



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
– CAMPUS PICOS**

DIRETORIA DE ENSINO

CURSO: LICENCIATURA EM QUÍMICA

DISCIPLINA: TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

MARIAN KAROLINE DOS SANTOS MEDEIROS

Avaliação Físico-Química e determinação do teor de carotenoides totais da
espécie *Passiflora cincinnata*

PICOS-PI 2024

MARIAN KAROLINE DOS SANTOS MEDEIROS

Avaliação Físico-Química e determinação do teor de carotenoides totais da
espécie *Passiflora cincinnata*

Trabalho de Conclusão de Curso
(monografia) apresentado como
exigência parcial para obtenção do
diploma do Curso de Licenciatura
em química do Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia do
Piauí, Campus Picos.

Orientador(a): Prof. Dr. Luiz Brito

PICOS- 2024

FICHA CATALOGRÁFICA

**1 INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ CAMPUS
PICOS**

COORDENAÇÃO DE BIBLIOTECA
SERVIÇO DE PROCESSOS TÉCNICOS

M488a Medeiros, Marian Karoline dos Santos

Avaliação Físico-Química e determinação do teor de carotenoides totais da espécie *Passiflora cincinnata* / Marian Karoline dos Santos Medeiros. — 2024.
37 f.

Monografia (Graduação em Licenciatura em Química) — Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Picos, 2024.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Brito de Souza Filho.

1. Físico-química. 2. Sólidos solúveis totais.
3. Carotenoides. I. Título.

CDD: 541.3

MARIAN KAROLINE DOS SANTOS MEDEIROS

Avaliação Físico-Química e determinação do teor de carotenoides totais da
espécie *Passiflora cincinnata*

Projeto de pesquisa apresentado como
exigência para aprovação na disciplina
Trabalho de conclusão de curso do Curso de
Licenciatura em Química do Instituto Federal
de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí,
Campus Picos.

Aprovada em: ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Luiz Brito de Souza Filho (Orientador)
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof. Me. Jorge Roberto Assunção Cardoso (Avaliador)
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof. Me. Francisco de Assis Araújo Barros (Avaliador)
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

DEDICATÓRIA

Com imensa gratidão, dedico este trabalho à minha família, que sempre acreditou em mim e me impulsionou a seguir em frente. Em especial à minha avó Maria Santos, cuja sabedoria e palavras de incentivo foram a minha maior inspiração.

AGRADECIMENTOS

A Deus, fonte da minha força. Filipenses 4:13

Ao Prof. Dr. Luiz Brito de Souza Filho meus sinceros agradecimentos pela inestimável orientação durante a elaboração deste Trabalho de Conclusão de Curso e pela concessão do projeto.

Ao Instituto Federal do Piauí (IFPI), em especial aos seus professores e funcionários, meus sinceros agradecimentos pelo ensino de qualidade e pelo apoio durante minha formação.

Ao meu amigo Matheus Santos, gostaria de expressar minha sincera gratidão pela sua presença e apoio durante os trabalhos no laboratório, sua companhia foi fundamental para o processo.

Agradeço imensamente à minha mãe, Kedna Cley, por todos os conselhos sábios, o incentivo constante, o amor incondicional e o carinho que sempre me dedica.

Expresso minha profunda gratidão à minha avó, Maria Santos, por todo o suporte, amor e cuidados que recebi ao longo da minha vida.

A minha amiga Maria Cristiana, a amiga que sempre esteve ao meu lado, nos momentos de alegria e de desafios: obrigada por ter me ouvido, me consolado e me incentivado a seguir em frente agradeço imensamente por todo o apoio incondicional e a amizade sincera que me proporcionou durante essa importante fase da minha vida acadêmica. Sua presença foi fundamental para meu crescimento pessoal e profissional.

RESUMO

Considerando o status do Brasil como principal produtor mundial de maracujá, a relevância econômica dessa cultura para o país é evidente, este trabalho teve como foco o estudo do maracujá-do-mato, uma espécie nativa com grande potencial nutricional e funcional. Foram avaliadas as características físicoquímicas de frutos “*in natura*”, incluindo peso, pH, sólidos solúveis totais, acidez titulável e umidade. Além disso, foi determinada a composição de compostos bioativos, como carotenoides, substâncias com reconhecida ação antioxidante e benéfica para a saúde. As análises foram realizadas em triplicata no Laboratório de química do IFPI campus Picos, visando garantir a confiabilidade dos resultados e permitir uma comparação precisa entre as amostras. Os dados obtidos neste estudo contribuem para o conhecimento científico sobre o maracujá-do-mato e podem subsidiar o desenvolvimento de novos produtos e aplicações, explorando o seu potencial na indústria alimentícia e farmacêutica.

Palavras-chave: pH; sólidos solúveis totais; acidez titulável; carotenoides.

ABSTRACT

Elemento Given Brazil's status as the world's leading producer of passion fruit, the economic significance of this crop to the country is evident. This study focused on the wild passion fruit, a native species with great nutritional and functional potential. Physicochemical characteristics of fresh fruits were evaluated, including weight, pH, total soluble solids, titratable acidity, and moisture content. Additionally, the composition of bioactive compounds, such as carotenoids, substances with recognized antioxidant and health-promoting properties, was determined. Analyses were performed in triplicate at the IFPI Picos campus laboratory, aiming to ensure the reliability of the results and allow for precise comparisons between samples. The data obtained in this study contribute to the scientific knowledge about wild passion fruit and can support the development of new products and applications, exploring its potential in the food and pharmaceutical industries.

Keywords: pH; total soluble solids; titratable acidity; carotenoids.

LISTA DE TABELAS

Tabela-1 Resultado das análises físico-químicas do *Passiflora cincinnata*27
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ATT – Acidez Titulável Total

pH - potencial hidrogeniônico

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

NaOH- hidróxido de sódio

SST - Sólidos Solúveis Totais

LISTA DE SÍMBOLOS

g - grama

mg - miligrama

mL – mililitro

nm – nanômetro

λ – comprimento de onda

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 Aspectos morfológicos das plantas <i>P. Cinnata</i>	15
Figura 2 – Aspectos morfológicos dos frutos <i>P. Cinnata</i> (a) e (b)	15
Figura 3 - Gráfico do valor do Maracujá no Piauí	16
Figura 4 – Estrutura do β -Caroteno	17
Figura 5 - Estrutura da Xantina	18
Figura 6 - Técnica analítica volumétrica para determinar a acidez titulável	23
Figura 7 - Análise de pH	24
Figura 8 - Mecanismo de obtenção dos carotenoides	25
Figura 9 -Espectro de absorção no ultravioleta-visível (350-600 nm) obtidos dos extratos do <i>Passiflora cinnata</i>	29
Figura 10 - Padronização de NaOH através de uma titulação.....	36
Figura 11 - Homogeneização do maracujá com água destilada	36
Figura 12 - Medição do pH	36
Figura 13 - Secagem das amostras na estufa	37
Sumário	
1 INTRODUÇÃO	12
2 REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1 Bioativos	17
2.1.1 Carotenoides	17
2.2 Propriedades físicas	19
2.2.1 Análise do PH	19
2.2.2 Acidez	19
2.2.3 Sólidos solúveis totais	20
2.2.4 Umidade	20
3 OBJETIVOS	21
Objetivo geral	21
Objetivos específicos.....	21
4 MATERIAIS E MÉTODOS	22
4.1 Propriedades Físico-Químicas	22
4.1.1 Acidez Titulável.....	22

