



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO REGIONAL
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

KAROLINA LOURENÇO FERREIRA

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICA, FÍSICO-QUÍMICA E COMPOSTOS BIOATIVOS DA
POLPA E ALBEDO DO POMELO (*Citrus paradisi Macfad.*)**

João Pessoa – PB

2024

KAROLINA LOURENÇO FERREIRA

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICA, FÍSICO-QUÍMICA E COMPOSTOS BIOATIVOS DA
POLPA E ALBEDO DO POMELO (*Citrus paradisi Macfad.*)**

Trabalho de Conclusão de Curso Superior de Tecnologia em Alimentos, do Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional, da Universidade Federal da Paraíba apresentado como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Tecnólogo de Alimentos.

Orientadora: Profa. Dra. Fernanda Vanessa Gomes da Silva

João Pessoa – PB
2024

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

F383c Ferreira, Karolina Lourenco.

Caracterização física, físico-química e compostos bioativos da polpa e albedo do pomelo (*Citrus paradisi* Macfad.) / Karolina Lourenco Ferreira. - João Pessoa, 2024.

37 f. : il.

Orientação: Fernanda Vanessa Gomes Silva.

TCC (Graduação) - UFPB/CTDR.

1. Pomelo. I. Silva, Fernanda Vanessa Gomes. II.
Título.

UFPB/CTDR

CDU 664

Elaborado por Rodrigo Araújo de Sá Pereira - CRB-755/0

KAROLINA LOURENÇO FERREIRA

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICA, FÍSICO-QUÍMICA E COMPOSTOS
BIOATIVOS DA POLPA E ALBEDO DO POMELO (*Citrus paradisi* Macfad.)**

BANCA EXAMINADORA DO TCC

Documento assinado digitalmente
 **FERNANDA VANESSA GOMES DA SILVA**
Data: 09/05/2024 15:07:25-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Profa. Dra. Fernanda Vanessa Gomes da Silva

Orientadora

Documento assinado digitalmente
 **CAROLINA LIMA CAVALCANTI DE ALBUQUERQU**
Data: 07/05/2024 15:57:51-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Profa. Dra. Carolina Lima Cavalcanti de Albuquerque

Examinadora

Documento assinado digitalmente
 **JOAO PAULO DE SOUSA PRADO**
Data: 07/05/2024 16:05:16-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Dr João Paulo de Sousa Prado

Examinador

João Pessoa - PB, 07 Maio de 2024.

AGRADECIMENTOS

Nossa! foram tantas pedras no meio de caminho que por mais que parecesse que eu estivesse só, eu nunca estive, por isso eu só quero agradecer (GRATIDÃO).

Eu quero agradecer a Deus, em primeiro plano, por ter me dado forças e paciência para não desistir desse trabalho. Quero agradecer a minha família pelo apoio, principalmente a minha prima Emanuela, aos meus colegas de curso, em especial: Thalyta Andrade, Gabrielle Helena, Rafael Dias, João Paulo e Lucas Monteiro, eles foram essenciais durante toda a trajetória da minha vida acadêmica, aos técnicos de laboratório, com destaque para Rene e Maristela que foram muito fundamentais com muito suporte para este trabalho, aos funcionários do CTDR, à psicóloga Juliana Fagundes por ter cuidado muito bem de mim e por ser maravilhosa no seu trabalho que faz com muita dedicação, aos professores e com muito carinho a minha banca, prof. Dr. João Paulo por todo acolhimento e conselhos e a profa. Dra. Carolina por ter me visto, me acolhido em muitos momentos, por ter me incentivado e estendido a mão quando mais precisei, ela foi muito essencial no meu processo de amadurecimento acadêmico e pessoal. Por fim, que não pode faltar, quero agradecer a minha orientadora Fernanda Vanessa por ser um ser humano incrível com essa delicadeza e conhecimento.

RESUMO

O Brasil possui uma diversidade de climas e solos com condições favoráveis para o manejo de uma diversidade de vegetais. Com isto, um dos seus principais destaques econômicos são as frutas cítricas, com ênfase na produção de laranjas. Um grupo da família das laranjas que apresentam polpa avermelhada são os pomelos, que são frutos pouco explorados e que mostram ter um potencial nutracêutico, em razão das frutas cítricas apresentarem potenciais em compostos bioativos como o ácido ascórbico, compostos fenólicos e carotenoides que oferecem benefícios a saúde. O aproveitamento do albedo e bagaço de frutas cítricas, pode levar a uma maior oferta de ingredientes e produtos alimentícios, o pomelo possui uma quantidade significativa de albedo, rico em pectina que pode ser utilizado para a fabricação de farinhas, pectina e óleos essenciais, aumentando a exploração do seu potencial industrial. Assim, o objetivo deste trabalho foi determinar características físicas e físico-químicas e compostos bioativos da polpa e do albedo do pomelo. Os frutos foram colhidos no estágio de maturação comercial conhecidos popularmente como ‘de vez’ e avaliados quanto às características físicas de: peso fresco, diâmetros longitudinal e transversal do fruto, diâmetro interno da polpa e espessura do albedo e flavedo e rendimento de polpa; físico-químicas: pH, sólidos solúveis, acidez titulável, relação sólidos solúveis, acidez titulável, pectina; composição centesimal: umidade, atividade de água, cinzas, açúcares totais e compostos bioativos: ácido ascórbico, carotenoides, flavonoides amarelos e compostos fenólicos. Verificou-se com as análises que as dimensões dos frutos variaram consideravelmente, com diâmetros transversais entre 50,0 cm a 70,0 cm e diâmetros entre 8,4 cm e 14,5 cm. O rendimento de polpa variou de 33,95% a 71,14%, com a variedade de pomelo estudada sendo mais adequada para produtos como doces e compotas devido à sua textura mais seca. Os valores de sólidos solúveis e acidez titulável foram inferiores aos encontrados em estudos anteriores, sugerindo variações entre cultivares. A alta atividade de água na polpa e no albedo indica uma maior propensão à deterioração, apesar da textura esponjosa do albedo. O teor de pectina encontrado no pomelo apresentou concentrações consideráveis de pectina na forma de percentual de pectato de cálcio, com potencial para aplicações industriais. A quantidade de polpa nos frutos, apesar de não ser interessante para a indústria de sucos, tem características interessantes para elaboração de novos produtos. A polpa do pomelo possui elevada quantidade de compostos bioativos, principalmente compostos fenólicos, o que pode sugerir a elevada atividade antioxidante.

Palavras-chave: *Citrus paradisi Macfad*; ácido ascórbico; pectina; compostos fenólicos.

ABSTRACT

Brazil has a diversity of climates and soils with favorable conditions for managing a diversity of vegetables. As a result, one of its main economic highlights is citrus fruits, with emphasis on the production of oranges. A group of the orange family that has reddish pulp are pomelos, which are fruits that are little explored and have shown to have nutraceutical potential, as citrus fruits have potential in bioactive compounds such as ascorbic acid, phenolic compounds and carotenoids that offer benefits to health. The use of albedo and citrus fruit pomace can lead to a greater supply of ingredients and food products, the pomelo has a significant amount of albedo, rich in pectin that can be used to manufacture flour, pectin and essential oils, increasing the exploitation of its industrial potential. Thus, the objective of this work was to determine physical and physicochemical characteristics and bioactive compounds of the pomelo pulp and albedo. The fruits were harvested at the stage of commercial maturity popularly known as 'de vez' and evaluated for the physical characteristics of: fresh weight, longitudinal and transverse diameters of the fruit, internal diameter of the pulp and thickness of the albedo and flavedo and pulp yield; physical-chemical: pH, soluble solids, titratable acidity, soluble solids ratio, titratable acidity, pectin; proximate composition: moisture, water activity, ash, total sugars and bioactive compounds: ascorbic acid, carotenoids, yellow flavonoids and phenolic compounds. It was verified through the analyzes that the dimensions of the fruits varied considerably, with transverse diameters between 50.0 cm and 70.0 cm and diameters between 8.4 cm and 14.5 cm. The pulp yield ranged from 33.95% to 71.14%, with the pomelo variety studied being more suitable for products such as sweets and jams due to its drier texture. The values of soluble solids and titratable acidity were lower than those found in previous studies, suggesting variations between cultivars. High water activity in the pulp and albedo indicates a greater propensity for spoilage, despite the spongy texture of the albedo. The pectin content found in the pomelo showed considerable concentrations of pectin in the form of a percentage of calcium pectate, with potential for industrial applications. The amount of pulp in fruits, despite not being interesting for the juice industry, has interesting characteristics for the development of new products. Pomelo pulp has a high amount of bioactive compounds, mainly phenolic compounds, which may suggest high antioxidant activity.

