fruto, apresentam também grande quantidade de compostos bioativos que representa um fator importante para o reaproveitamento (BRAGA *et al.*, 2011; PEREIRA, 2014). Durante o processamento do suco clarificado de acerola, há duas etapas principais nas quais ocorre a produção desses subprodutos (Figura 1).

Na extração da polpa, a prensagem tem a função de remover sementes e cascas. Por outro lado, a clarificação, que ocorre durante o processamento do suco, é responsável por separar a massa da polpa, que inclui fibras, polissacarídeos, gomas, proteínas e polifenóis, por meio de centrifugação (GUALBERTO *et al.*, 2021; POLETTO *et al.*, 2021).

Figura 1 - Reaproveitamento do subproduto da acerola do processo industrial na fabricação do licor.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Infante et al. (2013) observaram que, após o processamento, as frutas geram subprodutos que muitas vezes não possuem um destino específico na empresa, tornando-se contaminantes ambientais e, consequentemente, gerando custos operacionais, pois as indústrias necessitam de tratamento para o descarte. Para contornar esse problema, Gherardi e Almeida (2023) enfatizam a necessidade de agregar valor ao subproduto, destacando que a maioria dos resíduos pode ser aproveitada na indústria alimentícia para formular produtos com propriedades funcionais e alto valor nutricional. Esses resíduos são ricos em vitaminas, minerais, fibras e antioxidantes, como os ácidos ascórbicos, essenciais para a saúde humana (MARIANA et al*.,* 2011). O gerenciamento apropriado do bagaço da fruta pode minimizar a perda de alimentos e aumentar os benefícios tanto econômicos quanto ambientais (PATTNAIK *et al.*, 2021).

Emanuel et al. (2015) propõem a utilização do resíduo da acerola no desenvolvimento de bebidas, como licores, para estender a vida de prateleira pós-colheita da fruta, destacando a preocupação com o descarte inadequado, a alta produção de resíduo e a não utilização de seus nutrientes. Barros et al. (2008) ressaltam que a produção artesanal de licores é uma alternativa interessante para aumentar a renda familiar, pois requer tecnologia simples, é comercializada em temperatura ambiente e apresenta extensa vida de prateleira.

Essa abordagem destaca a importância comercial, ambiental e nutricional da fabricação do licor do resíduo da acerola como uma solução para os problemas relacionados ao descarte inadequado pela agroindústria, adicionando valor ao que seria desperdiçado (Figura 1). Devido à supersaturação da acerola ao longo do ano e ao baixo valor de mercado do fruto, essa alternativa apresenta-se viável. Como o licor é uma bebida alcoólica, tem uma vida útil longa e preserva os nutrientes da acerola devido à ação alcoólica.

2.7 Licor do resíduo da acerola: alternativa no combate aos radicais livres

Os compostos bioativos, como o ácido ascórbico encontrado na acerola e seu resíduo, desempenham papéis cruciais no corpo humano. É essencial complementar sua ingestão por meio de alimentos ricos em vitamina C ou através de suplementos disponíveis em farmácias (SANTOS, 2019). Diante da busca intensa por essa vitamina durante a pandemia, este trabalho tem como objetivo a produção de licor a partir do resíduo da acerola, visando o máximo aproveitamento da vitamina C para evitar uma possível escassez e combater os radicais livres.

De acordo com Mosca, Sanches e Comune (2017, p. 563), Os radicais livres, quimicamente falando, são átomos ou moléculas que contém um ou mais elétrons não pareados, ou seja, falta em sua estrutura química um ou mais elétrons. Sua presença pode levar a doenças degenerativas, envelhecimento e morte celular. Essas moléculas, ao reagirem com outras do corpo humano, podem causar desordem nas células. O autor destaca que os radicais livres contêm elétrons não pareados, o que os torna reativos e propensos a reagir com as células do corpo, podendo causar diversas doenças, incluindo câncer.

Estudos recentes demonstram que extratos de acerola também contêm substâncias biofuncionais, como as antocianinas, cuja atividade biológica sugere uma possível aplicação na redução de doenças degenerativas, inclusive câncer (MOTOHASHI *et al.*, 2004).

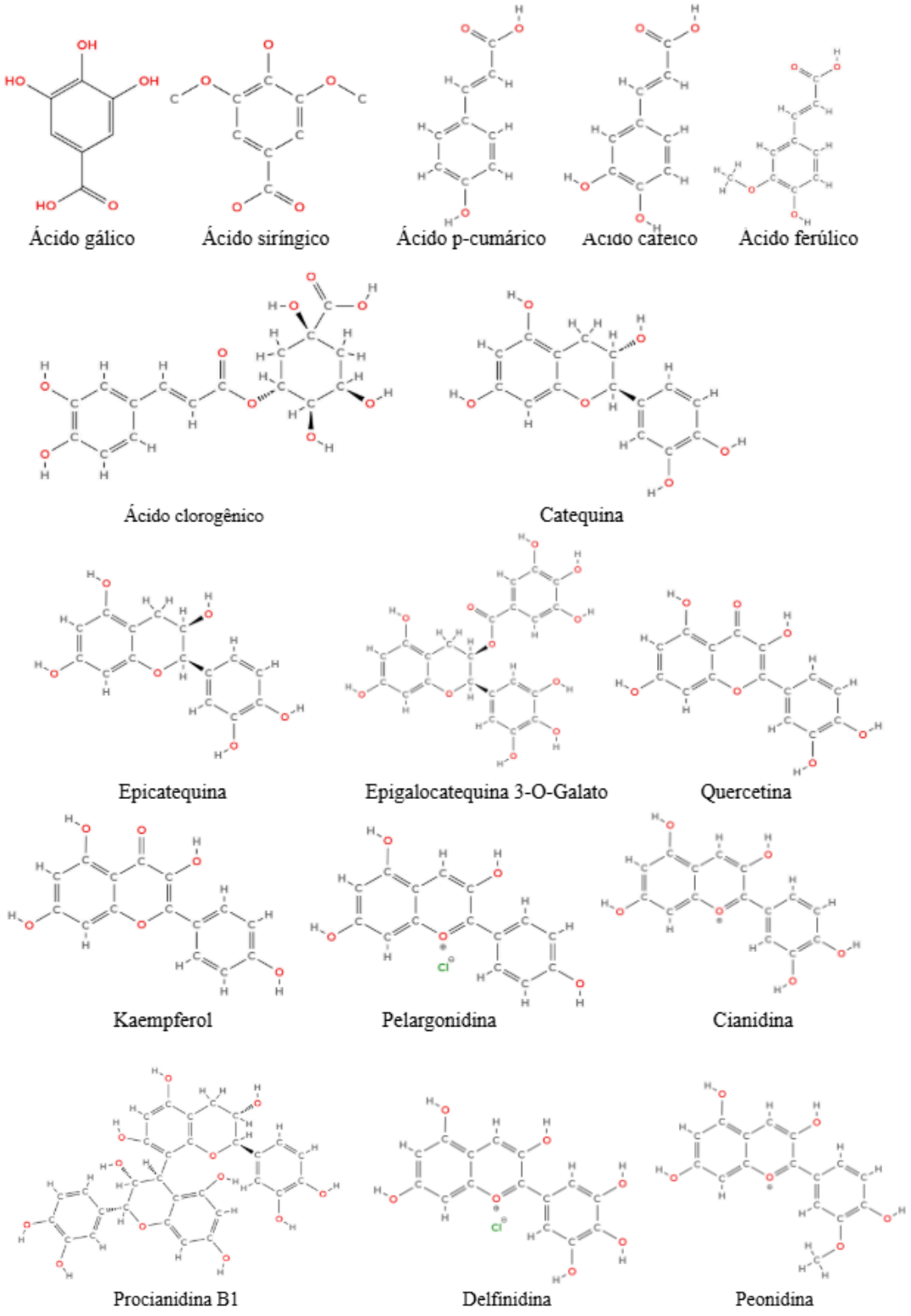
2.8 Compostos bioativos da acerola e seu resíduo

2.8.1 Compostos fenólicos em frutos e resíduo da acerola

Os compostos fenólicos são metabólitos secundários com diversas funções nas plantas. O consumo regular de alimentos ricos nesses compostos tem sido relacionado à diminuição de obesidade, doenças cardiovasculares e outras condições crônicas (SOUZA *et al.*, 2020). A classificação dos compostos fenólicos baseia-se no número de anéis aromáticos e nos elementos estruturais ligados a eles podendo ser encontrados tanto de forma livre quanto ligados a açúcares ou proteínas (BOROSKI *et al.*, 2015). Exemplos incluem fenóis simples, ácidos hidroxibenzóicos, ácidos hidroxicinâmicos, ácidos fenilacéticos, flavonóides, estilbenos, taninos condensados, lignanas e ligninas, abrangendo desde moléculas simples até polímeros complexos (TSIMOGIANNIS; OREOPOULOU, 2019).

A acerola contém vários compostos fenólicos, como derivados de ácido benzoico (ácido gálico e ácido siríngico), fenilpropanoides (ácido cafeico, ácido ferúlico, entre outros), flavonoides e antocianinas, conforme mostrado na Figura 2 (ALVAREZ-SUAREZ *et al.*, 2017; BELWAL *et al.*, 2018). Marques et al. (2016) identificaram catequina, epicatequina, galato de epigalocatequina, quercetina, ácido gálico, ácido siríngico e ácido p-cumárico como os principais compostos fenólicos presentes na acerola. Nascimento filho et al. (2022) criaram uma solução de quitosana contendo partículas enriquecidas com compostos fenólicos extraídos dos resíduos agroindustriais de acerola.