4.1.2 pH.....	23
4.1.3 Sólidos solúveis totais	24
4.1.4 Umidade	24
4.2 Teor carotenoides totais.....	25
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
5.1 Propriedades Físicas	28
5.1.1 pH.....	28
5.1.2 Acidez titulável	28
5.1.3 Sólidos solúveis totais (SST)	28
5.1.4 Umidade	29
5.2 Teor dos carotenoides	29
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	31
7 REFERÊNCIAS	32
APÊNDICE.....	36

2 INTRODUÇÃO

Um presente das Américas para o mundo, o maracujá do gênero *Passiflora* é cultivado em larga escala no Brasil, líder mundial em sua produção. Com sua casca resistente e polpa succulenta, de sabor inconfundível, essa fruta tropical é um verdadeiro tesouro. Além de ser uma delícia para o paladar, o maracujá possui propriedades medicinais e um rico significado cultural, sendo apreciado por gerações (Lopes *et al.*, 2024). Abundante em vitaminas A e C, o maracujá é apreciado pela população em diferentes formas, como sucos, geleias e cosméticos (Santos *et al.*, 2024). A categoria *Passiflora* inclui 465 tipos distintos, sendo que aproximadamente 150 a 200 têm sua origem no Brasil, dentre essas, cerca de 70 variedades são reconhecidas por gerar frutas comestíveis (Nascimento, 2016).

Sob uma perspectiva econômica para o Brasil, a relevância do cultivo dessa espécie tem experimentado um notável incremento (Sena, 2012), sendo uma planta de fácil adaptação aos biomas brasileiros, encoraja os agricultores a cultivarem o plantio, consequentemente comercializando os frutos em feiras livres e estabelecimentos comerciais. A propagação do consumo de frutas *in natura* nas áreas urbanas, aliada à expansão das indústrias de extração de sucos, conferiu ao maracujá uma importância econômica significativa em nível nacional (Sena, 2012).

Segundo o Ministério da Fazenda (2023), a arrecadação de maracujá no Brasil atingiu a cifra de 2,318 trilhões de reais, distribuídos entre 34.674 estabelecimentos, resultando em uma renda *per capita* equivalente a 56,88 mil reais. No Piauí foram produzidas mais de 300 toneladas de maracujá em 54 estabelecimentos (IBGE, 2022).

A exportação de maracujá do Brasil ainda é incipiente, ocorrendo em pequena escala, com destaque para frutas frescas e suco concentrado, os países europeus são os principais destinos, mas a participação da fruta fresca nas exportações totais é limitada a 1,5%, devido à alta demanda interna seus sucos concentrados representam a maior parcela das exportações, sendo mais intensamente comercializados com Holanda, Estados Unidos, Porto Rico, Japão e Alemanha, que importam 76% do suco concentrado produzido no Brasil (Melletti, 2011).

Além disso, do ponto de vista farmacológico, as espécies do gênero *Passiflora* são frequentemente empregadas como agentes "calmantes", indutores do sono, sedativos e ansiolíticos (Gazola, 2014). O maracujá, cujo nome científico é *Passiflora edulis* e que é comumente referido como maracujá azedo ou amarelo, é a variedade mais prevalente e amplamente comercializada, apesar de ter sua origem no território brasileiro, o cultivo dessa planta se expandiu globalmente, com o Brasil sendo reconhecido como seu principal produtor em escala mundial (Cazarin, *et al.*, 2014).

O maracujazeiro é uma planta dicotiledônea que produz diversas espécies de maracujá como frutos. Entre as principais variedades, destaca-se o *Passiflora edulis*: essa espécie é a mais cultivada e de maior interesse comercial na indústria, não apenas na alimentação, mas em diversos setores no Brasil, outra variedade significativa é o *Passiflora cincinnata*: reconhecido como maracujá do mato, adequado para consumo como fruto fresco na região do cerrado (Nachbar, 2013).

Nos últimos anos, a identificação de compostos bioativos em espécies vegetais tem sido explorada devido à crescente popularidade dos medicamentos fitoterápicos (Nachbar, 2013). Os consumidores buscam cada vez mais alimentos com propriedades bioativas para promover saúde e bem-estar, essas fito moléculas, com características químicas diversas e complexidade, geralmente não interferem nas funções vitais das plantas, ao contrário do metabolismo primário, onde os constituintes químicos são essenciais para a atividade celular em todos os seres vivos (Nachbar, 2013).

Diante o exposto as numerosas espécies de *Passiflora* nativas do Brasil, é de suma importância estudar as características físicas e físico-químicas, compostos bioativos e atividade antioxidante do Maracujá, sendo essencial devido à sua importância no desenvolvimento da agricultura de frutos tropicais no Nordeste brasileiro (Da Silveira, *et al.*, 2018). Além de atender à demanda para consumo *in natura*, o maracujá desempenha um papel vital na agroindústria, gerando produtos derivados de relevância econômica, nutricional, farmacológica, funcional e na indústria de cosméticos (Da Silveira *et al.*, 2018).

3 REFERENCIAL TEÓRICO

O aumento do interesse global por frutas nativas do Brasil tem impulsionado a condução de pesquisas na Caatinga, um bioma exclusivamente brasileiro o ecossistema, sujeito a secas intensas e estiagens prolongadas do clima semiárido, apresenta vegetação e fauna adaptadas a essa condição. A vegetação desenvolve mecanismos de sobrevivência diante da escassez de água, enquanto a fauna demonstra diversidade e realiza migrações durante os períodos de estiagem (Rodrigues *et al.*, 2019).

Assim como o bioma exclusivo chamado Caatinga, a região do nordeste também se destaca por abrigar uma planta sinônima e botânica conhecida como Maracujá do mato (*Passiflora cincinnata*) da família Passifloraceae, que demonstra uma notável capacidade de prosperar em condições de extrema escassez hídrica, graças à sua morfologia e metabolismo distintivos, e também o maracujá amarelo (*Passiflora Edulis*) pertencente a espécie *Passiflora*. Ambos os frutos, maracujá do mato e maracujá amarelo são empregados tanto no consumo in natura quanto na produção de sucos, doces, polpas, geleias e medicamentos (Araujo *et al.*, 2019).