Keywords: Citrus paradise Macfad; Ascorbic acid; pectin; phenolic compounds.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. OBJETIVOS	11
3. REFERENCIAL TEÓRICO	12
3.1 Frutas cítricas	12
3.2 Aspectos gerais do pomelo	12
3.3 Atributos de qualidade	14
3.4 Pectina	15
3.5 Compostos Bioativos	17
3.5.1 Ácido Ascórbico	17
3.5.2 Compostos Fenólicos	17
4. MÉTODOS E MATERIAIS	19
4.1 Obtenção da Matéria-prima	19
4.2 Preparo da Matéria-prima	20
4.3 Avaliações	22
4.3.1 Avaliações físicas	22
4.3.2 Composição Centesimal e Avaliações físico-químicas	23
4.3.3 Avaliação dos Compostos Bioativos	26
4.3.4 Análise Estatística	27
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	28
5.1 Caracterização Física dos Frutos	28
5.2 Composição Centesimal e Caracterização físico-química dos frutos	31
5.3 Avaliação dos compostos bioativos	33
6. CONCLUSÃO	34

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de frutas cítricas. Alguns exemplos como laranjas e limões são espécies populares e que fazem parte do dia-a-dia do brasileiro, seja de forma *in natura* ou em diversas receitas (VIDAL, 2021). As frutas cítricas apresentam benefícios à saúde humana devido suas propriedades nutricionais e antioxidantes (BERGMANN, 2021).

As frutas e os vegetais são excelentes fontes de compostos bioativos, e as frutas cítricas, importantes fontes de compostos com atividade antioxidante como ácido ascórbico, polifenóis (antioxidantes hidrofílicos) e carotenoides (antioxidantes lipofílicos) que conferem vários benefícios à saúde. Uma variedade de citrus ainda pouco explorado comercialmente no Brasil, e que apresenta polpa vermelha, cuja coloração é devida a presença de carotenoides, são os pomelos, os frutos apresentam características físico-químicas com potencial nutricional (MOURA, 2010).

O Pomelo (*Citrus maxima* ou *Citrus grandis*) também conhecido como toranja chinesa, é uma fruta cítrica de tamanho considerável grande, em relação aos tipos de laranjas mais populares, é considerada a maior fruta cítrica da família das Rutaceae, nativa do Sudeste Asiático, varia em cor, de verde escuro ao amarelo (ASIAN RECIPE, 2022). É uma fruta em que 20 a 30% do seu conteúdo é constituído pelo albedo (a parte branca e esponjosa entre a casca e a polpa) que é o local de maior concentração da pectina contida em toda a fruta (RODRIGUES; SEIBEL, 2020), um agente gelificante, espessante e estabilizante utilizado na indústria alimentícia (MUNHOZ, 2008), além de outros componentes a serem explorados.

A pectina é um composto de oligossacarídeos e polissacarídeos de complexa constituição encontrados na parede celular primária e na lamela média do tecido vegetal e geralmente é usada na fabricação de doces, geleias, caldas de compotas, entre outros produtos, como ingrediente tecnológico para conferir textura e consistência a estes produtos. Sua composição é de, aproximadamente, um terço da matéria seca encontrada na parede celular em grande parte dos vegetais (BAGHERIAN et al. 2011; MARAN et al. 2014).

O consumo dos pomelos no Brasil, deve aumentar em função das propriedades nutracêuticas que apresentam, podendo, ainda, ser utilizado industrialmente na produção de sucos, óleos essenciais, vinagres e vinhos (OLIVEIRA et al, 2007). Assim como também, há estudos que mostram o bom aproveitamento do bagaço de frutas cítricas, notadamente originário do processamento de obtenção de suco e polpa de laranja, para fabricação de farinhas e extração de pectina (RODRIGUES; SEIBEL, 2020).

Por ter poucas informações a respeito do fruto na literatura, visando a contribuição para a ciência e tecnologia, por apresentar uma grande quantidade de albedo, que geralmente tem pectina e uma polpa avermelhada rica em compostos bioativos, o objetivo deste trabalho foi determinar características físicas, físico-químicas e compostos bioativos do pomelo, a fim de conferir características nutricionais e tecnológicas.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Determinar características físicas e físico-químicas e compostos bioativos da polpa e do albedo do pomelo.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar as características físicas do pomelo;
- Analisar a composição centesimal e características físico-químicas da polpa e do albedo do pomelo;
- Quantificar compostos bioativos presentes na polpa do pomelo.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Frutas cítricas

“O gênero *Citrus* é caracterizado por grande diversidade de espécies e variedades, incluindo as tangerinas, laranjas, limões, pomelos, cidras, limas, kumquats e diferentes híbridos”. Esta coleção de frutas cítricas torna-se mais difícil definir padrões de qualidade pois, cada uma apresenta características internas e externas, propriedades nutricionais e nutraceuticas amplamente diversificada (LADO; GAMBETTA; ZACARIAS, 2018).

O Brasil é conhecido mundialmente por concentrar um enorme número de espécies de frutas e hortaliças de todos os climas e com todas as exigências de solos e de manejo. Em 2021, a fruticultura brasileira conseguiu exportar mais de US\$ 1 bilhão de frutas, sendo US\$ 26.348 dedicados à exportação do pomelo (EDITORA GAZETA, 2022).

A citricultura está presente em grande parte do território brasileiro, mas comercialmente, São Paulo e Minas Gerais são os estados que ganham destaque no ranking nacional. De acordo com os dados do IBGE, mostram que, em 2019, a área de plantio de laranja foi de 592 mil hectares, de limão foi de 56 mil hectares e de tangerina foi de 52 mil hectares (CNA, 2021), sendo estas as frutas cítricas as mais cultivadas e consumidas.

Com uma das maiores variedades de frutas cítricas, o Brasil tem destaque na produção de laranjas que é responsável por 31% de toda produção mundial, liderando o primeiro lugar no ranking (SEAPA, 2020).

Luiz Roberto Barcelos, presidente do Comitê Nacional de Fruticultura da Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA), disse que a citricultura é um setor fundamental da cadeia frutícola, não apenas por sua posição de destaque no cenário internacional, mas também por aumentar a subsistência de muitas famílias brasileiras (CNA, 2021).

3.2 Aspectos gerais do pomelo

Os pomelos são frutos que estudos indicam terem sido geneticamente provenientes de hibridização natural entre uma laranjeira doce (*Citrus sinensis*) e uma toranjeira (*Citrus máxima* Merrill). No Brasil, foi só a partir da década de 1940 que foram estabelecidas as primeiras plantações comerciais de pomelo, reconhecendo São Paulo como o estado de maior produtividade da fruta no país. Por ser altamente adaptável a diferentes condições climáticas, essa variedade tem potencial para ser cultivada na maioria dos estados brasileiros (OLIVEIRA et al, 2007).

A árvore pode chegar entre 5 a 8m de altura e pode demorar de 6 a 8 anos para começar a produzir frutos. A planta tem um bom desenvolvimento em climas tropicais, com boa luminosidade e irrigação constante. No que diz respeito ao solo, o ideal são os que têm aspectos arenosos e tenham o pH neutro (Agro2.0, 2019).

Figura 1 – Árvore do pomelo



Fonte: TURBOSQUID, 2024

A fruta é grande, tem, em média, de 11 a 20 cm de diâmetro e o peso pode variar em até mais de 2 kg em seu estágio de maturação completa. Tem uma casca grossa que, variando do tipo de pomelo, pode apresentar textura de rugosa à lisa. A maioria dos pomelos geralmente tem um pequeno número de sementes, mas são grandes, embora algumas variedades de pomelos tenham muitas sementes (ASIAN RECIPE, 2022).