Figura 2 - Composição química dos compostos fenólicos identificados na acerola.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

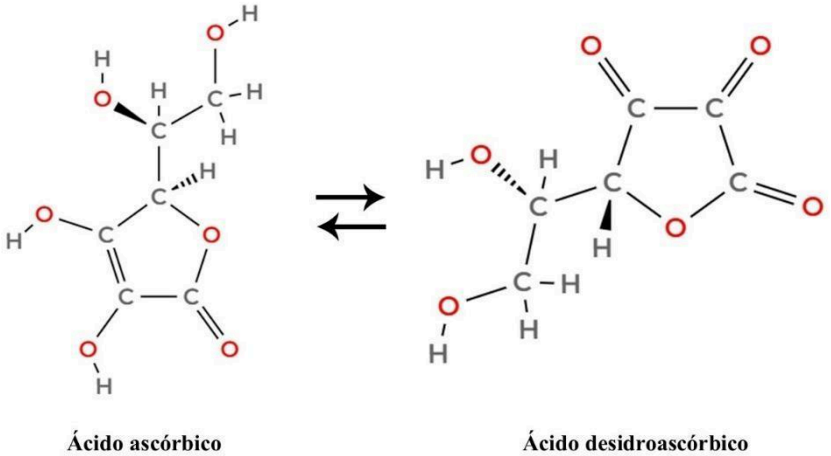
2.8.2 Ácido ascórbico na fruta e resíduo da acerola

O ácido ascórbico , uma forma reduzida da vitamina C derivada da hexose, é amplamente reconhecido por suas propriedades antioxidantes. Faz parte das vitaminas hidrossolúveis e desempenha um papel importante na cicatrização celular, na resposta imunológica e na remoção de colesterol do sangue, convertendo-o em ácidos biliares (BAZEL; RIABUKHINA; TIRPÁK, 2018; KAUR; NAYYAR, 2014).

O corpo humano não é capaz de sintetizar ácido ascórbico por conta da ausência da enzima L-glucono-1,4-lactona (MANELA-AZULAY *et al.*, 2003). Por isso, a ingestão de ácido ascórbico é necessária através de frutas, legumes e suplementos farmacêuticos (KAUR; NAYYAR, 2014). Ele também pode ser encontrado em alimentos processados, embora em concentrações menores devido às perdas causadas durante o processamento, como em sucos frescos ou industrializados (DA CRUZ CARDOSO *et al.*, 2015).

O ácido ascórbico é facilmente oxidado, transformando-se em ácido desidroascórbico (Figura 3) (BAZEL; RIABUKHINA; TIRPÁK, 2018). Sua degradação ocorre devido a fatores como alta temperatura e pH, exposição à luz, elevada atividade de água, e presença de íons metálicos, como Cu^{2+} e Fe^{3+} (AGUILAR *et al.*, 2019; JAESCHKE; MARCZAK; MERCALI, 2016).

Figura 3 - Transformação do ácido ascórbico em ácido desidroascórbico por oxidação.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Como a exposição à radiação por mais de quatro horas provoca uma perda significativa dessa vitamina, recomenda-se que a colheita dos frutos ocorra nas primeiras

horas da manhã (LADO *et al.*, 2015; MOURA *et al.*, 2018; REALINI *et al.*, 2015). Além disso, fatores como local de cultivo, estágio de maturação, variedades de acerola e condições ambientais também influenciam o teor de ácido ascórbico nos frutos (LADO *et al.*, 2015).

Araújo-Días et al. (2017) analisaram o teor de ácido ascórbico em polpas de acerola vendidas em supermercados e identificaram uma variação nas concentrações, que iam de 610,0 a 111,0 mg/100g. Os autores concluíram que essas amostras apresentaram valores abaixo do padrão mínimo de 800 mg/100 g, conforme estabelecido pela legislação brasileira (BRASIL, 2000). Em contrapartida, Mariano-Nasser et al. (2017) investigaram o teor de ácido ascórbico em oito variedades de aceroleira e encontraram valores que variaram de 824,6 a 2.331,6 mg/100 g.

2.8.3 Atividade antioxidante

Antioxidantes são substâncias que retardam ou impedem a oxidação de um substrato de forma eficaz, mesmo em baixas concentrações (PRITAM *et al.*, 2022). Os processos químicos no organismo geram radicais livres que, se não controlados, podem oxidar biomoléculas e causar danos significativos. A oxidação dessas biomoléculas está associada ao surgimento de doenças crônicas e degenerativas, como câncer e Alzheimer, além de doenças cardíacas e o processo de envelhecimento (FAN *et al.*, 2017; JIANG; XIONG, 2016). A eficiência da ação antioxidante está relacionada à estrutura química e à concentração dos fitoquímicos presentes nos alimentos (AMAROWICZ; PEGG, 2019).

A acerola é uma fruta rica em ácido ascórbico, antocianinas, carotenoides e flavonoides, o que a torna uma fonte poderosa de antioxidantes naturais capazes de neutralizar radicais livres e contribuir para a promoção da saúde e prevenção de doenças (PROTTI *et al.*, 2017). Paz et al. (2015) estudaram a atividade antioxidante de oito polpas de frutas tropicais brasileiras e descobriram que a acerola apresentou a maior atividade antioxidante entre elas. Leffa et al. (2015) realizaram um experimento com camundongos, alimentando-os com uma dieta que incluía suco industrializado de acerola verde, para avaliar seus efeitos sobre as enzimas do metabolismo energético cerebral. Os resultados indicaram que o suco de acerola verde foi eficaz em prevenir a inibição da enzima citrato sintase no tecido cerebral, contribuindo para a proteção contra danos cerebrais relacionados ao estresse oxidativo.

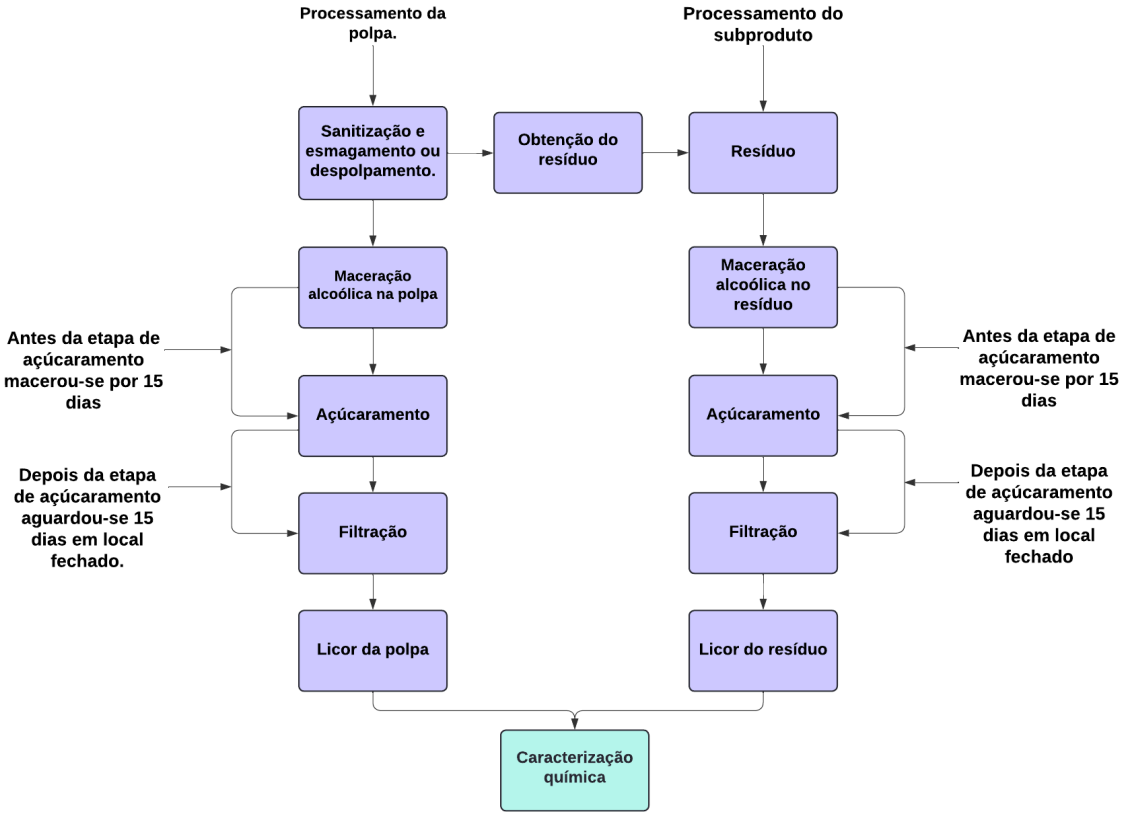
2 MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, campus *Aracati*. As acerolas, cultivadas sem o uso de agrotóxicos, foram colhidas em dois estágios de maturação: imatura e madura, ambos no dia 20 de outubro, na região de Palmeira, município de Beberibe (CE). A bebida alcoólica (vodka), com teor alcoólico de 37,5%, foi adquirida em um mercado local, no município de Aracati (CE). Os materiais foram transportados para o Laboratório de Alimentos e Bebidas do campus, onde foi produzido o licor a partir da polpa e do resíduo da acerola, tanto madura quanto imatura.