A família *Passiflora* corresponde a mais de 600 espécies distintas, dentre elas mais de 150 são nativos do Brasil, muito conhecido por seus efeitos calmante e seu sabor azedo, esses frutos são comumente comercializados em feiras livres, quitandas e vendedores ambulantes. Seu consumo em grande quantidade ocorre no verão em forma do suco da fruta, época em que seu preço aumenta devido à grande procura pela população (Souza, 2006).

O *Passiflora cincinnata* é uma espécie que se refere a característica cristalográfica de uma substância comumente conhecida como polimorfos. Seus frutos chegam há tamanhos distintos, com alguns atingindo 80 g e outros variando entre 40 e 50 g. Além disso, há variações na coloração das flores, bem como na cor e no sabor do suco. De acordo com a Figura 1, o maracujá do mato nasce na caatinga como uma planta trepadeira no cerrado, as flores exibem tonalidade azulada deslumbrante quando submetidas à irrigação, as plantas

apresentam floração ao longo de todo o ano. Há casos em que o cultivo é realizado em áreas separadas, seguindo princípios da agricultura sustentável (De Oliveira, 2005).

Figura 1 Aspectos morfológicos das plantas *P. Cincinnata*



Fonte: foto do site Maracujá-da-caatinga

Figura 2– Aspectos morfológicos dos frutos *P. Cincinnata* (a) e (b)



Fonte: (Araújo et al, 2018)



Fonte: (Araújo et al, 2018)

Os frutos possuem formato ovóide, medindo 5,0 cm de comprimento por 3,0 cm de largura como mostra na Figura 2a. As sementes são ovais, com dimensões de 0,5 a 0,6 cm de comprimento e 0,4 cm de largura, sua carne branca como é mostrada na figura 2 B se difere das outras espécies de *Passiflora* sua cor verde que permanece por longas etapas de maturação é algo também diferencial pois mesmo no estado maduro do fruto ele permanece com sua casca esverdeada (De Oliveira, 2005).

Após o seu plantio em condições propícias de água e nutrientes, o maracujá-da-caatinga inicia o processo de floração em cerca de 120 a 150 dias. Na Região de Picos no Piauí, o processo de frutificação ocorre no mês de outubro e pode levar até o mês de abril, com picos de floração em fevereiro e março. Com base nos dados do IBGE de 2022, no Piauí, a produção alcançou um valor de 866 mil reais, com 301 toneladas produzidas em uma área colhida de 25 hectares. Além disso, foi registrado um total de 54 estabelecimentos e 36 mil unidades de pés no ano de 2017.

Ao avaliar o gráfico da Figura 3, observa-se um pico de 500 reais em 2018, seguido por um aumento expressivo para um intervalo entre 1000 e 1500 em 2019. Em 2020, houve uma redução para 500, enquanto de 2021 a 2022, o valor permaneceu próximo a 1000.

Figura 3- Gráfico do valor do Maracujá no Piauí

Série histórica - Maracujá - Valor da produção



Fonte: (IBGE, Censo Agropecuário, 2022)

3.1 Bioativos

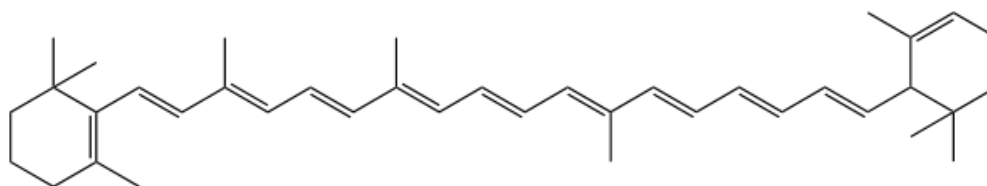
Os compostos bioativos possuem propriedades vantajosas para a saúde, contribuindo para a promoção e preservação do bem-estar. Isso engloba a diminuição do risco de manifestação de doenças crônicas degenerativas, tais como diabetes tipo II, câncer, osteoporose, doenças cardiovasculares e inflamações (Figueiredo *et al.*, 2015).

3.1.1 Carotenoides

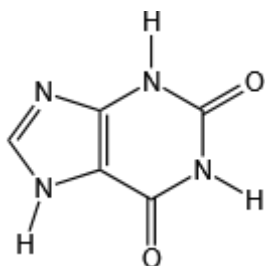
Entre os compostos bioativos já identificados, incluem-se os carotenoides que são pigmentos solúveis em lipídios, com tonalidades alaranjadas, amarelas e vermelhas, sendo predominantemente encontrados em frutas e vegetais tendo popularmente o beta-caroteno que é um grande precursor da vitamina A (Nachbar, 2013). Além de outros como licopeno, luteína e zeaxantina, possuem propriedades antioxidantes. Esses compostos atuam como neutralizadores de radicais livres e outras espécies reativas de oxigênio, como o oxigênio singlete, graças às suas estruturas de duplas ligações conjugadas (Rao, 2007).

Os carotenoides podem ser classificados em duas categorias: carotenos e xantofilas. Os carotenos são compostos por cadeias de carbono e hidrogênio, que podem ser lineares ou apresentar anéis em suas extremidades Figura 5. As xantofilas Figura 5, por sua vez, são derivados dos carotenos, contendo oxigênio em sua estrutura molecular (Mesquita *et al.*, 2017).

Figura 4– Estrutura do β -Caroteno



Fonte: (Autoria própria).

Figura 5- Estrutura da Xantina

Fonte: (Autoria própria).

Quimicamente, os carotenoides são tetraterpenoides C_{40} , constituídos por hidrocarbonetos naturais e seus derivados. Originam-se da combinação de oito unidades isoprenoides C_5 , resultando em uma cadeia carbônica de quarenta átomos de carbono, exceto no caso da crocetina e bixina, que apresentam menos de quarenta átomos de carbono na cadeia. As moléculas contêm uma estrutura de ligação dupla que forma o cromóforo, o qual é responsável pela coloração que confere aos alimentos, podendo ser identificado pelo método de absorção apresentando absorção máxima de luz na faixa de comprimentos de onda entre 410 nm e 510 nm (Moraes, 2006).

Uma das maiores vantagens dos carotenóides é sua capacidade de combater os efeitos do envelhecimento. Eles atuam como antioxidantes, protegendo nossas células dos danos causados pelos radicais livres, que estão associados ao envelhecimento precoce e a diversas doenças crônicas, os carotenóides são poderosos compostos presentes em muitos alimentos coloridos que desempenham um papel crucial em nossa saúde. Eles fortalecem nosso sistema imunológico, auxiliando nosso corpo a combater infecções e doenças. Além disso, esses pigmentos naturais ajudam as células do nosso corpo a se comunicarem de forma eficiente, o que é fundamental para o funcionamento adequado de todos os nossos órgãos (Uenojo, 2007).