Figura 2 - Pomelo rosado

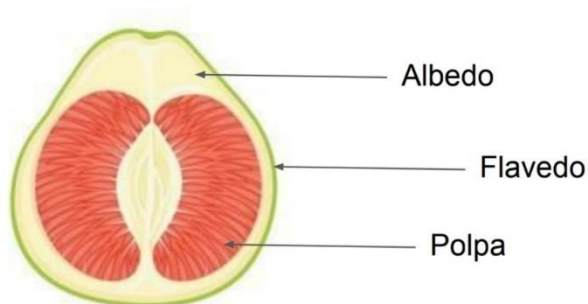


Fonte: Autoral

O albedo é a estrutura branca localizada entre a polpa e a casca encontrado nas frutas. No pomelo, o albedo se apresenta como um tecido esponjoso e celulósico. Em comparação a outros tipos de citrus e por possuir bastante quantidade e espessura, o principal componente do albedo é a grande fonte para a extração de celulose, além de ser uma fonte potencial de fibras. Além disso, o albedo possui uma boa capacidade de retenção de água e óleo e baixo teor calórico (MORAES, 2020).

A polpa é ligeiramente amarga e varia de amarelo pálido à rosa coral, de suculenta a muito seca. A película amarga que envolve essas partes não é comestível e costuma ser descartada (ASIAN RECIPE, 2022).

Figura 2: Partes do pomelo



Fonte: Vecteezy adaptada, 2023

3.3 Atributos de qualidade

A qualidade das frutas cítricas é muito importante para melhorar a sua comercialização, seja para processamento industrial ou consumo como fruta in natura, as propriedades internas e externas da fruta devem ser consideradas para obter melhor aparência e melhores qualidades sensoriais (MULTARI et. AL., 2020).

O mercado consumidor de frutas está cada vez mais exigente com relação aos aspectos de qualidade de frutos como: procedência, tamanho, aparência, sabor, aroma, cor, frescor, rendimento de polpa e potencial funcional, que são características relevantes consideradas para a padronização, classificação e assim, agregar valor ao produto (LADO; GAMBETTA; ZACARIAS, 2018).

A acidez e o pH são fatores cruciais para a qualidade dos alimentos, ou seja, desempenham papéis fundamentais na segurança, conservação, sabor, textura, cor e

processamento de alimentos, afetando diretamente sua qualidade. O pH influencia a capacidade de crescimento de microrganismos patogênicos e deteriorantes na vida útil dos alimentos, na atividade microbiana e na qualidade final do produto (Terra food tech, 2018).

Por serem reconhecidas em apresentar alta acidez, as frutas cítricas possuem características próprias que desempenham papéis importantes para a sua qualidade, além da acidez realçar o sabor, também podem ser utilizadas como conservantes naturais, evitando a perda da qualidade e valor nutricional, devido a presença do ácido cítrico que possui poder antimicrobiano (SILVA; MARQUES; CONSTANT, 2022)

O teor de sólidos solúveis, também conhecido como °Brix, utilizado para determinar a quantidade de açúcares presentes em uma substância. Muitos compostos responsáveis pelo sabor e aroma dos alimentos, quando estes se dissolvem durante a preparação ou consumo dos alimentos, contribuem para a experiência sensorial geral. Outros fatores que são importantes para a qualidade dos sólidos solúveis são: a textura, podem influenciar a viscosidade, cremosidade e consistência dos alimentos, a estabilidade, ajudando a evitar a separação de fases, sedimentação e deterioração durante o armazenamento, o aspecto visual que pode afetar a cor, brilho e opacidade dos alimentos e o controle de processamento ajudando os fabricantes a monitorar e controlar variáveis como concentração, temperatura e pH (EMBRAPA, 2017).

Uma das maneiras mais de utilização para a avaliação do sabor é a relação SS/AT (ratio). Ele mostra a relação entre a quantidade de açúcares e acidez presentes no fruto, ocasionados pelo processo de maturação em que há a quebra de carboidratos mais complexos, aumentando o teor de açúcares mais simples e diminuindo a acidez, portanto, mostrando o equilíbrio no sabor, sendo uma característica de qualidade (CHITARRA, CHITARRA, 2005).

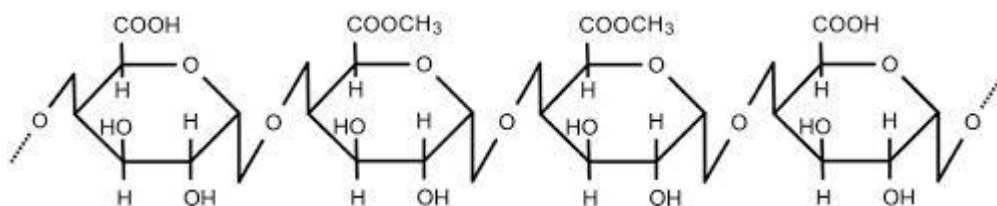
3.4 Pectina

A pectina é constituída em um coloide, de característica hidrofílico devido a sua constituição em apresentar grupos polares, apresentando assim, a capacidade de aprisionar uma quantidade significativa de água e compor uma solução viscosa (COELHO, 2008). Ela tem uma importante função no crescimento das células vegetais e sua quantidade e características são fundamentais para a textura dos frutos durante a fase de crescimento, amadurecimento, armazenamento e processamento (MORAES, 2020).

As substâncias pécticas são carboidratos complexos encontrados nas paredes celulares das angiospermas e gimnospermas e funcionam como cimentantes. A maior concentração de pectina está na camada intercelular. Nas frutas cítricas, essas substâncias pécticas afetam diretamente a firmeza da fruta e aumentam a viscosidade do suco (ZANELLA, 2013;

MORAES, 2020). Não é apenas uma única molécula com estrutura simples, mas uma família muito diversificada de macromoléculas biológicas que podendo apresentar até 17 monossacarídeos diferentes, alguns destes sendo esterificados com grupos metil e acetil. (WILLATS et al., 2006; FRAEYE et al., 2010; OLIVEIRA, 2013).

Figura 3: Estrutura química da pectina



Fonte: ALEXANDRINO; TOSSI; ASSIS, 2017.

A pectina, de um modo geral, é vista como um importante ingrediente tecnológico, pois exerce função de adicionar firmeza, retenção de aroma e sabor, além de se apresentar como um hidrocoloide na dispersão e estabilização de diversas emulsões. A formação de gel é o ponto principal do mecanismo da pectina e isto depende de alguns fatores do meio: pH, teores de sólidos solúveis, cátions divalentes e do seu grau de metoxilação (PAIVA, et al, 2009).

A extração da pectina pode ser realizada por métodos químicos e/ou enzimáticos, envolvendo diversas etapas físicas e químicas que influenciam na hidrólise, extração e solubilização das macromoléculas do tecido vegetal, variando de acordo com a matéria-prima, pois cada vegetal possui estruturas fisiológicas e composições diferentes. O método utilizado industrialmente é em meio ácido sob aquecimento com condições típicas de extração que variam de acordo com a maturidade da fruta, temperatura (60 a 100 °C), pH (entre 1,5 a 3), tipo de ácido (sulfúrico, fosfórico, nítrico, clorídrico e etc.) e tempo de extração (30 minutos a 6 horas) (CANTERI et al. 2012; PAGÁN et al. 2002; VORAGEN et al. 2009; KOUBALA et al. 2008).

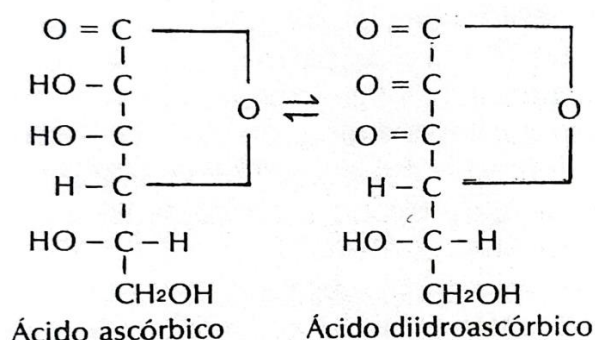
Para se obter uma pectina de qualidade, a amostra obtida precisa apresentar características químicas que influenciam na força do gel: o grau de esterificação e o peso molecular. Quando considerada com alto grau de esterificação, sua porcentagem deve apresentar-se acima de 50%, e com baixo grau de esterificação, percentual abaixo de 50% (CANTERI et al. 2012).

3.5 Compostos Bioativos

3.5.1 Ácido Ascórbico

Com a fama de vitamina C, o ácido ascórbico é um composto com 6 carbonos, ligados a glicose e outras hexoses, sendo reversivelmente oxidado no organismo em ácido diidroascórbico (FRANCO, 2008).

Figura 3 - Fórmulas estruturais do ácido ascórbico e ácido diidroascórbico



Fonte: FRANCO, 2008

É uma vitamina solúvel em água essencial para o funcionamento saudável do corpo humano como, por exemplo, na formação de colágeno, auxílio na absorção de ferro no organismo, fortalecimento do sistema imunológico, além da ação antioxidante que ajuda a proteger as células contra danos causados pelos radicais livres (DINIZ; TAVANO; OSTOILN, 2022).