2.9 Elaboração do licor da polpa e do subproduto da acerola imatura e madura

A metodologia para o preparo do licor da polpa e do subproduto da acerola foi realizada de acordo com o Manual para Fabricação Artesanal de Licor de Acerola da Embrapa com adaptações (PENHA, 2004). O fluxograma de elaboração dos licores pode ser visualizado na Figura 4.

Figura 4 - Fluxograma de elaboração de licor a partir da polpa e resíduo da acerola.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

O processamento da polpa da acerola gerou o subproduto que foi reaproveitado para elaboração de um novo licor, de acordo com a descrição das etapas a seguir.

2.9.1 Higienização

Primeiramente os frutos foram devidamente sanitizados na proporção de 1 L de água e uma colher com água sanitária, e retirados os pedúnculos para maior contato com o álcool facilitando a transferência das substâncias aromáticas para a solução.

2.9.2 Processo de esmagamento ou despolpamento

Depois de sanitizadas, as acerolas foram pesadas, totalizando 750 g, em seguida deu início ao processo de esmagamento ou despolpamento, com o auxílio de uma colher, uma peneira de aço e um recipiente de plástico, as acerolas foram prensadas na peneira fazendo com que a polpa fique no recipiente e o subproduto por ser sólido fique na parte superior (Figura 5).

Figura 5 - Processamento (a) com acerola madura e (b) com a acerola imatura.

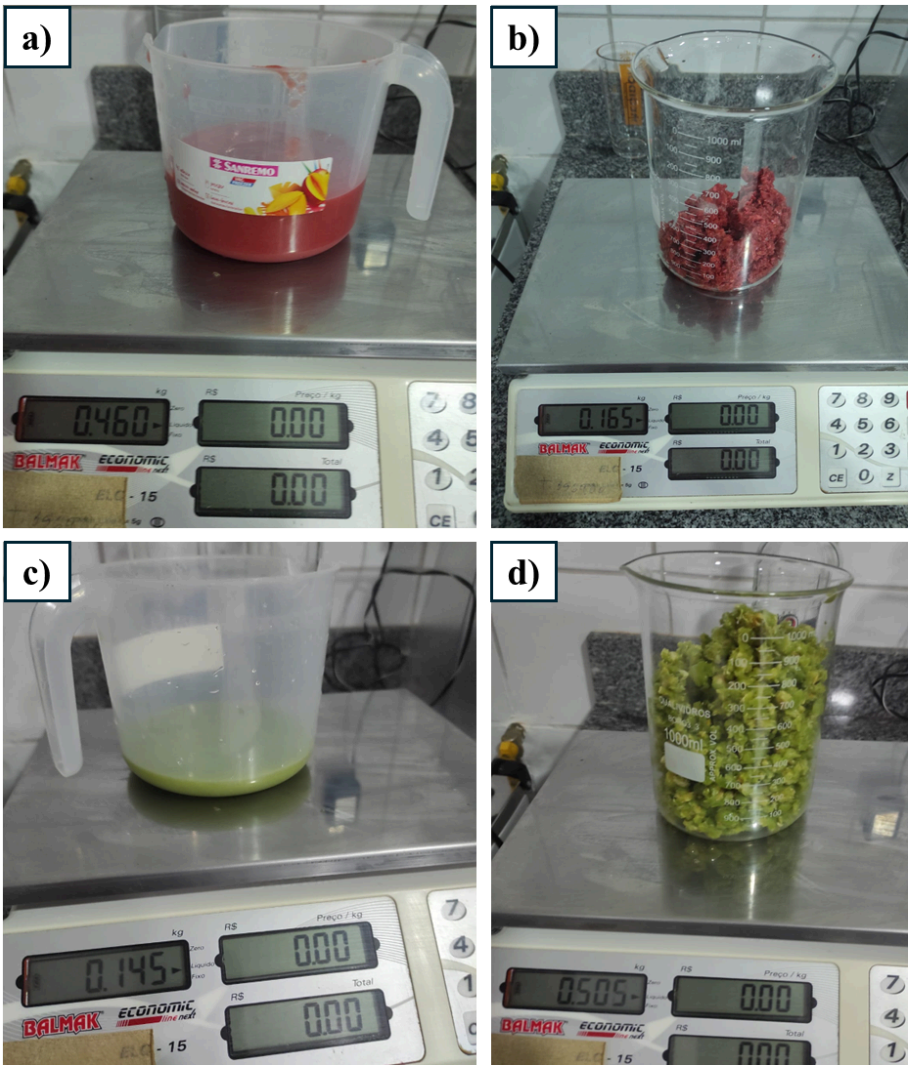
Fonte: elaborado pelo autor (2024).

2.9.3 Processo de maceração alcoólica na polpa e no resíduo

Para o processo de maceração alcoólica, foram pesados a polpa e o resíduo da acerola madura e imatura. A polpa da acerola imatura pesou 145 g (145 mL), e o resíduo, 505

g. A polpa da acerola madura pesou 460 g, e o resíduo, 165 g (Figura 6). Esses pesos são importantes para calcular a quantidade de álcool a ser adicionada, utilizando álcool com graduação de 37,5%.

Figura 6 - Pesos (a) da polpa da acerola madura, (b) do resíduo da acerola madura, (c) da polpa da acerola imatura e (d) do resíduo da acerola imatura.



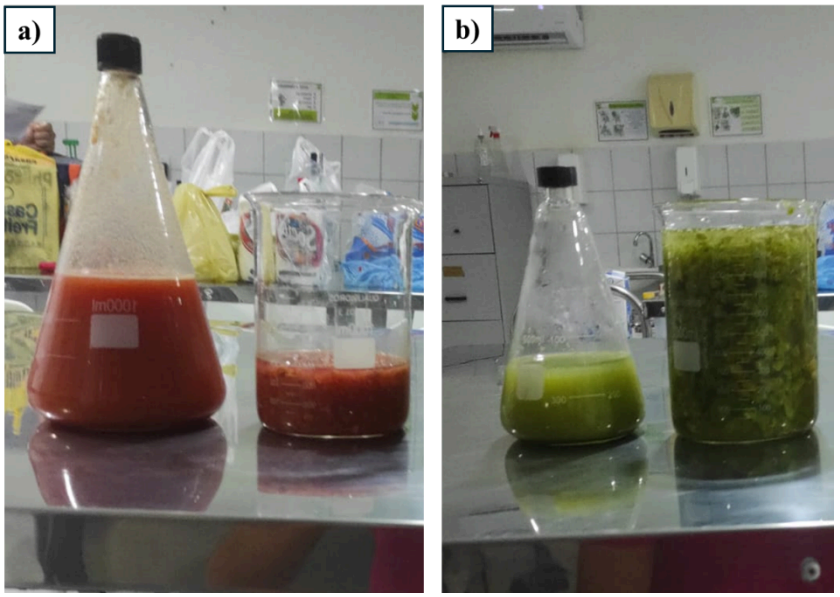
Fonte: elaborado pelo autor.

Para cada 1 kg (1000 mL) de polpa ou acerola esmagada, utiliza-se 1 litro de álcool, seguindo a proporção de 1 para 1 (Tabela 2). Assim, foram adicionados 460 mL de álcool à polpa e 160 mL de álcool ao resíduo da acerola madura, e 145 mL de álcool à polpa e 505 mL ao resíduo da acerola imatura (Figura 7).

Após a mistura, o licor da polpa da acerola madura e imatura foi transferido para um erlenmeyer, o licor do resíduo da acerola madura e imatura foram colocados em um béquer.

da e depois acometido em um local fechado, para evitar a ação da luz. O mesmo processo foi feito com o licor do resíduo, que foi colocado em um béquer. Ambos os licores permaneceram em repouso por 15 dias à temperatura ambiente (20°C).

Figura 7 - Álcool acrescentado na (a) acerola madura e seu resíduo e (b) acerola imatura e seu resíduo.



Fonte: elaborado pelo autor (2024).

2.9.4 Açucaramento

Após os 15 dias de maceração inicial, foi adicionada a solução de açúcar. Para prepará-la, foi dissolvido 1 kg de açúcar em 1 litro de água em uma panela inox com fogo baixo. De acordo com a receita, deve-se usar 462 g de xarope de açúcar para cada litro de água. Foi adicionado 212,52 mL dessa solução ao licor da polpa e 76,23 mL ao licor do resíduo. Segue as proporções na tabela 2.

Tabela 2 - Proporções usadas na elaboração do licor.

Amostra	**Peso da polpa (g)**	**Peso do resíduo (g)**	**Volume de álcool na polpa (mL)**	**Volume de álcool no resíduo (mL)**	**Açucaramento na polpa (mL)**	**Açucaramento no resíduo(mL)**
Acerola madura	460	165	460	160	212,52	76,23
Acerola imatura	145	505	145	505	212,52	76,23

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

2.10 Caracterização química

2.10.1 Reagentes químicos

Reagente de fenol de Folin-Ciocalteu, Trolox (ácido (±)-6-hidroxi-2,5,7,8-tetra-metilcromano-2-carboxílico); DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil), Ácido gálico, carbonato de sódio, fosfato de sódio dibásico anidro e ácido oxálico.