No valor nutricional humano, desempenhando um papel crucial na promoção da saúde. Parte deles é convertida em vitamina A, essencial para a visão, função imunológica e saúde da pele. Além disso, acredita-se que os

carotenoides oferecem vantagens à saúde cardiovascular e podem auxiliar na prevenção de algumas doenças crônicas (Morais, 2006).

3.2 Propriedades físicas

3.2.1 Análise do PH

Os métodos de avaliação do pH são classificados como colorimétricos ou eletrométricos. No primeiro grupo, indicadores que mudam de cor em resposta a concentrações específicas de íons de hidrogênio são utilizados. Contudo, esses métodos são aproximados e inadequados para soluções intensamente coloridas, turvas ou coloidais, onde o indicador pode ser absorvido, afetando os resultados (Instituto Adolf Lutz, 2008).

O pHmetro, fundamental na análise instrumental, fornece medidas precisas da concentração de íons H^+ em soluções aquosas. Ao converter automaticamente o potencial do eletrodo em unidades de pH, a precisão do equipamento é garantida quando a temperatura da amostra corresponde à calibração realizada, reduzindo possíveis erros (Osborn, 2013).

3.2.2 Acidez

Acidez, derivada do termo latino "acetum" ou azedo, representa um dos cinco sabores fundamentais que o nosso paladar pode discernir. Os demais incluem o amargo, salgado, doce e umami, este último referindo-se a um "gosto saboroso e agradável". A acidez das frutas está ligada à presença de ácidos orgânicos, com o ácido cítrico sendo o mais comum e usado como referência. Frutas maduras têm pH mais alto, sendo menos azedas e mais agradáveis. A diversidade de ácidos, como o cítrico em frutas cítricas, é influenciada pelos ânions, proporcionando sensações além do azedo (Moreno, 2015).

As medições de acidez titulável abordam a concentração total de ácido em alimentos, enquanto o pH avalia a acidez em termos de íons H^+ . O medidor de pH quantifica essa acidez pela diferença de potencial entre eletrodos,

refletindo a acidez ativa. Alimentos e bebidas variam amplamente em valores de pH, indicando sua acidez ou alcalinidade. Exemplos incluem carne e vinagre como ácidos, e vegetais e frutas como alcalinos (Mettler-Toledo, 2023).

A análise da acidez é crucial para avaliar o estado de conservação de um produto alimentício. Processos de decomposição, como hidrólise, oxidação ou fermentação, geralmente alteram a concentração de íons de hidrogênio. Existem dois principais métodos para determinar a acidez: a avaliação da acidez titulável, que envolve a titulação com soluções padrão de álcali para medir a acidez do produto ou de suas soluções aquosas ou alcoólicas, e a avaliação da concentração de íons de hidrogênio livres por meio do pH. A acidez titulável pode ser expressa em mL de solução molar por cento ou em gramas do componente ácido principal (Instituto Adolf Lutz, 2008)

3.2.3 Sólidos solúveis totais

O Brix, que representa a quantidade de açúcares e outros sólidos solúveis presentes em uma amostra, é um indicador fundamental para a indústria alimentícia. Ele permite avaliar a qualidade das matérias-primas, como frutas, e garantir a padronização dos produtos finais. Ao controlar o Brix, as empresas podem otimizar a adição de outros ingredientes, como água e aditivos, assegurando a consistência e o sabor desejados em produtos como sucos, geleias, doces e sorvetes (Costa, *et al.*, 2004).

3.2.4 Umidade

O teor de umidade, frequentemente determinado em análises de rotina, é um parâmetro crucial na avaliação da composição de alimentos. Ele influencia diretamente a estabilidade dos produtos, sendo um indicador de qualidade e um fator determinante na vida útil e nas características sensoriais dos alimentos (Rachem *et al.*, 2014).

4 OBJETIVOS

Objetivo geral

Avaliar as características físico-químicas e o teor de carotenoides do maracujá *Passiflora cincinnata*, visando comprovar seu potencial como ingrediente funcional em produtos alimentícios.

Objetivos específicos

- Determinar os valores de pH, acidez titulável e sólidos solúveis totais do maracujá *cincinnata*.
- Quantificar o teor de beta-caroteno presente na polpa do maracujá *cincinnata* através da espectrofotometria.
- Comparar os resultados obtidos com os dados disponíveis na literatura para a espécie.
- Avaliar o potencial do maracujá *cincinnata* como fonte de beta-caroteno e outros compostos bioativos.

5 MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no laboratório de Química e Pesquisa do Instituto Federal do Piauí (IFPI).

Foram utilizadas 25 amostras do fruto do maracujá do mato das microrregiões de Picos sendo elas Monsenhor Hipólito e Campo Grande, no Piauí, seguida por uma minuciosa higienização utilizando água em abundância.

Posteriormente foi selecionado 5 maracujás para analisar 5 gramas de sua polpa. Após a descasca manual dos frutos, a polpa foi extraída e submetida à trituração em um liquidificador. Os maracujás foram armazenados a -20°C , sob refrigeração, até a realização das análises. Todas as análises foram realizadas em mais de triplicatas.

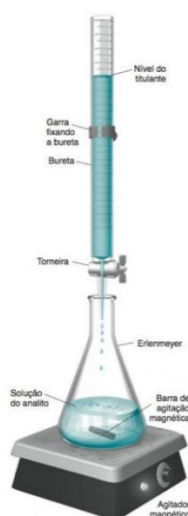
5.1 Propriedades Físico-Químicas

5.1.1 Acidez Titulável

Seguindo as regras do (Instituto Adolf Lutz, 2008) para realização da determinação da acidez titulável, um elemento essencial para verificar o estado de conservação de um alimento, foi necessário dispor de uma proveta de 50 mL, 5 erlenmeyers de 125 mL, dois béqueres de 100 mL, bureta de 25 mL, balança analítica, espátula metálica, pisseta contendo água destilada, pipeta volumétrica de 25 mL, suporte universal com duas garras metálicas. Além disso, foi utilizada uma solução de fenolftaleína a 1% e uma solução padronizada de NaOH (hidróxido de sódio) 0,1 M. Para iniciar o procedimento, foi necessário tarar o béquer na balança, pesando aproximadamente de 5 g da polpa da amostra e registrando sua massa.

Em seguida, adicionou-se 50 mL de água a um segundo béquer. Transferiu-se 25 mL de água para um erlenmeyer, repetiu-se o procedimento e adicionaram-se 3 gotas de fenolftaleína. A bureta foi preparada com solução de NaOH 0,1 M e a titulação foi realizada até o aparecimento de coloração rósea. O volume gasto foi anotado e o procedimento repetido como demonstra a Figura 6, e posteriormente foram calculados seus valores de acordo com a equação 1.

Figura 6- Técnica analítica volumétrica para determinar a acidez titulável



Fonte: (Harris, 2012).