O ácido ascórbico não é sintetizado pelo organismo humano, sendo uma vitamina importante e indispensável no consumo diário, geralmente encontrada em vegetais, dando um destaque para as frutas cítricas (Manela-Azulay, 2003), reconhecendo as laranjas como as mais populares quando o assunto é vitamina C e que, segundo a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TBCA), a laranja pêra apresenta teores de 52,2 mg/100g, a tangerina ponkã de 48,8/100g, a laranja baía de 55,5 mg/100g e a laranja lima de 39,8 mg/100g, sendo estas alguns exemplos de laranjas mais conhecidas e consumidas.

3.5.2 Compostos Fenólicos

Os compostos fenólicos, também conhecidos como fenóis ou polifenóis, são um grupo de substâncias químicas que contêm um anel fenólico em sua estrutura. Eles são amplamente encontrados na natureza, especialmente em plantas, e podem ser pigmentos que dão cor aos

alimentos ou produtos metabólitos secundários com funções importantes na proteção das plantas contra estresse ambientais e ataques de microrganismos (SILVA et. al. 2010; NEVES, 2015).

Com mais de 8000 já detectados em plantas, os compostos fenólicos têm a capacidade de atuar como antioxidantes, o que significa que podem neutralizar os radicais livres no corpo humano e proteger as células contra danos oxidativos. Além disso, muitos compostos fenólicos têm propriedades anti-inflamatórias e podem estar associadas a benefícios para a saúde (SILVA et. al. 2010; SILVA et al, 2015).

Além das funções citadas acima, esses compostos estão envolvidos na reprodução e no crescimento das plantas, bem como no desenvolvimento de pigmentos e compostos voláteis que estão diretamente relacionados às características sensoriais de cada planta. Portanto, é correto ressaltar a importância dos compostos fenólicos para a estabilidade oxidativa e propriedades sensoriais de alimentos e bebidas do reino vegetal (Balasundram et al., 2005; Boudet, 2007).

Geralmente encontrados em frutas e outros vegetais, os compostos fenólicos possuem propriedades funcionais benéficas à saúde. As frutas cítricas são fontes riquíssimas em compostos fenólicos, dentre estes, destacam-se os flavonoides que são subdivididos em: flavonóis (quercetina, kaempferol e miricetina), flavonas (apigenina, luteolina e diosmetina), flavononas (hesperidina, naringina, eriocitrina e narirutina) e flavanonóis, os ácidos fenólicos e compostos fenólicos menores (Havsteen, 2002). Os flavonoides amarelos são pigmentos amarelos que estão dentro do grupo dos flavonoides e apresentam-se na natureza distribuídos nos vegetais como, por exemplo, nas cascas de frutas cítricas como laranjas e limões (CEPLAMT, 2016).

Outro grupo de fitoquímico presente nas frutas cítricas são os carotenoides que fazem parte dos grupos dos pigmentos naturais mais amplamente encontrados na natureza. São esses pigmentos que são responsáveis pela coloração do amarelo ao laranja (carotenos e ésteres de xantofilas). São reconhecidos, em média, 600 tipos de carotenoides utilizados como aditivos (corantes) alimentares, porém, sua maior importância é na nutrição (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

4. MÉTODOS E MATERIAIS

4.1 Obtenção da Matéria-prima

O trabalho foi conduzido nos laboratórios de Análises Físico-Química de Alimentos e Processamento de Vegetais do Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional da Universidade Federal da Paraíba.

Os frutos de pomelo utilizados neste experimento foram oriundos do município de Alagoinha localizado na unidade geoambiental do Planalto da Borborema, estado da Paraíba.

Os frutos foram colhidos manualmente no estágio de maturação comercial, nas primeiras horas do dia. Em seguida, foram acondicionados em sacos plásticos, sendo posteriormente transportados para o laboratório de Processamento de Alimentos do departamento de Tecnologia de Alimentos do Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional da Universidade Federal da Paraíba.

Para as análises físicas foram utilizados 20 frutos de pomelos. Para caracterização físico-química e compostos bioativos foram utilizados 6 frutos de pomelo/triplicata de cada colheita realizada (foram realizadas três colheitas durante a execução do trabalho).

Figura 1. Frutos de Pomelo para caracterização física.





Fonte: autoral.

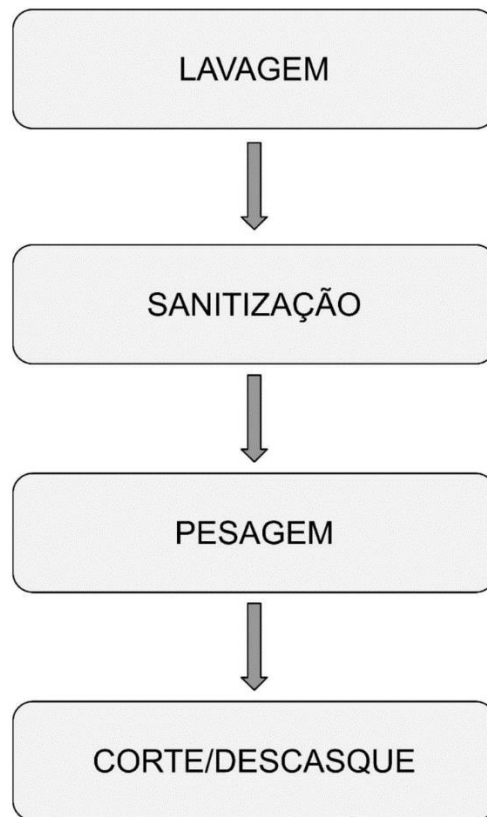
Figura 2. Frutos de Pomelo para realização da composição centesimal, caracterização físico-química e compostos bioativos.



Fonte: autoral.

4.2 Preparo da Matéria-prima

O preparo da matéria-prima foi realizado no Laboratório de Processamento de Vegetais do Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional (CTDR) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), campus - Mangabeira, da cidade de João Pessoa - PB. Ao chegar no laboratório os frutos foram selecionados quanto à aparência, estágio de maturação e ausência danos físicos ou doenças. Foram realizadas as etapas de higienização a seguir:

**Lavagem**

Os frutos foram lavados com água e detergente neutro, com auxílio de esponja e escova para a retirada de sujeiras superficiais e incrustações.

Sanitização

Os pomelos foram imersos por 10 minutos em uma solução de hipoclorito de sódio comercial a 200uL.L^{-1} , em seguida, enxaguados e secos em temperatura ambiente.

Pesagem

Os frutos foram pesados em uma balança semi-analítica (Balmark economic line next).

Corte / Descasque

Os frutos foram cortados longitudinalmente e, em seguida, foi feito o descasque manual e com auxílio de facas. Foram separadas a casca, o albedo e a polpa. Após o processo de

separação, as polpas, os albedos e as cascas foram pesados separadamente, armazenados em sacos plásticos e guardados sob congelamento à -14°C no freezer.

4.3 Avaliações

4.3.1 Avaliações físicas

4.3.1.1 Peso fresco do fruto

Determinado através de pesagem individual de cada fruto em balança semi-analítica. Todos os pesos foram expressos em quilogramas (kg).

4.3.1.2 Diâmetros longitudinal e transversal do fruto

O paquímetro digital não teve tamanho suficiente para fazer as medidas externas dos frutos. Portanto, foi utilizado uma fita métrica para realizar as medidas. O diâmetro longitudinal ou altura refere-se à medida que vai do pedúnculo ao ápice do fruto e o transversal (circunferência), medida na posição equatorial do fruto. Os resultados foram expressos em cm.

4.3.1.3 Diâmetro interno da polpa e espessura do albedo e flavedo

Após a realização das medidas externas, as frutas foram cortadas ao meio para medir, com o auxílio de uma régua e de um paquímetro, o diâmetro interno dos frutos e a espessura do albedo e do flavedo, medidas em 3 pontos diferentes. Os resultados foram expressos em cm.

Logo após, as frutas foram cortadas longitudinalmente para serem feita a separação da polpa, do albedo e do flavedo para a obtenção do rendimento.