O padrão de qualidade e identidade dos licores é estabelecido pela legislação brasileira. Os licores são bebidas alcoólicas que apresentam uma graduação de 15 a 54% em volume a 20 ºC, contendo mais de trinta gramas de açúcar por litro. Eles são produzidos a partir de álcool etílico potável de origem agrícola ou de destilado alcoólico simples. Além disso, podem incluir bebidas alcoólicas que recebem a adição de extratos ou substâncias de origem vegetal ou animal, assim como aromatizantes, saborizantes, corantes e outros aditivos. Essas diretrizes estão estabelecidas no Decreto nº 6.871 de 4 de junho de 2009, que regulamenta a Lei n° 8.918 de 14 de julho de 1994 (BRASIL, 2009).

2.10.2 Compostos fenólicos totais (CFT)

O método utilizado por Singleton, Orthofer e Lamuela-Raventós (1999) foi reproduzido para se quantificar os polifenóis por meio do espectrofotômetro, usando o reagente Folin-Ciocalteau (FC) que implica na oxidação de fenóis em meio alcalino. A quantificação é dada pela quantidade de fenóis que são absorvidos e pelo pH que é ajustado pelo carbonato de sódio.

Foi preparada uma solução de carbonato de sódio, que para isso, foi dissolvido 50 g de carbonato de sódio anidro em 200 mL de água quente, após esfriar, e foi deixada para descansar por 24 horas à temperatura ambiente. Para a solução de ácido gálico, dissolveu-se 0,5 g de ácido gálico em 10 mL de EtOH e depois diluiu-se a 100 mL com água destilada em um balão volumétrico (concentração final 5 g/L) podendo ser armazenada em geladeira.

Para a curva de calibração usou-se 1, 2, 3, 5, e 10 mL de solução de ácido gálico em frascos de 100 mL que foram completados com água destilada, para então produzir soluções de concentrações 50, 100, 150, 250 e 500 mg/L de ácido gálico.

Amostra de licor utilizada foi diluída de (1:20). Foram utilizados microtubos de 2 mL para o procedimento abaixo e foram realizadas em triplicata. Foram adicionados 20 µL

das amostras dos extratos de acerola (previamente diluídas, quando necessário) em 1580 µL de água destilada e 100 µL de reagente Folin-Ciocalteu em microtubos de 2 mL. Após 8 min de reação, 300 µL de solução de carbonato de sódio 20% (m/v) foram adicionados ao meio reacional e os microtubos foram agitados por 10 segundos em um agitador vortex. Após incubação a 40 ºC por 30 min, a absorbância das amostras foi lida a 765 nm em espectrofotômetro e analisou-se os dados usando uma curva de calibração de ácido gálico, sendo as unidades expressas em mg de ácido gálico/L. O conteúdo de composto fenólicos foi calculado em relação à curva de ácido gálico (Abs = 0,021*X + 38,522), R^2 = 0,998, onde Abs é Absorbância; X é a concentração expressa em mg de ácido gálico por L de licor (mg GAE/L).

2.10.3 Vitamina C (L-ascórbico)

Determina-se a quantidade de vitamina C em soluções líquidas utilizando oxalato de sódio como estabilizador do ácido ascórbico (vitamina C) presente em amostras de sucos ou extratos de frutas tropicais. Em soluções aquosas, o ácido ascórbico é altamente suscetível à instabilidade e pode rapidamente se transformar em ácido desidroascórbico. No entanto, essa conversão é reversível e pode ser evitada pelo uso de um agente estabilizador na solução (SELIMOVIC; SALKIC; SELIMOVIC, 2011).

O papel do oxalato de sódio nessa metodologia é impedir a reação de oxidação do ácido ascórbico, permitindo sua quantificação completa em solução aquosa sob luz UV. O método utilizado para esta determinação foi baseado em Selimovic, Salkic e Selimovic (2011).

Preparou-se uma solução tampão com pH 5,4 a partir do ácido oxálico. Para isso, pesou-se 0,120 g de fosfato de sódio dibásico anidro e 2,04 g de di-hidrogênio fosfato de potássio, e diluiu-se em 500 mL de água destilada. Em seguida, pesou-se 0,375 g de oxalato de sódio e adicionou-se à solução tampão preparada anteriormente para formar uma solução de 0,005 M de oxalato de sódio. Dissolveu-se 0,05 g de ácido ascórbico em 250 mL da solução de ácido oxálico 0,005 M (200 mg/L) preparada na etapa anterior, transferindo para um balão volumétrico.

Para a curva de calibração do ácido ascórbico, utilizaram-se microtubos de 2 mL, previamente identificados. Após a homogeneização, os tubos foram lidos em espectrofotômetro a 266 nm. Para as amostras de licor de acerola, foram feitas diluições de 1:20. Em seguida, misturou-se 200 µL de amostra com 1,5 mL da solução de oxalato de sódio

0,005 M, deixando a mistura em temperatura ambiente para extração da vitamina C por 5 minutos. A leitura foi realizada em cubetas de quartzo de 10 mm de comprimento óptico, com o espectrofotômetro ajustado para 266 nm.

A vitamina C foi calculada utilizando o oxalato de sódio para estabilizar a oxidação do ácido ascórbico, permitindo a quantificação por meio de luz UV no espectrofotômetro. A concentração foi determinada em relação à curva padrão de ácido ascórbico (Abs = 0,0072 * [ácido ascórbico] - 0,0058; R^2=0,999) e expressa em mg/L de ácido ascórbico. Os resultados da curva padrão foram expressos em mg de ácido ascórbico/L, e os resultados do licor de acerola foram expressos em mg de ácido ascórbico por litro de licor acerola (mg/L).

2.10.4 Avaliação da atividade antioxidante pelo método DPPH

O método usado foi o de Brand-Williams, Cuvelier e Berset (1995), ele é baseado na captura do radical DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil) por antioxidantes presentes no extrato, produzindo um decréscimo na absorbância. Para isso, 50 µL de extrato foram misturados com 1.950 µL do reagente DDPH (125 µmol/L), mantido por 30 min na ausência de luz, e quantificado em espectrofotômetro da marca Biospectro, modelo SP-220 a 515 nm. Uma curva padrão foi plotada usando diferentes concentrações de Trolox (200-1000 µmol/L). Os resultados foram expressos em µmoL de Trolox equivalente por grama de Licor de acerola (µmol TE/L).

2.10.5 Medição do pH

Os níveis de acidez (pH) foram determinados utilizando um pHmetro de bancada, modelo PHS-3E-BI da marca Satra, que possui calibração automática de pH e temperatura. Para assegurar a precisão das medições, o aparelho foi calibrado com soluções de pH 6,0 e 4,0, conforme as recomendações do fabricante. Após cada medição, o equipamento foi enxaguado com água destilada.

Foram medidos 10 g da amostra utilizando um béquer e feito a diluição utilizando 100 mL de água. O conteúdo foi agitado até que as partículas foram uniformemente suspensas. Utilizando um aparelho previamente calibrado, determinou-se o pH, seguindo as instruções do manual do fabricante.

2.10.6 Determinação da concentração de açúcar

Para a determinação foi utilizado equipamento o Refratômetro Digital Portátil modelo MA871, da marca Milwaukee, que mede de 0 a 85% de °Brix, é uma ferramenta rápida e simples para determinar a concentração de açúcares em soluções aquosas. Para medir a concentração de sólidos solúveis em solução aquosa, associada à quantidade de sacarose dissolvida em uma solução. Esse método é particularmente útil na indústria alimentícia para medir o teor de açúcar em sucos, refrigerantes, bebidas alcoólicas, entre outros produtos.

Ao ligar o refratômetro prosseguiu-se com a calibração do aparelho conforme a instrução do fabricante, logo em seguida adicionou-se com uma pipeta de pasteur pingou-se três gotas da amostra de licor, ao pressionar o botão Read do visor o aparelho ler o índice de refração e apresenta em porcentagem de Brix, após a leitura pingou-se algumas gotas de água destilada e seguiu-se com nova leitura de amostras.

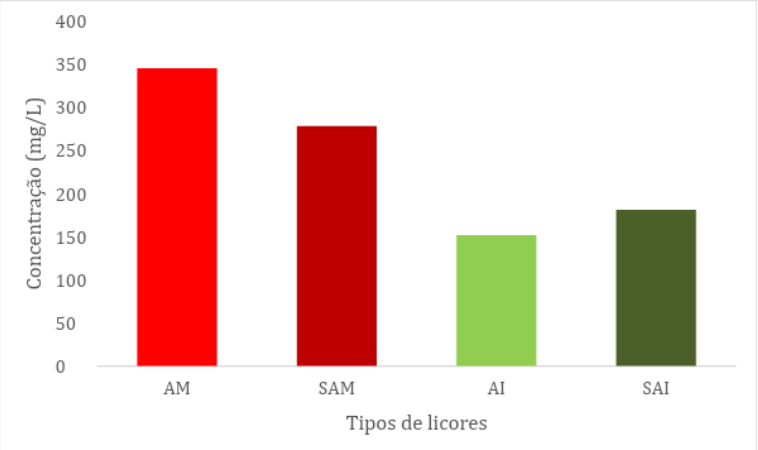
3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na elaboração do licor, foi adicionada uma parte de vodka com teor alcoólico de 37,5% para uma parte de polpa ou subproduto (1 mL:1 g), assim, o teor de álcool estimado ficou entre o teor de álcool da vodka e metade desse valor, ou seja, 18,75% para o licor da polpa (MOMENTO DA ARTE, 2024). Para o licor do resíduo prevendo que ele não libere líquido o teor de álcool final será no máximo o teor de álcool utilizado na vodka a qual foi elaborado o licor, 37,5%. Dessa forma, o teor alcoólico está dentro dos parâmetros da legislação brasileira. Os demais parâmetros foram quantificados e estão expressos nos tópicos a seguir.