Equação 1-

$$\text{Acidez titulavel (\%)} = \frac{V \times N \times f \times F \times 1000}{Pa}$$

Onde: V é o volume gasto da base; f é o fator de correção da NaOH; F é o fator do ácido predominante (ácido cítrico); Pa é o peso da amostra e N é a normalidade da solução de NaOH.

5.1.2 pH

Para determinar o pH, utilizaram-se quatro béqueres de 50 e 150 mL, proveta de 100 mL, pHmetro, balança analítica, espátula de metal e água destilada. Como reagentes, empregou-se solução-tampão de pH 4, 7 e 10 (Instituto Adolf Lutz, 2008).

Em seguida, pesou-se 5 gramas da polpa do maracujá em um recipiente e diluiu-se com 100 mL de água. A mistura foi agitada até que as partículas, se

presentes, estivessem uniformemente suspensas. Utilizou-se um pHmetro como mostra na Figura 7, previamente calibrado e seguiu-se as instruções do manual do fabricante para determinar o pH. (Instituto Adolf Lutz, 2008).

Figura 7- Análise de pH



Fonte: (autoria própria)

5.1.3 Sólidos solúveis totais

Primeiramente, calibrou-se o refratômetro, limpando e gotejando água destilada sobre o prisma. Em seguida, filtrou-se uma pequena quantidade de polpa e gotejou-se sobre o prisma. Realizou-se a leitura, e o prisma foi limpo e seco. É importante ressaltar que a polpa estava em temperatura ambiente (26 °C), e o aparelho foi calibrado de acordo com as instruções do fabricante (Silveira, 2018). O resultado, expresso em °Brix, representou a medida indireta do conteúdo de açúcares (85-90%).

5.1.4 Umidade

Inicialmente, cinco cadinhos foram separados e higienizados abundantemente com água e sabão. Em seguida, foram levados à estufa por 24 horas para secagem. No dia seguinte, pesou-se, em média, 5 gramas de polpa de maracujá em cada cadinho previamente tarado em balança analítica. Os cadinhos contendo as amostras foram transferidos para a estufa a 105°C por mais 24 horas. Após o resfriamento em dessecador, as cinzas obtidas foram pesadas e anotadas.

A determinação da porcentagem de cinzas em cada amostra foi realizada empregando a equação 2. Os resultados obtidos para o teor de cinzas foram

submetidos a análise estatística, sendo calculados o desvio padrão e a média através de uma planilha eletrônica Excel.

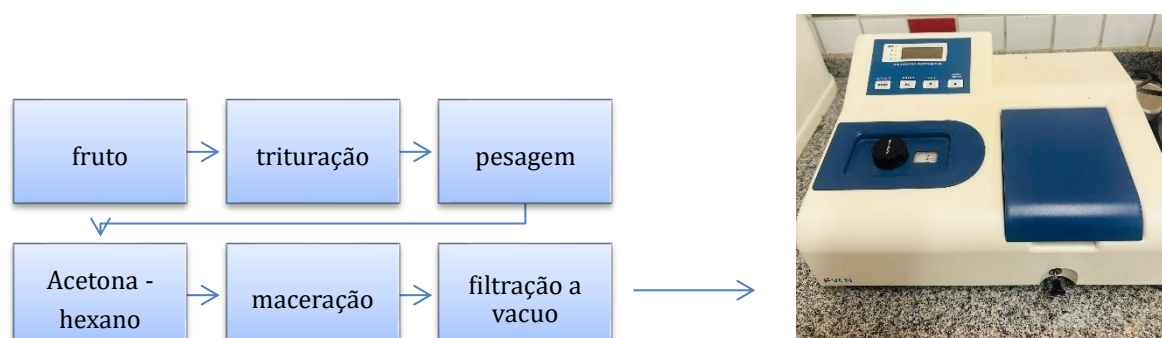
Equação 2-

$$Umidade(\%) = \frac{Peso\ da\ amostra - Peso\ seco}{Peso\ da\ amostra \times 100}$$

5.2 Teor carotenoides totais

O teor de carotenoides presentes nas amostras foi quantificado por espectrofotometria UV-Vis de acordo com o esquema mostrado na Figura 8.

Figura 8- Mecanismo de obtenção dos carotenoides



Fonte:(autoria própria)

Previamente à análise, os carotenoides foram extraídos das amostras utilizando uma metodologia analítica padrão baseada em solventes orgânicos. A absorbância específica do β -caroteno foi medida em 450 nanômetros (Nellis, *et al.*, 2017).

Após 2 horas de descongelamento, o fruto foi higienizado e submetido à trituração. Pesou-se uma alíquota de 2 g da polpa e transferiu-a para um cadinho. Em seguida, foram adicionados 3 mL de acetona e 3 mL de hexano à amostra e macerou-se a solução. A mistura resultante foi filtrada a vácuo utilizando um funil de Büchner, com auxílio de uma bomba de vácuo. O filtrado foi coletado em um kitassato e, posteriormente, transferido para um recipiente de vidro. Utilizando uma pipeta Pasteur, uma porção do filtrado foi transferida para uma cubeta e

analisada em um espectrofotômetro Figura 8, varrendo a faixa espectral de 400 a 700 nanômetros.

Equação 3-

$$\text{Teor de carotenoides} = \frac{A \times V \times 1.000.000}{A1 \times 100}$$

Onde: A é a absorbância da solução medida em 470 nm para o licopeno e 450 nm para o betacaroteno; V é o volume final da solução; A1 é o coeficiente de absortividade específica.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os resultados das análises físico-químicas realizadas no fruto *Passiflora cincinnata*, comparando os valores obtidos em nosso estudo com dados da literatura para outras espécies de *Passiflora*. As propriedades físico-químicas avaliadas foram pH, acidez titulável (ATT), sólidos solúveis totais (SST) e umidade. Esses parâmetros são de grande importância para a caracterização do fruto e podem influenciar diretamente na qualidade e processamento de produtos alimentícios derivados.

Tabela-1 Resultado das análises físico-químicas do *Passiflora cincinnata*.

Nosso estudo		Referências	
pH	2,30 ± 0,01		(Nascimento <i>et al.</i> , 2003)
		2,96 ± 0,05	
		<i>Passiflora edulis</i> <i>sims</i>	
ATT	3,74 ± 0,04		(Nachbar <i>et al.</i> , 2013)
		3,74 ± 0,05	
		<i>Passiflora alata</i> <i>dryand</i>	
SST	12,4		(Alvarenga <i>et al.</i> , 2017)
		12,7	
		Polpa de maracujá	
Umidade	23,94 ± 0,41		(Meletti <i>et al.</i> , 2007)
		21.3	
		<i>Passiflora edulis</i> <i>sims</i>	

6.1 Propriedades Físicas

6.1.1 pH

A análise do pH do *Passiflora cincinnata* revela que essa fruta é naturalmente ácida e que essa acidez é bastante consistente entre diferentes amostras. Essa informação é útil para entender melhor as características do maracujá e como ele pode ser utilizado na produção de alimentos e na nossa alimentação.