4.3.1.4 Rendimento de Polpa

Os frutos foram pesados em balança semi-analítica. O peso de polpa por fruto foi realizado fazendo-se a diferença entre peso total do fruto e peso do albedo e do flavedo e a porcentagem de polpa (rendimento de polpa) por fruto que foi calculada segundo a fórmula a seguir:

$$\%RP = (RPC/PF) * 100$$

Onde:

%RP = % de rendimento de polpa

RPC = Rendimento de polpa calculado

PF= Peso total do fruto

4.3.2 Composição Centesimal e Avaliações físico-químicas

A polpa e o albedo dos frutos foram avaliados, para determinação dos seguintes parâmetros: umidade, aw, cinzas, pH, sólidos solúveis, acidez titulável, relação sólidos solúveis/acidez titulável, açúcares totais.

4.3.2.1 Umidade

As análises de umidade foram realizadas de acordo com a metodologia (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008), em triplicata. Com os cadinhos previamente tratados e pesados, foram pesados, em balança analítica (Bel), aproximadamente, 2,0g da amostra e em seguida, levadas para a estufa à 105°C. As amostras foram retiradas da estufa, colocadas no dessecador para o resfriamento e pesadas a cada uma hora até a equivalência de peso constante.

4.3.2.2 Atividade de Água (Aw)

Para as análises de atividade de água da polpa e do albedo do pomelo, as amostras foram realizadas em triplicata, medidas no medidor de atividade de água, marca Aqualab, com um tempo, em média, de 5 min entre elas.

4.3.2.3 Cinzas

Para as análises de cinzas, foram pesados, em balança analítica (Bel), aproximadamente, 5,0g da amostra em triplicata. As amostras foram pesadas em cadinhos de porcelana previamente tratados. Logo após, as amostras foram colocadas em uma chapa aquecedora (SL 140) para a carbonização e, em seguida, incineradas na mufla (ZEZIMAQ) à 550°C, resfriadas

no dessecador e pesadas em balança analítica. Metodologia segundo (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

4.3.2.4 Açúcares totais

Para as análises de açúcares da polpa e do albedo, foram pesadas, em balança analítica (Bel), aproximadamente, 5,0g de amostra e, em seguida, foram adicionados 50,0 ml de água destilada e 2,0 ml de ácido clorídrico (HCL) levados para o aquecimento em banho-maria à 100°C por 30min. Após o resfriamento, as amostras foram neutralizadas com NaOH e transferidas para balões volumétricos de 250,0 ml. Logo após a transferência, foram adicionados 5,0 ml de solução de ferrocianeto de potássio à 15% e 5,0 ml de acetato de zinco à 30% em cada amostra. As amostras foram levemente agitadas e completadas o volume do balão com água destilada e deixadas em repouso por, em média, 15 min para que ocorra o processo de decantação. Posteriormente, as amostras foram filtradas à vácuo, recebendo o filtrado em um kitassato para serem tituladas com soluções de 5,0 ml de Fehling A e B. Metodologia segundo (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

4.3.2.5 pH e Acidez Titulável

Para as análises de pH e acidez, foram pesadas, em balança analítica (Bel), aproximadamente, 10,0g de amostra para cada triplicata. As amostras do albedo foram trituradas no liquidificador com a adição de 120,0 ml de água destilada até obter uma consistência pastosa. Para facilitar a visualização da amostra, durante as análises o produto de consistência pastosa foi filtrado em uma bomba à vácuo. Já para as amostras da polpa, as mesmas foram maceradas em um almofariz para a obtenção do suco. Após a obtenção das amostras, foram realizadas as análises de pH utilizando um medidor de pH (LUCADAMA LUCA - 210) e logo em seguida, as mesmas amostras foram tituladas.

No processo de titulação, foram colocadas 3 gotas do indicador (fenolftaleína) nas amostras e utilizando como base NaOH 0,1N para a neutralização. Metodologia segundo (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

4.3.2.6 Sólidos Solúveis (%)

Para a determinação de sólidos solúveis da polpa, as amostras foram maceradas para a obtenção do suco. As amostras foram postas em um refratômetro digital e realizada a leitura.

Para o albedo, foram pesados, em balança analítica (Bel), 1,0g de amostra diluídas em 3 ml de água destilada e deixadas em repouso por 30 min para que ocorresse a absorção de água e a liberação dos sólidos solúveis. Em seguida, as amostras foram maceradas e a obtenção do suco foi posto em um refratômetro para a leitura.

4.3.2.7 Teor de Pectina

As análises foram realizadas em triplicata e, para cada amostra, foram pesadas, em balança analítica (Bel), aproximadamente, 25,0 g do albedo. Em seguida as amostras foram trituradas em um liquidificador com a adição de 400,0 ml de solução de HCl 0,05N. Logo após, as amostras foram levadas ao banho-maria por 2h à temperatura de 85°C e, em seguida, foram deixadas em repouso para o resfriamento (de um dia para outro).

No dia seguinte, os conteúdos foram transferidos para balões volumétricos de 500,0±0,25 ml e preenchidos com água acidificada (solução de HCl 0,05N) e filtrados com uma bomba à vácuo.

Foram pipetadas 150,0 ml de cada amostra e transferidas para béqueres. O conteúdo foi neutralizado com NaOH 1N e, em seguida, foram adicionados mais 10,0 ml de NaOH 1N, em excesso, sob agitação constante. Após este processo, as amostras foram deixadas em repouso por uma noite. No dia posterior, foram acrescentados 50,0 ml de ácido acético 1N e, após 5 min, foram adicionados 25,0 ml de solução de CaCl₂ 1N sob agitação. Ficaram em repouso por 1h e, na sequência, as amostras foram aquecidas de 1-2 min. Com o papel filtro previamente preparado, as amostras foram filtradas da lavagem com a lavagem com água quase fervente até as mesmas ficassem livre de cloretos e, para isto, as amostras foram testadas usando AgNO₃. Após o processo das lavagens, o papel filtro com as amostras retidas foram secas à 105°C até peso constante.

4.3.3 Avaliação dos Compostos Bioativos

4.3.3.1 Ácido Ascórbico

Para a análise da vitamina C, a polpa do pomelo foi macerada para a obtenção do suco. Em seguida, foram pesados, em balança analítica (Bel), aproximadamente, 1,0g do suco da polpa e adicionados 30,0 ml de ácido oxálico 0,5% para a diluição. Após todo o preparo da amostra, as mesmas foram tituladas com 2,6 diclorofenolindofenol (DFI) até a obtenção de coloração rósea claro permanente de acordo com Strohecker e Henning (1967).

4.3.3.2 Carotenoides Totais

Foram pesadas, em balança analítica (Bel) em torno de 2,0 g da polpa já macerada e adicionados 5,0 ml de hexano e cloreto de cálcio. As amostras foram colocadas em tubos de Falcon envoltos em papel alumínio e acondicionados em uma geladeira por volta de 24h. No dia seguinte, as amostras foram centrifugadas à 5000 RPM durante 15 min à temperatura de 24°C. Após a centrifugação, foi realizada a leitura em espectrofotômetro no comprimento de onda de 450 nm, utilizando o hexano como “branco” para calibração do equipamento (HIGBY, 1962).

4.3.3.3 Flavonoides Amarelos

Foram pesadas, em balança analítica (Bel) em torno de 2,0 g da polpa já macerada e adicionados 10,0 ml da solução extratora de etanol-HCl (85:15). As amostras foram colocadas em tubos de Falcon envoltos em papel alumínio e acondicionados em uma geladeira por volta de 24h. No dia seguinte, as amostras foram centrifugadas à 5000 RPM durante 15 min à temperatura de 24°C. Após a centrifugação, foi realizada a leitura em espectrofotômetro no comprimento de onda de 374 nm para flavonoides amarelos, utilizando a solução de extratora de etanol-HCl (1,5M) como “branco” para calibração do equipamento (FRANCIS, 1982).

4.3.3.4 Compostos Fenólicos Totais

Para as análises de compostos fenólicos, antes da execução da análise, foi preparado o extrato, pesando, em balança analítica, aproximadamente, 10,0 g da amostra, em triplicata, em tubos de Falcon recobertos de papel alumínio. Em seguida, foram adicionados 4,0 ml de metanol 50% e as amostras foram homogeneizadas e deixadas em repouso por 60 min. Posteriormente, as amostras foram centrifugadas à 5000 rpm durante 15 min. Recolhendo o

sobrenadante dos tubos, foram adicionados ao resíduo acetona 70% e, sequencialmente, as amostras foram homogeneizadas e deixadas em repouso por 60 min em temperatura ambiente. As amostras foram centrifugadas novamente à 5000 rpm por 15 min. Foram recolhidos o sobrenadante 2 e juntados ao sobrenadante 1 e completados o volume dos tubos com água destilada.