3.1 Compostos fenólicos totais (CFT)

Os resultados referentes ao CFT estão apresentados na Figura 8. Esta, ilustra de forma as medições e análises realizadas, permitindo uma comparação visual dos dados obtidos. A interpretação dos resultados pode ser facilitada através da análise dos gráficos e tabelas incluídos, que destacam as principais tendências e variações observadas.

Figura 8 - Teores médios de Compostos fenólicos totais nos diferentes tipos de licores.



* Licor de: AM: acerola madura, SAM: subproduto da acerola madura, AI: acerola imatura, SAI: subproduto da acerola imatura. Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Os licores AM e SAM apresentaram maiores quantitativos de CFT. Os resultados estão de acordo com estudo de Xu et al. (2020), o qual os autores observaram que o teor de compostos fenólicos aumentou acentuadamente no fruto acerola entre a fase imatura e a fase madura. Dessa forma, o estágio de maturação tem significativa influência sobre os

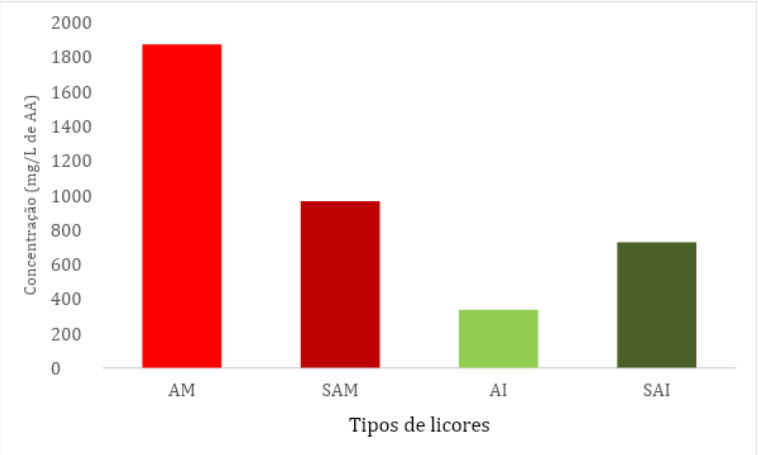
quantitativos de compostos fenólicos do licor de acerola. A acerola pode apresentar diferentes perfis químicos e físico-químicos durante a maturação (RIGHETTO; NETTO; CARRARO, 2005; VENDRAMINI; TRUGO, 2004).

Foi possível com este estudo comparar os licores AI e AM e com os dos subprodutos SAM e SAI e verificar com que apresentaram considerável quantidade de polifenóis remanescentes do esmagamento. Rufino et al., (2010) relata que os subprodutos da acerola oferecem uma fonte natural potencialmente rica de polifenois conhecidos por suas funcionalidades antioxidantes e anti-inflamatórias. Estes bioativos incluem antocianinas, flavonoides e ácidos fenólicos. As antocianinas, pigmentos que liberam em água pigmentos com tons vermelho, azul e roxo nas frutas, apresentam potencial para serem aplicados na indústria de alimentos como corantes naturais ou na indústria farmacêutica agentes terapêuticos (GONÇALVES *et al.*, 2021).

3.2 Ácido ascórbico

Os resultados relacionados ao teor de ácido ascórbico estão detalhadamente apresentados na Figura 9. Esta figura oferece uma representação visual abrangente das medições e análises realizadas, permitindo uma avaliação clara das tendências e variações observadas. A interpretação dos dados é facilitada pela organização dos gráficos e tabelas, que evidenciam os principais padrões e resultados encontrados.

Figura 9 - Teores médio de ácido ascórbico nos tipos de licores.



* Licor de: AM: acerola madura, SAM: subproduto da acerola madura, AI: acerola imatura, SAI: subproduto da acerola imatura. Fonte: elaborado pelo autor (2024).

O perfil dos resultados das médias do ácido ascórbico apresentou comportamento semelhante a atividade antioxidante (AI<SAI<SAM<AM). O ácido ascórbico influencia na atividade antioxidante (POLETTO *et al.*, 2021).

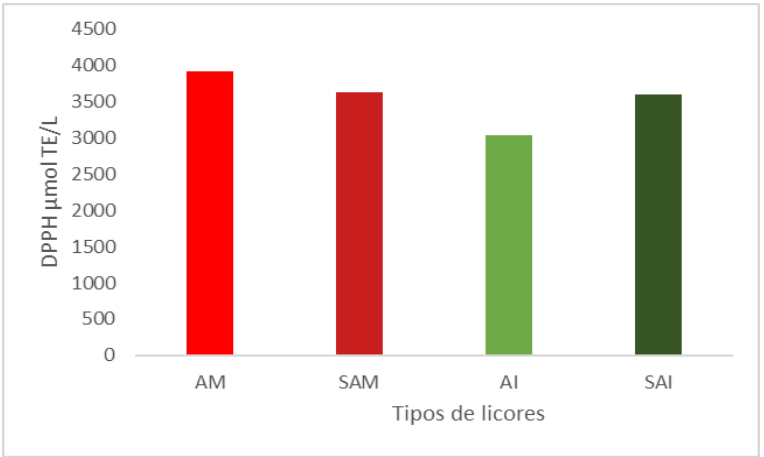
Os resultados mostraram que os licores de acerola madura apresentaram concentrações maiores de ácido ascórbico do que os licores de elaborados com acerola imatura. Estes resultados estão em desacordo com a literatura que aponta que a fruta imatura possui maior teor de ácido ascórbico (XU *et al.*, 2020).

Xu et al. (2020) relatam que o nível de ácido ascórbico varia de acordo com o grau de maturação, condições de cultivo, estocagem e processamento. Uma possível explicação para os resultados observados, foi que durante o processamento, o etanol, utilizado como solvente, teve maior acesso ao soluto no licor da acerola madura (AM), cuja polpa estava menos rígida.

3.3 Avaliação da atividade antioxidante-DPPH

A atividade antioxidante é uma das propriedades mais amplamente estudadas na acerola. Os fitoquímicos encontrados da fruta estão diretamente ligados à atividade antioxidante e representam uma fonte poderosa de antioxidantes naturais, que possuem atividades promotoras da saúde e prevenção de doenças (MEZADRI *et al.*, 2006). Os valores médios determinados para atividade antioxidante foram os seguintes: para a acerola madura (AM), a atividade antioxidante foi de 3919,26 µmol TE/L; subproduto da acerola madura (SAM) foi determinado 3622,96 µmol TE/L; para a acerola imatura (AI), 3030,37 µmol TE/L; e para o subproduto da acerola imatura (SAI), é de 3604,44 µmol TE/L (Figura 10).

Figura 10 - Potencial antioxidante dos licores.



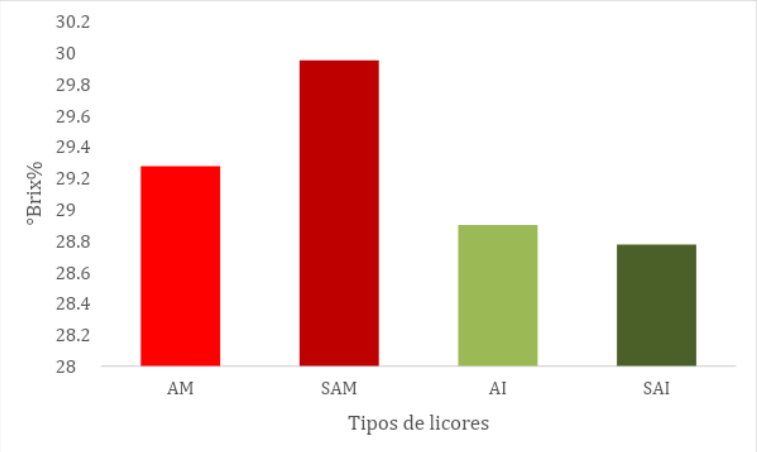
* Licor de: AM: acerola madura, SAM: subproduto da acerola madura, AI: acerola imatura, SAI: subproduto da acerola imatura. Fonte: elaborado pelo autor (2024).

A determinação da atividade antioxidante para os licores da polpa e dos subprodutos da acerola imatura e madura foram superiores a um extrato de acerola coletado de uma filtração em membranas provenientes do subproduto da indústria de suco da acerola imatura 700 µmol TE/L (BORGES, 2021). Entretanto, o licor AM apresentou atividade antioxidante inferior ao suco elaborado com acerola maduro estudado por Mezadri et al. (2006), que determinaram 12500 µmol TE/L. A diferença pode estar relacionada ao tempo de maceração de 30 dias que o licor tem que permanecer para a finalização da preparação.

3.4 Sólidos solúveis totais (ºBrix)

Os resultados relacionados aos sólidos solúveis totais (°Brix) estão detalhadamente apresentados na Figura 11.

Figura 11 - Teores médios de sólidos solúveis totais (º Brix) nos diferentes tipos de licores.