A tabela apresenta os resultados de uma análise que mediu o pH em cinco amostras diferentes de maracujá da variedade *Passiflora cincinnata*. O pH é uma medida que indica o nível de acidez ou alcalinidade de uma substância. No caso do maracujá, os valores de pH encontrados foram consistentemente abaixo de 7, indicando que essa fruta é ácida. A pequena média da variação nos valores de pH entre as amostras foi de 2,30 com desvio padrão de 0,01 valor semelhante a estudos já encontrados (Nascimento *et al.*, 2003).

6.1.2 Acidez titulável

Os resultados da acidez titulável (ATT) do ácido cítrico obtidos em nosso estudo para o *Passiflora cincinnata* são consistentes com os valores encontrados na literatura para outras espécies de *Passiflora*. Isso indica que a acidez do *Passiflora cincinnata* está dentro do esperado para frutas desse gênero tendo o valor 3,74 com desvio padrão de 0,04 valor semelhante ao *Passiflora alata Dryand* que foi de 3,74 com desvio padrão 0,05 (Nachbar *et al.*, 2013).

6.1.3 Sólidos solúveis totais (SST)

A análise demonstrou que a amostra de maracujá apresenta um teor de SST de 12,4 °Brix, resultado que se alinha com os valores já encontrados pelo

autor Alvarenga, *et al*, 2017. A concentração de açúcares, expressa pelo SST, é um parâmetro crucial para a indústria de processamento de frutas, pois influencia diretamente a qualidade do produto. O valor obtido neste estudo indica um potencial para a produção de sucos de maracujá com alto teor de sólidos solúveis, atendendo às demandas do mercado que é de no mínimo 10,5 °Brix (Alvarenga *et al.*, 2017).

6.1.4 Umidade

A Tabela 1 apresenta dados quantitativos sobre a composição de cinco amostras, fornecendo informações valiosas sobre o teor de umidade. Esses dados podem ser utilizados em diversas áreas para fins de controle de qualidade, pesquisa e desenvolvimento.

Os resultados indicaram que cada amostra possui um teor de umidade e cinzas específico. A umidade representa a quantidade de água presente na amostra, enquanto as cinzas representam a quantidade de material inorgânico que não se volatiliza em altas temperaturas. Ao comparar o peso inicial da amostra com o peso obtido após a secagem em estufa a 105°C por 24 horas é possível determinar a perda de massa devido à evaporação de água e outros compostos voláteis, foi obtido nesse estudo 23% de umidade com desvio padrão de 0,41 valor um pouco superior ao maracujá *Passiflora serrato-digitata* que resultou em 21% (Meletti *et al.*, 2007).

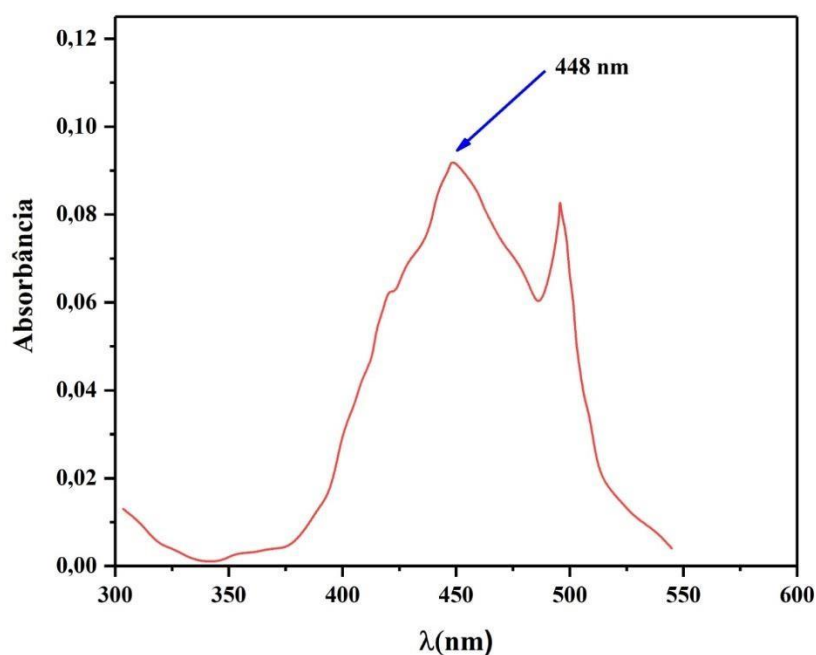
6.2 Teor dos carotenoides

O pico mais pronunciado na Figura 9 em torno de 448 nm, indica que os compostos presentes no extrato de maracujá absorvem fortemente a luz nessa região do espectro. Essa absorção, geralmente, é atribuída à presença de pigmentos nas amostras. No caso do maracujá, é provável que a principal substância responsável por essa absorção seja a xantofila, um pigmento carotenoide que confere amarela a muitos frutos (Candelas-Cadillo *et al.*, 2005).

Segundo o autor Wondracek, *et al*, 2012 em *Passiflora cincinnata*, a violaxantina encontra-se predominantemente na forma livre, enquanto em *Passiflora setacea* ela está ligada a outras moléculas. Essa diferença na forma

dos carotenoides indica que a composição química da polpa varia entre as espécies.

Figura 9-Espectro de absorção no ultravioleta-visível (350-600 nm) obtidos dos extratos do *Passiflora cincinnata*.



O espectro de absorção na região de 448 nm, atribuído aos carotenoides, apresentou um pico bem definido nos extratos com hexano, corroborando os resultados obtidos por Nellis, *et al*, 2017 em estudos anteriores. O teor de carotenoides total encontrado neste trabalho (1,76) está em concordância com a média de 1,88 relatada por Silva, *et al*, 2005 indicando a eficiência do hexano na extração desses compostos.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A avaliação físico-química e a determinação do teor de carotenoides totais da espécie *Passiflora cincinnata* revelaram insights importantes sobre a qualidade e o valor nutricional deste fruto. A análise demonstrou que *Passiflora cincinnata* possui um perfil físico-químico promissor, com características que indicam um alto potencial para aplicações alimentícias. Os resultados mostraram uma concentração significativa de carotenoides totais, destacando o potencial antioxidante e os benefícios para a saúde associados a esses compostos.

A metodologia empregada revelou uma boa precisão e reprodutibilidade nos resultados, fornecendo uma base sólida para futuras pesquisas sobre os benefícios nutricionais de *Passiflora cincinnata*.