Feito o extrato, foram transferidos uma alíquota de 300µL das amostras, em triplicada, para tubos de ensaio, adicionados 2,5,0 ml de folin-ciocalteu 10%, e as amostras foram homogeneizadas. Em seguida, foram adicionados 2,0 ml de carbonato de sódio 7,5% e as amostras foram homogeneizadas. Sequencialmente, as amostras foram levadas ao banho-maria à 50°C durante 15 min. Ao final do processo, foi feita a leitura em espectrofotômetro no comprimento de onda de 760 nm, utilizando água destilada para a calibração do equipamento. A determinação foi feita conforme descrito pelo método de LARRAURI et al. (1997).

4.3.4 Análise Estatística

As análises foram realizadas em triplicata e os resultados expressos com média $\pm$ desvio padrão. Todas as variáveis foram submetidas à análise de variância (ANOVA) e posteriormente, foram realizados testes de comparação múltiplas de Tukey com 5% de significância.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Caracterização Física dos Frutos

Na tabela 1, verificam-se a média e o desvio padrão das medidas como o peso, circunferência e altura dos frutos avaliados. Os frutos tiveram uma variação de peso fresco de 0,412kg para o fruto L13 e 2,290 kg para o fruto L1, com média de 0,996kg para os frutos avaliados.

Tabela 1. Peso fresco (kg), Diâmetro Transversal(cm) e longitudinal(cm) dos frutos de Pomelo com média e desvio padrão do grupo.

Amostra	Peso Fresco (kg)	Diâmetro Transversal Circunferência (cm)	Diâmetro longitudinal Altura (cm)
L1	2,290	70,0	14,5
L2	1,842	64,5	13,5
L3	1,154	57,0	12,5
L4	0,860	50,0	13,0
L5	1,892	60,0	14,5
L6	1,858	64,0	13,5
L7	0,652	45,0	9,5
L8	0,784	49,5	11,0
L9	0,542	43,0	10,5
L10	0,492	40,0	8,6
L11	0,470	41,0	9,5
L12	0,592	45,0	11,0
L13	0,412	39,5	8,5
L14	0,644	44,0	9,5
L15	0,460	40,0	8,4
L16	0,700	46,0	9,0
L17	1,234	55,5	12,5
L18	1,008	53,5	12,0
L19	1,030	54,0	12,0
L20	1,012	53,5	12,5
Média	0,996	50,8	11,3
Desvio padrão	0,559	9,1	2,0

Foi observado que os frutos maiores, mais pesados (pesos entre 1,200 kg a 2,300 kg), com a polpa de coloração mais avermelhada e albedo rosado, apresentavam um estágio de maturação mais completo em comparação aos frutos que se demonstravam ser

menores, mais leves (pesos entre 0,400 kg a 1,100 kg), com polpas de coloração menos pigmentadas, variando do amarelo ao rosa claro e albedos mais brancos.

A média de peso fresco encontrada neste trabalho (0,996kg) foi superior à faixa encontrada por Lederman et al., (2005) que avaliou o comportamento de seis variedades de pomelo cultivadas sob irrigação, obtendo médias para o peso total variando de 285,5 a 401,6g.

As dimensões do diâmetro transversal dos frutos avaliados tiveram média que variaram de 50,0 cm para o fruto L4 a 70,0 para o fruto L1, já o diâmetro longitudinal os valores variam de 8,4 cm para o fruto L15 a 14,5 para frutos L1 e L5.

Na tabela 2, estão sendo representados o diâmetro interno da polpa, a espessura do albedo e flavedo.

Tabela 2. Diâmetro interno do fruto (cm), espessura do albedo (cm) e do flavedo(cm) dos frutos de Pomelo com média e desvio padrão do grupo.

AMOSTRA	Diâmetro Interno do fruto (cm)	Espessura do albedo (cm)*	Espessura do flavedo (cm)*
L1	20,3	3,8 ± 0,2	0,2 ± 0,0
L2	19,7	2,7 ± 0,8	0,1 ± 0,0
L3	17,5	3,4 ± 0,3	0,1 ± 0,1
L4	15,5	3,7 ± 0,5	0,1 ± 0,0
L5	18,1	1,8 ± 0,4	0,2 ± 0,0
L6	19,0	2,5 ± 0,6	0,2 ± 0,1
L7	13,7	1,9 ± 0,2	0,1 ± 0,0
L8	15,0	2,5 ± 0,5	0,1 ± 0,0
L9	12,8	2,6 ± 0,3	0,1 ± 0,0
L10	11,7	2,2 ± 0,6	0,1 ± 0,0
L11	12,2	2,4 ± 0,6	0,1 ± 0,0
L12	13,5	2,9 ± 0,8	0,1 ± 0,0
L13	11,5	2,3 ± 0,2	0,1 ± 0,0
L14	13,1	2,5 ± 0,4	0,1 ± 0,0
L15	12,0	2,3 ± 0,0	0,1 ± 0,0
L16	13,9	2,3 ± 0,1	0,1 ± 0,0
L17	16,6	3,0 ± 0,2	0,1 ± 0,0
L18	16,0	3,1 ± 0,1	0,1 ± 0,0
L19	16,8	3,4 ± 0,3	0,1 ± 0,0
L20	16,2	2,8 ± 0,1	0,2 ± 0,0
MÉDIA	15,255	2,7	0,1
DESVIO PADRÃO	2,741	0,5	0,00

*o albedo e o flavedo foram medidos em três partes diferentes do fruto.

Os valores médios encontrados para o diâmetro interno do fruto foram de 15,25 cm, sendo considerado um fruto grande, entre as variedades de pomelos. A variedade de pomelo estudada neste trabalho possui uma elevada espessura de albedo com média de 2,7 cm. Frutos com muito albedo perdem em rendimento de polpa, no entanto podem ser ricos em pectina. A espessura do flavedo (que se refere a casca do fruto) não teve muita variação com média de 0,1cm para os frutos avaliados.

Na tabela 3, estão sendo representados os pesos da polpa, albedo e flavedo (kg) e o rendimento de polpa (%).

Tabela 3. Peso polpa, do albedo e do flavedo (kg) e rendimento de polpa (%) dos frutos de Pomelo com média e desvio padrão do grupo.

AMOSTRA	Peso da polpa (kg)	Peso do albedo (kg)	Peso do flavedo (kg)	Rendimento de Polpa (%)
L1	1.226	0,508	0,492	56,33
L2	0,930	0,426	0,402	55,05
L3	0,360	0,436	0,290	37,09
L4	0,236	0,316	0,252	33,95
L5	1.268	0,210	0,336	71,14
L6	1.014	0,318	0,430	59,74
L7	0,290	0,154	0,158	52,15
L8	0,292	0,234	0,194	45,41
L9	0,182	0,158	0,152	42,80
L10	0,214	0,104	0,128	52,85
L11	0,156	0,142	0,132	41,70
L12	0,188	0,160	0,186	41,55
L13	0,116	0,104	0,130	43,20
L14	0,270	0,440	0,180	50,31
L15	0,136	0,128	0,146	40,43
L16	0,324	0,124	0,196	54,29
L17	0,594	0,264	0,298	54,46
L18	0,348	0,306	0,262	43,65
L19	0,338	0,340	0,274	40,39
L20	0,362	0,310	0,262	43,48
MÉDIA	0,442	0,259	0,245	48,00
DESVIO PADRÃO	0,363	0,126	0,105	8,97

Os valores encontrados no trabalho para o rendimento de polpa variaram de 33,95% para o fruto L4 a 71,14% para o fruto L5. Para as frutas cítricas com potencial para elaboração de sucos, o ideal é que seja realizado o rendimento de suco. No entanto, a variedade de pomelo (não identificada neste trabalho) possuía polpa com textura mais seca e pouco suco, podendo ser utilizada na elaboração de outros produtos vegetais como por exemplo doces e compotas.