* Licor de: AM: acerola madura, SAM: subproduto da acerola madura, AI: acerola imatura, SAI: subproduto da acerola imatura. Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Os resultados mostraram que o licor de acerola madura (AM) tem uma média de 29,27 °Brix, que é levemente menor do que a média de 29,95 °Brix do licor de subproduto da acerola madura (SAM). O licor de acerola madura (AM) tem mais açúcar do que o licor de acerola imatura (AI), que tem uma média de 28,9 °Brix. Além disso, o licor de acerola imatura (AI) tem um pouco mais de açúcar do que o licor de subproduto da acerola imatura (SAI), com média de 28,77 °Brix. Os licores preparados apresentaram teores de sólidos solúveis entre 28,8 e 30 °Brix%, que equivale a 288-300g de açúcar por litro/L. De acordo com a legislação brasileira, quando um licor apresenta entre 100 e 350 g/L de açúcar, ele é

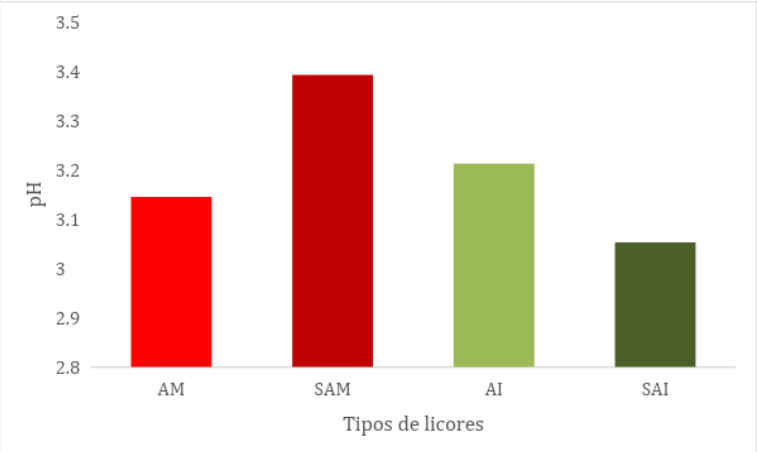
caracterizado como fino ou doce. Dessa forma, os licores preparados com essas características são classificados como licores doces.

Os resultados de valores de sólidos solúveis obtidos nesta pesquisa que variaram de 28,77 a 29,99 °Brix e colaboram com o estudo de Penha et al. (2001) que elaboraram também um licor de acerola e do seu subproduto no caso um retentado da ultrafiltração do suco de acerola na elaboração de licor. Os autores quantificaram os sólidos solúveis em 26,13 °Brix valores próximos aos aqui determinados.

3.5 Potencial hidrogeniônico-pH

Os dados referentes ao pH estão detalhadamente apresentados na Figura 12. Esta figura oferece uma representação visual abrangente das medições e análises realizadas, permitindo uma avaliação clara das tendências e variações observadas. A interpretação das informações é facilitada pela organização dos gráficos e tabelas, que destacam os principais padrões e resultados encontrados.

Figura 12 - pH médio nos diferentes tipos de licores.



* Licor de: AM: acerola madura, SAM: subproduto da acerola madura, AI: acerola imatura, SAI: subproduto da acerola imatura. Fonte: elaborado pelo autor (2024).

O licor (SAI) apresentou o menor valor de pH 3,15, enquanto o licor do subproduto da acerola madura (SAM) apresentou um pH em torno de 3,4. Oliveira et al. (2020) compararam os valores de pH no processo de desenvolvimento de frutos da acerola e determinaram que os valores de pH aumentam durante a maturação. Esse aumento está relacionado ao processo de respiração durante a maturação, no qual há síntese de sólidos solúveis e uma diminuição dos ácidos, o que resulta no aumento do pH (CHITARRA;

CHITARRA, 2005). O valor médio de pH do licor de subproduto de acerola obtido nesta pesquisa foi de 3,39, corroborando com o estudo de Penha et al. (2001), que também desenvolveram um licor de acerola a partir de subprodutos e alcançaram o mesmo valor de pH.

3 CONCLUSÃO

Foi possível concluir que os licores produzidos estão em conformidade com a legislação brasileira, seguindo a Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, e o Decreto nº 6.871, de 4 de junho de 2009, que estabelecem os padrões para licores. Os resultados destacam a influência do estágio de maturação e do processamento sobre as características dos licores, evidenciando a importância da maturação para a qualidade do produto final e a necessidade de otimizar os processos de extração e produção para melhor aproveitamento dos subprodutos da acerola.

REFERÊNCIAS

AGUILAR, K.; GARVÍN, A.; LARA-SAGAHÓN, A. V.; IBARZ, A. Ascorbic acid degradation in aqueous solution during UV-Vis irradiation. **Food Chemistry**, v. 297, p. 124864, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.05.138

ALVAREZ-SUAREZ, J. M.; GIAMPIERI, F.; GASPARRINI, M.; MAZZONI, L.; SANTOS-BUELGA, C.; GONZÁLEZ-PARAMÁS, A. M.; FORBES-HERNÁNDEZ, T. Y.; AFRIN, S.; PÁEZ-WATSON, T.; QUILES, J. L.; BATTINO, M. The protective effect of acerola (Malpighia emarginata) against oxidative damage in human dermal fibroblasts through the improvement of antioxidant enzyme activity and mitochondrial functionality. **Food & Function**, v. 8, n. 9, p. 3250–3258, 2017. Disponível em: https://doi.org/10.1039/C7FO00859G

AMAROWICZ, R.; PEGG, R. B. Natural antioxidants of plant origin. *In*: *[S. l.: s. n.]*. p. 1–81. *E-book*. Disponível em: https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2019.02.011

ARAUJO-DÍAZ, S. B.; LEYVA-PORRAS, C.; AGUIRRE-BAÑUELOS, P.; ÁLVAREZ-SALAS, C.; SAAVEDRA-LEOS, Z. Evaluation of the physical properties and conservation of the antioxidants content, employing inulin and maltodextrin in the spray drying of blueberry juice. **Carbohydrate Polymers**, v. 167, p. 317–325, 2017. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2017.03.065

BAZEL, Y.; RIABUKHINA, T.; TIRPÁK, J. Spectrophotometric determination of ascorbic acid in foods with the use of vortex-assisted liquid-liquid microextraction. **Microchemical Journal**, v. 143, p. 160–165, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.microc.2018.08.003

BELWAL, T.; DEVKOTA, H. P.; HASSAN, H. A.; AHLUWALIA, S.; RAMADAN, M. F.; MOCAN, A.; ATANASOV, A. G. Phytopharmacology of Acerola (Malpighia spp.) and its potential as functional food. **Trends in Food Science & Technology**, v. 74, p. 99–106, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.01.014

BOROSKI, M.; VISENTAINER, J. V.; COTTICA, S. M.; DE MORAIS, D. R. **Antioxidantes: princípios e métodos analíticos**. 1. ed. *[S. l.: s. n.]*.

BRAGA, A. C. D.; LIMA, M. S.; AZEVEDO, L. C.; RAMOS, M. E. C. Caracterização e obtenção de farinha do resíduo gerado no processo industrial de clarificação do suco de acerola. **Revista Semiárido De Visu**, v. 1, n. 2, p. 126–136, 2011. Disponível em: https://doi.org/10.31416/rsdv.v1i2.202

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **LWT - Food Science and Technology**, v. 28, n. 1, p. 25–30, 1995. Disponível em: https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5

BRASIL. **Resolução nº 44 de 1977**. *[S. l.]*: . CNNPA - Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos, 1977.

BRASIL. DECRETO Nº 6.871**DECRETO Nº 6.871, DE 4 DE JUNHO DE 2009**, Brasil: Câmara dos Deputados, 2009.Disponível em: https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/2009/decreto-6871-4-junho-2009-588673-norma atualizada-pe.pdf

CAETANO, A. C.; MELO, E.; LIMA, V. L.; MACIEL, M. I.; ARAÚJO, C. Extração de antioxidantes de resíduos agroindustriais de acerola. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 12, n. 02, p. 155–160, 2009. Disponível em: https://doi.org/10.4260/BJFT2009800900006

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças - Fisiologia e manuseio**. 2nd. ed. *[S. l.]*: UFLA, 2005. v. 1.

DA CRUZ CARDOSO, J. A.; ROSSALES ROSSALES, R.; LIMONS, B.; FARIAS REIS, S.; DE OLIVEIRA SCHUMACHER, B.; HELBIG, E. Teor e estabilidade de vitamina C em sucos in natura e industrializados. **O Mundo da Saúde**, v. 39, n. 4, p. 460–469, 2015. Disponível em: https://doi.org/10.15343/0104-7809.20153904460469

DE ANDRADE, Y. N. G. M. **Efeitos da ingestão do suco de acerola em mulheres submetidas a um treino específico de treinamento funcional de alta intesidade** . 2023. - UFC, Sobral, 2023.Disponível em: http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/76009

DELVA, L.; SCHNEIDER, R. G. Acerola (Malpighia emarginata DC): Production, Postharvest Handling, Nutrition, and Biological Activity. **Food Reviews International**, v. 29, n. 2, p. 107–126, 2013. Disponível em: https://doi.org/10.1080/87559129.2012.714433

FAN, Y.; LI, X.; YAN, L.; LI, J.; HUA, S.; SONG, L.; WANG, R.; SHA, S. Enhanced extraction of antioxidants from aqueous solutions by ionic liquids. **Separation and Purification Technology**, v. 172, p. 480–488, 2017. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.seppur.2016.09.001

FERREIRA, I. C.; DA SILVA, V. P.; VILVERT, J. C.; FRANÇA SOUZA, F.; FREITAS, S. T.; LIMA, M. dos S. Brazilian varieties of acerola (Malpighia emarginata DC.) produced under tropical semi‐arid conditions: Bioactive phenolic compounds, sugars, organic acids, and antioxidant capacity. **Journal of Food Biochemistry**, v. 45, n. 8, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1111/jfbc.13829

FURLANETO, F. P. B.; NESSER, M. D. Panorama da Cultura da Acerola no Estado de São Paulo. **Pesquisa e Tecnologia - Informações tecnologicas**, v. 12, n. 1, 2015.