Em síntese, *Passiflora cincinnata* demonstra-se como uma fonte valiosa de carotenoides com potencial para enriquecer a dieta e promover a saúde. A continuidade da pesquisa nesta área é essencial para explorar e maximizar os benefícios nutricionais e terapêuticos desta espécie, além de contribuir para o desenvolvimento de novos produtos alimentícios e suplementos.

8 REFERÊNCIAS

ALVARENGA, Gabriela Fontes et al. Blend de maracujá e capuchinha: efeito do processamento térmico sobre compostos bioativos e características sensoriais. **Brazilian Journal of Food Research**, v. 8, n. 3, p. 112-125, 2017.

ARAUJO, F. P. et al. **Passiflora cincinnata**: Maracujá-da-caatinga. 2018 Disponível em:<<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1103144/1/LivroNordeste2172242018.Araujo>>. Acesso em: 18 nov. 2023d.

CANDELAS-CADILLO, M. et al. Contenido de licopeno en jugo de tomate secado por aspersión lycopene content in spray-dried tomato juice. **Rev Mexicana Ingeniería Quím**, v. 4, p. 299-307, 2005.

CANTERI, Maria Helene Giovanetti. **Caracterização comparativa entre pectinas extraídas do pericarpo de maracujá-amarelo (Passiflora edulis F. flavicarpa)**. 2010. Tese de Doutorado. Université d'Avignon; Universidade federal do Paraná (Brasil).

CAZARIN, Cinthia Baú Betim et al. Capacidade antioxidante e composição química da casca de maracujá (*Passiflora edulis*). **Ciência Rural**, v. 44, p. 16991704, 2014.

COSTA, WS da et al. Influência da concentração de sólidos solúveis totais no sinal fotoacústico de polpa de manga. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 6, n. 2, p. 141-147, 2004.

COSTA, J.R.M.; Lima, C.A.A.; Lima, E.D.A; Cavalcante, L.F.; Oliveira, F.K.D. Caracterização dos frutos de maracujá amarelo irrigados com água salina. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 5, n. 1, p. 143-146, 2001.

DA SILVA, Maria Caroline Jacques. Farmacologia e toxicologia do ácido ascórbico: uma revisão. **Ciência e Natura**, p. 103-128, 2000.

DA SILVEIRA, M. R. S. et al. **Protocolos para avaliação das características físicas e físico-químicas, dos compostos bioativos e atividade antioxidante do pedúnculo do caju**. 2018.

DE ANDRADE, João Carlos. Química Analítica Básica: Os conceitos ácido-base e a escala de pH. **Revista Chemkeys**, n. 1, p. 1-6, 2010.

DE ARAÚJO, F. P.; SANTOS, Carlos Antonio Fernandes; DE MELO, N. F. **Propagação vegetativa do maracujá do mato: espécie resistente à seca, de potencial econômico para agricultura de sequeiro**. 2004.

DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, I. B. Produção Agropecuária. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/maracuja/br>>. Acesso em: 22 nov. 2023.

DE OLIVEIRA, João Carlos; RUGGIERO, Carlos. **Espécies de maracujá com potencial agrônômico**. 2005.

DIAS, T. **Determinação do teor de fenólicos totais (Folin-Ciocalteu) – Espectrofotometria**. Goiás, 2016. Disponível em: 19
https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/128/o/Fen%C3%B3licos_Totais__LANAL-UFG._Vers_%C3%A3o_2.pdf?1545409339. Acesso em: 26 nov. 2023

DO NASCIMENTO FILHO, Wilson B.; DE MELO FILHO, Antonio A. Estudo Reológico da Pectina Extraída da Casca de Maracujás. **Revista Virtual de Química**, v. 8, n. 3, p. 838-855, 2016.

<https://www.gov.br/fazenda/pt-br/assuntos/noticias/2024/janeiro/arrecadacaofederal-de-2023-somou-r-2-318-trilhoes>

FIGUEIREDO, Helena Rodrigues; CARVALHO, Viviel Rodrigo José de. ALIMENTOS FUNCIONAIS: Compostos bioativos e seus efeitos benéficos à saúde. In: **II Congresso Internacional do Grupo Unis**. Fundação de Ensino e Pesquisa do Sul de Minas, 2015.

GAZOLA, Andressa Córneo et al. **Avaliação química e neurofarmacológica de espécies de Passiflora da América do Sul**. 2014.

GONÇALVES, J. S.; ALVES, S.; SOUZA, M. **FRUTA DA PAIXÃO**: Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/ftp/iea/ie/2006/tec3-1206.pdf>>. Acesso em: 18 nov. 2023.

HARRIS, Daniel C. **Análise Química Quantitativa**. 8. ed. rev. atual. e aum. Rio de Janeiro: Grupo Editorial Nacional, 2012. 934 p. ISBN 978-85-216-2042-6.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed.

JÚLIA DE BRITO ARAÚJO, A. et al. **CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E PERFIL LIPÍDICO DA SEMENTE DE MARACUJÁ DO MATO** (Passiflora cincinnata Mast.). Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1110715/1/Pinheiro2019.pdf>>. Acesso em: 17 nov. 2023.

LOPES, Beatriz G. et al. Relationships between yellow and purple passion fruit variables. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 28, n. 6, p. e275006, 2024.

LUDWIG, D. G.; COMPLETO, V. M. P. **DIÁRIO COM A NATUREZA**. Disponível em: <<https://denisegomesludwig.blogspot.com/2015/04/04-de-abril-flor-domaracuja-passion.html>>. Acesso em: 19 nov. 2023.

Maracujá da Caatinga. Disponível em: <<https://www.cerratinga.org.br/especies/maracuja-da-caatinga/>>. Acesso em: 18 nov. 2023.

MELETTI, L. M. M. et al. Crioconservação de sementes de seis acessos de maracujazeiro. **Scientia Agraria Paranaensis**, p. 13-20, 2007.

MELETTI, Laura Maria Molina. **Avanços na cultura do maracujá no Brasil**. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p. 83-91, 2011.

MESQUITA, S. da S.; TEIXEIRA, C. M. L. L.; SERVULO, E. F. C. Carotenoides: propriedades, aplicações e mercado. **Revista virtual de Química**, v. 9, n. 2, p. 672-688, 2017.

METTLER-TOLEDO INTERNATIONAL INC. ALL RIGHTS RESERVED. Medição de Acidez em Alimentos. Disponível em: <<https://www.mt.com/br/pt/home/applications/laboratory/food-andbeverages/acidity-measurement.html>>. Acesso em: 24 nov. 2023.

MORAIS, Flávia Luisa de. Carotenoides: características biológicas e químicas. 2006.

MORENO, Esteban L.; MARTINS, Eduardo M.; RAJAGOPALC, Krishnaswamy. **Basicidade e acidez, da pré-história aos dias atuais**. **Revista Virtual de Química**, v. 7, n. 3, p. 893-902, 2015.

MÜLLER, Simony Davet et al. **Determinação de alcalóides e flavonóides através de CLAE e UV de extratos de Passiflora alata Curtis, Passifloraceae–Maracujá doce**. 2006.