5.2 Composição Centesimal e Caracterização físico-química dos frutos

Tabela 4. Valores médios para a composição centesimal e características físico-químicas da polpa do pomelo

AMOSTRA	Aw	Cinzas (%)	Umidade (%)	Açúcares totais (%)	Sólidos Solúveis (%)	pH	Acidez titulável (g/100g ácido cítrico)
C1	0,9916± 0,0000a	0,49 ± 0,12b	92,60 ± 1,44a	3,78 ± 0,08b	7,50 ± 0,15b	3,86 ± 0,05a	0,55 ± 0,00a
C2	0,9927 ± 0,0007a	0,81 ± 0,34a	91,64 ± 0,45a	4,21 ± 0,33a	8,00 ± 0,10a	3,87 ± 0,04a	0,59 ± 0,07a
C3	0,9925 ± 0,0019a	0,93 ± 0,26a	92,03 ± 0,03a	3,25 ± 1,42c	7,20 ± 0,10b	3,90 ± 0,01a	0,50 ± 0,02a

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem-se, ao nível de 5% de probabilidade de erro, pelo teste de Tukey.

Os valores de sólidos solúveis encontrados variaram de 7,2 a 8,0% e foram inferiores aos encontrados por Lederman et al., (2005) trabalhando com seis cultivares de pomelo encontraram valores superiores, com média de 9,2 °Brix para a cultivar Marsh. F. Nucelar e 14,2 °Brix para a StarRuby.

Os teores de acidez titulável variaram de 0,50 a 0,55g /100g de ácido cítrico nas amostras avaliadas, valores inferiores aos encontrados por Lederman et al., (2005), encontraram teores de acidez variando de 1,51% para a cultivar Marsh. F. Nucelar e de 2,7% para o Star Ruby.

Tabela 5. Valores médios para composição centesimal e características físico-químicas do albedo do pomelo

AMOSTRA	Aw	Cinzas (%)	Umidade (%)	Açúcares Totais (%)	Pectina g/100g	Sólidos Solúveis (%)	pH	Acidez titulável (g/100g ácido cítrico)
C1	0,9911 ±	0,52 ±	80,52 ±	6,78 ±	4,32±	3,80 ±	6,24 ±	0,070 ±
	0,0002a	0,11a	0,21a	0,04b	0,70a	0,28b	0,12a	0,007a
C2	0,9913 ±	0,40 ±	80,12 ±	5,42 ±	4,40±	3,50 ±	5,90 ±	0,070 ±
	0,0008a	0,09b	1,32a	1,08c	0,28a	0,70b	0,13a	0,007a
C3	0,9926 ±	0,53 ±	78,49 ±	7,68 ±	3,89±	4,80 ±	5,97 ±	0,090 ±
	0,0004a	0,15a	0,46a	0,93a	0,14b	1,69a	0,17a	0,000a

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem si, ao nível de 5% de probabilidade de erro, pelo teste de Tukey.

É perceptível que a atividade de água (Aw), tanto da polpa quanto do albedo, apresentaram valores alto entre 0,9911 a 0,9927, ou seja, possuem uma quantidade significativa de água disponível em suas composições, tornando o fruto mais propenso a uma rápida deterioração, mesmo o albedo se demonstrando em textura esponjosa.

O fruto também se apresentou com bastante umidade em sua composição, a polpa com teores 91,64% a 92,60% e o albedo com teores um pouco menores entre 78,49% a 80,52%. Juntamente com os valores da Aw, a fruta se comporta como um alimento com alta perecibilidade, tendo que ser mantida em locais frescos por ter facilidade em perder água.

A análise de cinzas se mostrou em bons resultados tanto em relação a polpa como também em relação ao albedo. A polpa apresentou valores entre 0,49% a 0,93% e o albedo entre 0,40% a 0,53%, ambos representando um alto valor para os conteúdos minerais, demonstrando uma fruta nutricionalmente rica nesses compostos.

O pH do albedo, apresentou-se em um pH levemente ácido, um pouco mais alto em comparação a polpa com resultados entre 5,9 e 6,24.

Os teores de pectina encontrados neste trabalho variaram de 3,89g/100g a 4,40g/100g para os frutos avaliados, valores superiores aos encontrados por Pereira (2009) avaliando variedade de pomelo encontrou valores de pectina de 1757,3 mg/100g.

Renard e Thibault (1993) avaliando teor de pectina em casca de laranja pelo mesmo método avaliado neste trabalho, encontrou valores de 3,5 a 5,5 g/100g de pectato de cálcio.

Segundo Baracat e Schmidt (2009), a pectina pode ser facilmente encontrada no albedo de frutas cítricas, o que pode ser observado neste trabalho.

A utilização da pectina na indústria de alimentos é muito utilizada em diversos alimentos, por ser um aditivo que apresenta propriedades geleificantes, espessantes e estabilizantes, podendo assim ser aplicada em uma ampla variedade de alimentos (MUNHOZ, 2008).

5.3 Avaliação dos compostos bioativos

Tabela 6. Valores médios para compostos bioativos da polpa do pomelo

AMOSTRA	Ácido Ascórbico (mg/100g)	Compostos Fenólicos (mg/100g)	Flavonoides Amarelos (mg/100g)	Carotenoides (mg/100g)
C1	41,71 ± 4,46b	1048,96 ± 32,52c	0,90 ± 0,08b	0,26 ± 0,19a
C2	67,22 ± 16,14a	1908,33 ± 59,15a	1,57 ± 1,04a	0,26 ± 0,13a
C3	42,92 ± 7,17b	1220,83 ± 77,07b	0,65 ± 0,22c	0,32 ± 0,43a

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem si, ao nível de 5% de probabilidade de erro, pelo teste de Tukey.

Os teores de ácido ascórbico encontrados neste trabalho variaram de 41,71 mg/100 na primeira colheita dos frutos a 67,22mg/100g nos frutos colhidos na segunda remessa. Valores próximos foram encontrados por Machado *et al.*, (2011) com valores que variaram de 52,00 a 57,66 mg/100g estudando variedades de pomelos no Ceará. Assim como também são encontrados valores próximos da tangerina (Ponkã) de 48,8mg/100g encontrada na Tabela brasileira de Composição de alimentos (TBCA). E na toranja (*Citrus paradisi*), segundo Franco (2008), valores encontrados de 43,0 mg/100g.

Para os teores de compostos fenólicos encontrados nos frutos foram de 1048,96 a 1908,33 mg/100g. Os teores de flavonoides amarelos variaram de 0,65 a 1,57mg/100g. Os teores de carotenoides variaram de 0,26 a 0,32 mg/100g.

6. CONCLUSÃO

Os pomelos avaliados apresentaram característica físicas superiores ao encontrados na literatura.

A quantidade de polpa nos frutos, apesar de não ser interessante para a indústria de sucos, tem características interessantes para elaboração de novos produtos.

Os pomelos avaliados no trabalho tem um percentual elevado de albedo, o que tem potencial para ser utilizado pela indústria de extração de pectina.

O teor de pectina encontrado no pomelo apresentou concentrações consideráveis de pectina na forma de percentual de pectato de cálcio.

A polpa do pomelo possui elevada quantidade de compostos bioativos, principalmente compostos fenólicos, o que pode sugerir a elevada atividade antioxidante.

REFERÊNCIAS

11 tipos diferentes de pomelo com imagens. Asian recipe, 2022. Disponível em: <<https://asian-recipe.com/types-of-pomelo-24112>>. Acesso em: 01/09/2022.

A importância do pH dos alimentos. Terra Food Tech, 2018. Disponível em: <<https://www.terrafoodtech.com/pt-pt/a-importancia-do-ph-dos-alimentos/>>. Acesso em: 17/04/2024.

ALEXANDRE, T. T. B.; TOSI, M. M.; ASSIS, O. B. G. Efeito da adição de pectina nas propriedades mecânicas e de permeação ao vapor de água de filmes a base de purê de mamão. Embrapa Instrumentação, São Carlos/SP. 2017. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/167985/1/P-Efeito-da-Adicao-de-Pectina-nas-Propriedades-....pdf>>. Acesso em: 15/01/ 2023.

BAGHERIAN, H.; ASHTIANI, F.Z., FOULADITAJAR, A.; MOHTASHAMY, M. Comparisons between conventional, microwave-and ultrasound-assisted methods for extraction of pectin from grapefruit, Chem. Eng. Process. n. 50, p. 1237–1243, 2011.

BALASUNDRAM, N.; SUNDRAM, K.; SAMMAN S. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. Food Chemistry. n. 99, p. 191–203, 2006.

BARACAT, C. A.; SCHMIDT, F. L. Extração de pectina atm do albedo da laranja por processo descontínuo. Faculdade de Engenharia de Alimentos - FEA, UNICAMP. 2007.