GONÇALVES, A. C.; NUNES, A. R.; FALCÃO, A.; ALVES, G.; SILVA, L. R. Dietary Effects of Anthocyanins in Human Health: A Comprehensive Review. **Pharmaceuticals**, v. 14, n. 7, p. 690, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.3390/ph14070690

GUALBERTO, N. C.; DE OLIVEIRA, C. S.; NOGUEIRA, J. P.; DE JESUS, M. S.; ARAUJO, H. C. S.; RAJAN, M.; LEITE NETA, M. T. S.; NARAIN, N. Bioactive compounds and antioxidant activities in the agro-industrial residues of acerola (Malpighia emarginata L.), guava (Psidium guajava L.), genipap (Genipa americana L.) and umbu (Spondias tuberosa L.) fruits assisted by ultrasonic or shaker extraction. **Food Research International**, v. 147, p. 110538, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110538

GUEDES, T. J. F. L.; RAJAN, M.; BARBOSA, P. F.; SILVA, E. de S.; MACHADO, T. de O. X.; NARAIN, N. Phytochemical composition and antioxidant potential of different varieties viz. Flor Branca, Costa Rica and Junco of green unripe acerola (Malphigia emarginata D.C.) fruits. **Food Science and Technology**, v. 42, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1590/fst.46320

HANAMURA, T.; MAYAMA, C.; AOKI, H.; HIRAYAMA, Y.; SHIMIZU, M. Antihyperglycemic Effect of Polyphenols from Acerola (Malpighia emarginata DC.) Fruit. **Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry**, v. 70, n. 8, p. 1813–1820, 2006. Disponível em: https://doi.org/10.1271/bbb.50592

IBGE. **Censo Agropecuário**. *[s. l.]*, 2017.

INFANTE, J.; SELANI, M. M.; TOLEDO, N. M. V.; SILVEIRA, M. F.; ALENCAR, S. M.; SPOTO, M. H. F. Atividade Antioxidante De Resíduos Agroindustriais De Frutas Tropicais. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 24, n. 1, p. 92, 2013. Disponível em: http://200.145.71.150/seer/index.php/alimentos/article/view/87

JAESCHKE, D. P.; MARCZAK, L. D. F.; MERCALI, G. D. Evaluation of non-thermal effects of electricity on ascorbic acid and carotenoid degradation in acerola pulp during ohmic heating. **Food Chemistry**, v. 199, p. 128–134, 2016. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.11.117

JIANG, J.; XIONG, Y. L. Natural antioxidants as food and feed additives to promote health benefits and quality of meat products: A review. **Meat Science**, v. 120, p. 107–117, 2016. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.04.005

KAUR, R.; NAYYAR, H. Ascorbic Acid. *In*: **Oxidative Damage to Plants**. *[S. l.]*: Elsevier, 2014. p. 235–287. *E-book*. Disponível em: https://doi.org/10.1016/B978-0-12-799963-0.00008-3

KOBORI, C. N.; JORGE, N. Caracterização dos óleos de algumas sementes de frutas como aproveitamento de resíduos industriais. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 5, p. 1008–1014, 2005. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S1413-70542005000500014

LADO, J.; ALÓS, E.; RODRIGO, M. J.; ZACARÍAS, L. Light avoidance reduces ascorbic acid accumulation in the peel of Citrus fruit. **Plant Science**, v. 231, p. 138–147, 2015. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2014.12.002

LEFFA, D. D.; DA SILVA, J.; PETRONILHO, F. C.; BIÉLLA, M. S.; LOPES, A.; BINATTI, A. R.; DAUMANN, F.; SCHUCK, P. F.; ANDRADE, V. M. Acerola (Malpighia emarginata DC.) juice intake protects against oxidative damage in mice fed by cafeteria diet. **Food Research International**, v. 77, p. 649–656, 2015. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.10.006

MALEGORI, C.; NASCIMENTO MARQUES, E. J.; DE FREITAS, S. T.; PIMENTEL, M. F.; PASQUINI, C.; CASIRAGHI, E. Comparing the analytical performances of Micro-NIR and FT-NIR spectrometers in the evaluation of acerola fruit quality, using PLS and SVM regression algorithms. **Talanta**, v. 165, p. 112–116, 2017. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.talanta.2016.12.035

MANELA-AZULAY, M.; MANDARIM-DE-LACERDA, C. A.; PEREZ, M. de A.; FILGUEIRA, A. L.; CUZZI, T. Vitamina C. **Anais Brasileiros de Dermatologia**, v. 78, n. 3, p. 265–272, 2003. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S0365-05962003000300002

MARIANO-NASSER, F. A. D. C.; NASSER, M. D.; FURLANETO, K. A.; RAMOS, J. A.; VIEITES, R. L.; PAGLIARINI, M. K. Bioactive compounds in different acerola fruit cultivares. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 38, n. 4Supl1, p. 2505, 2017. Disponível em: https://doi.org/10.5433/1679-0359.2017v38n4SUPLp2505

MARQUES, T. R.; CAETANO, A. A.; SIMÃO, A. A.; CASTRO, F. C. de O.; DE OLIVEIRA RAMOS, V.; CORRÊA, A. D. Metanolic extract of Malpighia emarginata bagasse: phenolic compounds and inhibitory potential on digestive enzymes. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 26, n. 2, p. 191–196, 2016. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.bjp.2015.08.015

MARQUES, T. R.; CESAR, P. H. S.; BRAGA, M. A.; MARCUSSI, S.; CORRÊA, A. D. Fruit Bagasse Phytochemicals from Malpighia Emarginata Rich in Enzymatic Inhibitor with Modulatory Action on Hemostatic Processes. **Journal of Food Science**, v. 83, n. 11, p. 2840–2849, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.1111/1750-3841.14330

MENDES, A. M. S. *et al.* **A cultura da acerola**. 3. ed. Brasília: Embrapa, 2012. v. 1. *E-book*. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/952709/1/PLANTARAcerolaed032012.pdf

MEZADRI, T.; FERNÁNDEZ-PACHÓN, M. S.; VILLAÑO, D.; GARCÍA-PARRILLA, M. C.; TRONCOSO, A. M. El fruto de la acerola: composición y posibles usos alimenticios. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v. 56, n. 2, p. 101–109, 2006. Disponível em: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222006000200001&lng=es&nrm=iso&tlng=es

MISKINIS, R. de A. S.; DO NASCIMENTO, L. Á.; COLUSSI, R. Bioactive compounds from acerola pomace: A review. **Food Chemistry**, v. 404, p. 134613, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.134613

MOMENTO DA ARTE. **Estimar Teor do licor - Aprenda tudo sobre Licores**. *[s. l.]*, 2024. Disponível em: https://momentodaarte.com.br/cursos/licores-caseiros/5/?r=29. Acesso em: 17 ago. 2024.

MONTEIRO, S. A.; BARBOSA, M. M.; MAIA DA SILVA, F. F.; BEZERRA, R. F.; DA SILVA MAIA, K. Preparation, phytochemical and bromatological evaluation of flour obtained from the acerola (Malpighia punicifolia) agroindustrial residue with potential use as fiber source. **LWT**, v. 134, p. 110142, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110142

MOTOHASHI, N. *et al.* Biological activity of barbados cherry (acerola fruits, fruit of Malpighia emarginata DC) extracts and fractions. **Phytotherapy Research**, v. 18, n. 3, p. 212–223, 2004. Disponível em: https://doi.org/10.1002/ptr.1426

MOURA, C. F. H.; OLIVEIRA, L. de S.; DE SOUZA, K. O.; DA FRANCA, L. G.; RIBEIRO, L. B.; DE SOUZA, P. A.; DE MIRANDA, M. R. A. Acerola— Malpighia emarginata. *In*: **Exotic Fruits**. *[S. l.]*: Elsevier, 2018. p. 7–14. *E-book*. Disponível em: https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803138-4.00003-4

NASCIMENTO FILHO, E. do; BARROCA SILVA, N. N.; CONVERTI, A.; FERREIRA GROSSO, C. R.; PINHEIRO SANTOS, A. M.; SILVA RIBEIRO, D.; MACIEL, M. I. S. Microencapsulation of acerola (Malpighia emarginata DC) AND ciriguela (Spondias purpurea L) mixed juice with different wall materials. **Food Chemistry Advances**, v. 1, p. 100046, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.focha.2022.100046

NOGUEIRA, G. **Carbonização hidrotérmica de resíduos de acerola (Malpighia emarginata D.C.): estudo de otimização, caracterização do hidrocarvão e aplicação**. 2020. - Universidade Federal de Uberlândia, *[s. l.]*, 2020.Disponível em: https://doi.org/10.14393/ufu.te.2020.249