NASCIMENTO, Walnice Maria Oliveira do et al. Seleção de progênies de maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) quanto à qualidade de frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, p. 186-188, 2003.

NACHBAR, Flavia Regina Furlan. **Compostos bioativos presentes em cultivares de maracujá**. 2013.

NELLIS, Stéfani Cristina; CORREIA, Angela de Fátima Kanesaki; SPOTO, Marta Helena Fillet. Extração e quantificação de carotenoides em minitomate desidratado (Sweet Grape) através da aplicação de diferentes solventes. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 20, p. e2016156, 2017.

OSBORN MANUFACTORY. **PHmetro**. Disponível em: <<https://osbornmanufactory.yolasite.com/resources/pHmetro.pdf>>. Acesso em: 24 nov. 2023f.

PINHEIRO, Eloísa Rovaris et al. **Pectina da casca do maracujá amarelo (*Passiflora edulis flavicarpa*): otimização da extração com ácido cítrico e caracterização físico-química**. 2007.

PINTO, Paloma Lira. Extração e separação de flavonóides do extrato da casca do maracujá. 2018.

RASCHEN, Matheus Rafael et al. Determinação do teor de umidade em grãos empregando radiação micro-ondas. *Ciência Rural*, v. 44, p. 925-930, 2014.

RAO, A. Venket; RAO, Leticia G. **Carotenoids and human health**. *Pharmacological research*, v. 55, n. 3, p. 207-216, 2007. rev. atual. e aum. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p.

RODRIGUES, Francisco Welde Araujo. **As formas distintas de desenvolvimento e sobrevivências do bioma caatinga**: um referencial teórico.

SANTOS, Larissa FS et al. Proline on the induction of tolerance of sour passion fruit seedlings to salt stress. **Revista Caatinga**, v. 37, p. e12048, 2024

SENA, Ligia Moreiras et al. **Atividade neurofarmacológica do pericarpo dos frutos de *Passiflora edulis* variedade Flavicarpa Degener (maracujá) em camundongos: envolvimento de flavonóides C-glicosídeos**. 2012.

SILVA, Thadia Turon et al. Suco de maracujá orgânico processado por microfiltração. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, p. 419-422, 2005.

SILVA, Lilian. *Química Analítica Avançada: Volumetria de Neutralização*. 2011.

SILVA, Thais et al. Influência dos estádios de maturação sobre as características físicas dos frutos de maracujá-amarelo. **Bragantia**, v. 67, p. 521-525, 2008.

TERRA, Juliana; ROSSI, Adriana Vitorino. Sobre o desenvolvimento da análise volumétrica e algumas aplicações atuais. **Química Nova**, v. 28, p. 166-171, 2005.

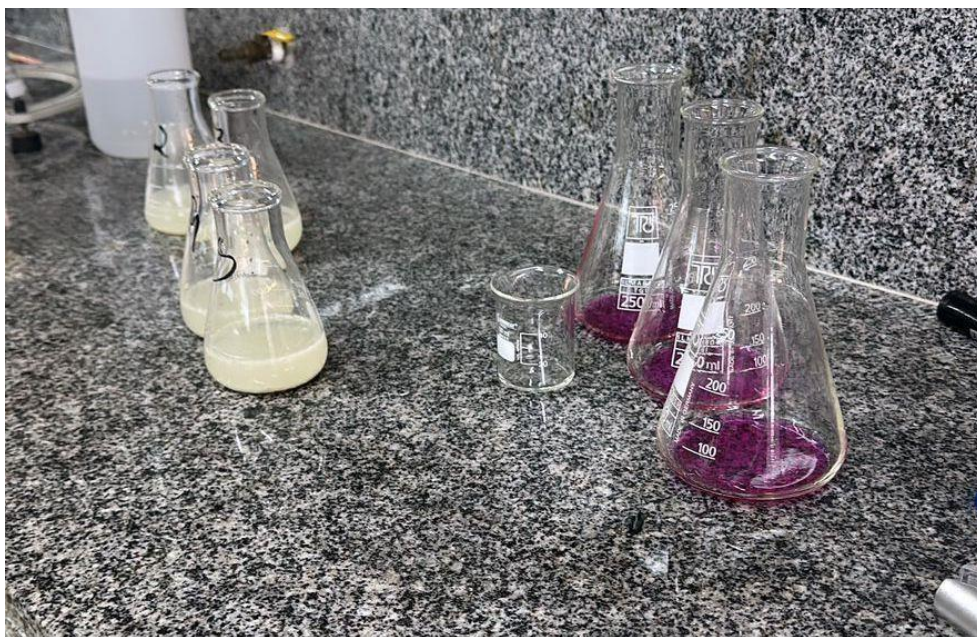
WONDRACEK, Daniele Cristina et al. Influência da saponificação na determinação de carotenoides em maracujás do cerrado. **Química Nova**, v. 35, p. 180-184, 2012.

UENOJO, Mariana; MARÓSTICA JUNIOR, Mário Roberto; PASTORE, Gláucia Maria. Carotenóides: propriedades, aplicações e biotransformação para formação de compostos de aroma. **Química Nova**, v. 30, p. 616-622, 2007.

APÊNDICE

ILUSTRAÇÕES DA PREPARAÇÃO DE SOLUÇÕES DE TITULAÇÃO

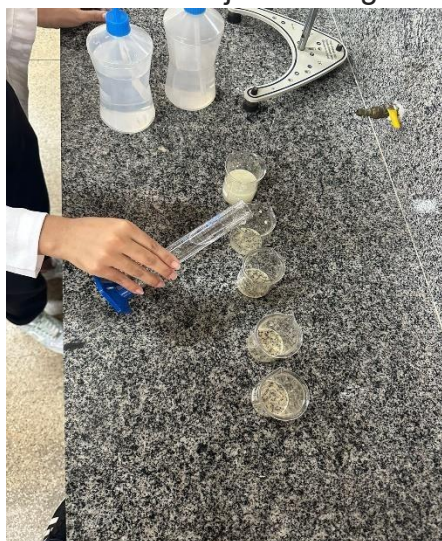
Figura 10- Padronização de NaOH através de uma titulação



Fonte: (autoria própria)

ILUSTRAÇÕES DA PREPARAÇÃO DE pH

Figura 11- Homogeneização do maracujá com água destilada
Figura 12 -- medição do pH



Fonte: (autoria própria)

ILUSTRAÇÕES DA UMIDADE

Figura 13- Secagem das amostras na estufa



Fonte: (autoria própria)

ILUSTRAÇÕES DA OBTENÇÃO DO TEOR DOS CAROTENOIDES

desidratação Pipetação para
Figura 14



Figura 15- Filtração a vácuo



Fonte: (autoria própria)

Fonte: (autoria própria)