PATTNAIK, M.; PANDEY, P.; MARTIN, G. J. O.; MISHRA, H. N.; ASHOKKUMAR, M. Innovative Technologies for Extraction and Microencapsulation of Bioactives from Plant-Based Food Waste and Their Applications in Functional Food Development. **Foods**, v. 10, n. 2, p. 279, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.3390/foods10020279

PAZ, M.; GÚLLON, P.; BARROSO, M. F.; CARVALHO, A. P.; DOMINGUES, V. F.; GOMES, A. M.; BECKER, H.; LONGHINOTTI, E.; DELERUE-MATOS, C. Brazilian fruit pulps as functional foods and additives: Evaluation of bioactive compounds. **Food Chemistry**, v. 172, p. 462–468, 2015. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.09.102

PELIZER, L. H.; PONTIERI, M. H.; MORAES, I. D. O. Utilização de Resíduos Agro-Industriais em Processos Biotecnológicos como Perspectiva de Redução do Impacto Ambiental. **Journal of Technology Management & Innovation**, v. 2, n. 1, p. 118–127, 2007. Disponível em: https://doi.org/10.5216/bgg.V31i2.16843

PENHA, E. D. M.; BRAGA, N. C. A. S.; DA MATTA, V. M.; CABRAL, L. M. C.; DELLA MODESTA, R. C.; DE FREITAS, S. C. Utilização do retentado da ultrafiltração do suco de acerola na elaboração de licor. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 19, n. 2, 2001. Disponível em: https://doi.org/10.5380/cep.v19i2.1238

PENHA, E. M. **Manual para fabricação artesanal de licor de acerola**2004. p. 17.Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/415868/1/2004DOC0061.pdf

PEREIRA, C. T. M. OBTENÇÃO, CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE ANTIOXIDANTE in vitro DA FARINHA DE RESÍDUO DE ACEROLA (Malpighia glabra L.). **Acta Tecnológica**, v. 8, n. 2, p. 50–56, 2014. Disponível em: https://doi.org/10.35818/acta.v8i2.213

POLETTO, P.; ÁLVAREZ-RIVERA, G.; LÓPEZ, G.-D.; BORGES, O. M. A.; MENDIOLA, J. A.; IBÁÑEZ, E.; CIFUENTES, A. Recovery of ascorbic acid, phenolic compounds and carotenoids from acerola by-products: An opportunity for their valorization. **LWT**, v. 146, p. 111654, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111654

PRAKASH, A.; BASKARAN, R. Acerola, an untapped functional superfruit: a review on latest frontiers. **Journal of Food Science and Technology**, v. 55, n. 9, p. 3373–3384, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s13197-018-3309-5

PRITAM, P.; DEKA, R.; BHARDWAJ, A.; SRIVASTAVA, R.; KUMAR, D.; JHA, A. K.; JHA, N. K.; VILLA, C.; JHA, S. K. Antioxidants in Alzheimer's Disease: Current Therapeutic Significance and Future Prospects. **Biology**, v. 11, n. 2, p. 212, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.3390/biology11020212

PROTTI, M.; GUALANDI, I.; MANDRIOLI, R.; ZAPPOLI, S.; TONELLI, D.; MERCOLINI, L. Analytical profiling of selected antioxidants and total antioxidant capacity of goji (Lycium spp.) berries. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis**, v. 143, p. 252–260, 2017. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.jpba.2017.05.048

RAMADAN, L.; DUARTE, C. R.; BARROZO, M. A. S. A New Hybrid System for Reuse of Agro-industrial Wastes of Acerola: Dehydration and Fluid Dynamic Analysis. **Waste and Biomass Valorization**, v. 10, n. 8, p. 2273–2283, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s12649-018-0247-4

REALINI, C. E.; GUÀRDIA, M. D.; DÍAZ, I.; GARCÍA-REGUEIRO, J. A.; ARNAU, J. Effects of acerola fruit extract on sensory and shelf-life of salted beef patties from grinds differing in fatty acid composition. **Meat Science**, v. 99, p. 18–24, 2015. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.08.008

REZENDE, Y. R. R. S.; NOGUEIRA, J. P.; NARAIN, N. Microencapsulation of extracts of bioactive compounds obtained from acerola (Malpighia emarginata DC) pulp and residue by spray and freeze drying: Chemical, morphological and chemometric characterization. **Food Chemistry**, v. 254, p. 281–291, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.02.026

RIBEIRO, D. N. **Encapsulação de compostos bioativos da acerola (Malpighia emarginata DC) por spray drying e nanoprecipitação usando carreadores proteicos: avaliação das partículas de acerola, estabilidade de armazenamento e aplicação em produtos alimentares**. 2024. Tese (Doutorado em Engenharia Química) - Universidade federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2024.Disponível em: https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/60181

RIGHETTO, A. M.; NETTO, F. M.; CARRARO, F. Chemical Composition and Antioxidant Activity of Juices from Mature and Immature Acerola (Malpighia emarginata DC). **Food Science and Technology International**, v. 11, n. 4, p. 315–321, 2005. Disponível em: https://doi.org/10.1177/1082013205056785

RITZINGER, R.; RITZINGER, C. H. S. P. Acerola. **Informe Agropecuário Embrapa**, v. 32, n. 264, p. 17–25, 2011.

RUFINO, M. do S. M.; ALVES, R. E.; DE BRITO, E. S.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F.; MANCINI-FILHO, J. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v. 121, n. 4, p. 996–1002, 2010. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.01.037

SANCHO, S. de O.; DA SILVA, A. R. A.; DANTAS, A. N. de S.; MAGALHÃES, T. A.; LOPES, G. S.; RODRIGUES, S.; DA COSTA, J. M. C.; FERNANDES, F. A. N.; SILVA, M. G. de V. Characterization of the Industrial Residues of Seven Fruits and Prospection of Their Potential Application as Food Supplements. **Journal of Chemistry**, v. 2015, p. 1–8, 2015. Disponível em: https://doi.org/10.1155/2015/264284

SANTOS, K. O.; NETO, B. A. M.; OLIVEIRA, S.; RAMOS, M. E. C.; AZEVEDO, L. C. Obtenção de Farinha com o Resíduo da Acerola (Malpighia Glabra L.). **Conepi**, v. 1, n. 1, 2010.

SAQUETI, B. H. F.; ALVES, E. S.; PONHOZI, I. B. S.; CASTILHO, P. A.; CASTRO, M. C.; SOUZA, P. M.; FAVETTA, P. M.; VISENTAINER, J. V.; SANTOS, O. de O. Viabilidade da obtenção de polpa de acerola (malpighia spp) microencapsulada e liofilizada: Uma revisão. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 2, p. e30410212536, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.33448/rsd-v10i2.12536

SELIMOVIC, A.; SALKIC, M.; SELIMOVIC, A. Direct Spectrophotometric Determination of L-Ascorbic acid in Pharmaceutical Preparations using Sodium Oxalate as a Stabilizer. **International Journal of Basic & Applied Sciences**, v. 11, n. 2, p. 106–109, 2011.

SINGLETON, V. L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA-RAVENTÓS, R. M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *In*: *[S. l.: s. n.]*. p. 152–178. *E-book*. Disponível em: https://doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99017-1

SOUZA, N. C.; DE OLIVEIRA NASCIMENTO, E. N.; DE OLIVEIRA, I. B.; OLIVEIRA, H. M. L.; SANTOS, E. G. P.; MOREIRA CAVALCANTI MATA, M. E. R.; GELAIN, D. P.; MOREIRA, J. C. F.; DALMOLIN, R. J. S.; DE BITTENCOURT PASQUALI, M. A. Anti-inflammatory and antixidant properties of blend formulated with compounds of Malpighia emarginata D.C (acerola) and Camellia sinensis L. (green tea) in lipopolysaccharide-stimulated RAW 264.7 macrophages. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 128, p. 110277, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.biopha.2020.110277

TEIXEIRA, L. J. Q.; SIMÕES, L. S.; ROCHA, C. T.; SARAIVA, S. H.; JUNQUEIRA, M. S. Tecnologia, Composição e Processamento de Licores. **Enciclopédia Biosfera**, v. 7, n. 12, p. 1–17, 2011.

TSIMOGIANNIS, D.; OREOPOULOU, V. Classification of Phenolic Compounds in Plants. *In*: **Polyphenols in Plants**. *[S. l.]*: Elsevier, 2019. p. 263–284. *E-book*. Disponível em: https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813768-0.00026-8

VENDRAMINI, A. L. A.; TRUGO, L. C. Phenolic compounds in acerola fruit (Malpighia punicifolia, L.). **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 15, n. 5, p. 664–668, 2004. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S0103-50532004000500009

VIANA, L. G.; CRUZ, P. S. Reaproveitamento de Resíduos Agroindustriais. *In*: 2016, Cruz das Almas - Bahia. **Congresso Baiano de Engenharia Sanitária e Ambiental, IV COBESA**. Cruz das Almas - Bahia: *[s. n.]*, 2016.

XU, M.; SHEN, C.; ZHENG, H.; XU, Y.; XUE, C.; ZHU, B.; HU, J. Metabolomic analysis of acerola cherry (Malpighia emarginata) fruit during ripening development via UPLC-Q-TOF and contribution to the antioxidant activity. **Food Research International**, v. 130, p. 108915, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108915