BERGMANN, A. R. Benefícios do consumo de frutas fontes de vitamina C para o fortalecimento do sistema imunológico, associado ao COVID-19: uma revisão de literatura. **Revista Thema**, v. 20, p. 102-111, 2021.

BOUDET, Alain-Michel. Evolution and current status of research in phenolic compounds. Phytochemistry. n. 68, p. 2722–2735, 2007.

CANTERI, M. H. G. et al. Pectina: da matéria-prima ao produto final. Polímeros. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. v. 22, n. 2, p. 149-157, 2012.

CHITARRA, M. I. F. CHITARRA, A. B. Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio. 2a ed. Universidade Federal de Lavras. Brasil. 2005.

CNA. Brasil está no topo do ranking mundial de produção de laranja e exportação de suco da fruta. 2021. Disponível em: <<https://www.cnabrazil.org.br/noticias/dia-do-citricultor-produtores-de-frutas-citricas-garantem-alimento-saudavel-no-brasil-e-no-mundo>>. Acesso em: 08/01/2023.

COELHO, M. T. Pectina: Características e Aplicações em Alimentos. 2008. 32f. Seminário (Disciplina de Seminários em Alimentos) – Departamento de Ciência dos Alimentos, Curso de Bacharelado em Química de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2008.

DINIZ, J. A.; TAVANO, O. L.; OSTOLIN, T. L. V. D. P. Substâncias bioativas dos alimentos e suas ações no antienvhecimento da pele: uma revisão narrativa de literatura. Research, Society and Development, v. 11, n.11, e526111133879, 2022. ISSN 2525-3409.

FERREIRA, M. D. (editor técnico). Instrumentação pós-colheita em frutas e hortaliças. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 1ª ed. 284 p.: il. ISBN: 978-85-7035-707-6.

Flavonóides. CEPLAMT (Centro Especializado em Plantas **Aromáticas, Medicinais e Tóxicas**), Universidade Federal de Minas Gerais. Disponível em: <<https://www.ufmg.br/mhnjb/ceplamt/plantas-medicinais-na-escola/flavonoides/>>. Acesso em: 21/04/2024.

Fonte de saúde. CATARINENSE PHARMA Disponível em: <<https://catarinensepharma.com.br/blog/vitamina-c-acido-ascorbico/>>. Acesso em: 22/10/2023.

FRAEYE et. al. Influence of pectin structure on texture of pectin–calcium gels. Innovative Food Science and Emerging Technologies. n. 11, p. 401-409, 2010.

FRANCIS, F.J. Analysis of anthocyanins. In: MARKAKIS, P. **Anthocyanins as food colors**. London: Academic Press, 1982. p.181-206.

FRANCO, G. Tabela de composição química dos alimentos / Guilherme Franco, 9º ed. São Paulo: Editora Atheneu, 2008.

HAVSTEEN, B. H. The biochemistry and medical significance of the flavonoids. *Pharmacology & Therapeutics*. n. 96, p. 67 – 202, 2002.

HIGBY, W.K. **A simplified method for determination of some carotenoid distribution in natural and carotene – fortified orange juice**. *Journal of Food Science*, v.27, n.1, p.42-49,1962.

Instituto Adolfo Lutz (São Paulo). Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4ª ed. 1020 p. Brasil, 2005.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: **Métodos Químicos e Físicos Para Análise de Alimentos**. I ed. Online. São Paulo: IAL, 2008.

KIST, B. B. *et al.* Anuário Brasileiro de Horti&Fruti 2022. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2022. 96 p.: il. ISSN 2107-0897.

KOUBALA *et. al.* Effect of extraction conditions on some physicochemical characteristics of pectins from “Ame’liore’e” and “Mango” mango peels. *FOOD HYDROCOLLOIDS*. n. 22, p. 1345–1351, 2008.

LADO, J.; GAMBETTA, G.; ZACARIAS, L. Key determinants of citrus fruit quality: Metabolites and main changes during maturation. *Scientia Horticulturae*. v. 233, p. 238–248, fevereiro, 2018.

LARRAURI, J. A.; PUPÉREZ, P.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. Washington, v. 45, p.1390-1393, 1997.

LEDERMAN, I. E.; BEZERRA, J. E. F.; ALVES, M. A.; COELHO, Y. S.; SOBRINHO, A. P. C. Comportamento de seis variedades de pomelo (*Citrus paradisi* macfad.) cultivadas sob irrigação na região semi-árida de Pernambuco. *Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal*, v. 27, n. 2, p. 245-247, 2005.

Manela-Azulay, M. *et. al.* Vitamina C. *Educação Médica Continuada*. n. 78, p. 265-274, Rio de Janeiro, junho, 2003.

MARAN, J. P., SIVAKUMAR, V., THIRUGNANASAMBANDHAM, K.; SRIDHAR, R. Degradation behavior of biocomposites based on cassava starch buried under indoor soil conditions. *Carbohydrate Polymers*, n.101, p. 20–28, 2014.

MELO, J. M. QUALIDADE E COMPOSTOS BIOATIVOS DE CULTIVARES DE LARANJAS E TANGERINAS INTRODUZIDAS NO TERRITÓRIO DA BORBOREMA PARAIBANO. Trabalho de conclusão de curso. Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal da Paraíba. Areia, 2021.

MORAES, N. F. S. DESENVOLVIMENTO DE FILMES SUSTENTÁVEIS À BASE DE PECTINA EXTRAÍDA DO ALBEDO DO POMELO (*Citrus Grandis*). Fevereiro, 2020. 34f., il. Monografia (em Engenharia de Alimentos) – Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, Rio Verde, 2020.

MOURA, L. M. Compostos bioativos em frutas cítricas: quantificação, avaliação da atividade antioxidante, parâmetros de cor e efeito da pasteurização. Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição da Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Araraquara para obtenção do título de Doutora em Alimentos e Nutrição. Araraquara, 2010.

Multari *et. al.* Monitoring the changes in phenolic compounds and carotenoids occurring during fruit development in the tissues of four citrus fruits. *Food Research International*. n. 134, p. 109-228, 2020.

MUNHOZ, C. L. Efeito das condições de extração sobre o rendimento e características da pectina obtida de diferentes frações de goiaba cv. Pedro Sato. 2008. 57p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2008.

NEVES, P. D. O. IMPORTÂNCIA DOS COMPOSTOS FENÓLICOS DOS FRUTOS NA PROMOÇÃO DA SAÚDE. Monografia (Ciências Farmacêuticas) – Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade Fernando Pessoa. 2015.

OLIVEIRA, A. PECTINAS DE CASCA DE MANGA (*Mangífera indica* L.) cv. UBÁ: OTIMIZAÇÃO DA EXTRAÇÃO, CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES ESPESSANTES E GELIFICANTES. 151f.: il. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Viçosa. Minas Gerais, 2013.

OLIVEIRA, R. P. D. *et. al.* Pomelos: Informações Básicas sobre o Cultivo e Cultivares Apirênicas Recomendadas para o Rio Grande do Sul. EMBRAPA: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Pelotas. RS, 2007. ISSN 1806-9193.

PAGÁN, J.; IBARZ, A.; LIORCA, M.; PAGÁN, A.; BARBOSA-CÁNOVAS. Extraction and characterization of pectin from stored peach pomace. *Food Research International*, n. 34, p. 605–612, 2001.

PAIVA, E. P., LIMA, M. S., PAIXÃO, J. A. PECTINA: PROPRIEDADES QUÍMICAS E IMPORTÂNCIA SOBRE A ESTRUTURA DA PAREDE CELULAR DE FRUTOS DURANTE O PROCESSO DE MATURAÇÃO. *Revista Iberoamericana de Polímero*. v. 10. p. 196-211, julho, 2009.

Pomelo é fruta de tamanho imponente que ajuda o sistema imunológico. *Agro2.0*, 2019. Disponível em: <<https://www.agro20.com.br/pomelo>>. Acesso em: 16/01/2024.

RENARD, C.M.G.C.; THIBAUT, J.F. Structure and properties of apple and sugar-beet pectins extracted by chelating agents. Carbohydrate Research. Volume 244, Issue 1, 21 May 1993, Pages 99-114

RODRIGUES, D. D. FARINHAS E PECTINAS ORIUNDAS DAS CASCAS DE TANGERINA PONCÃ (Citrus Reticulata Blanco) DE DIFERENTES REGIÕES. Dissertação a ser apresentada ao Programa de Pós-graduação multicampi em Tecnologia de Alimentos - Câmpus Francisco Beltrão / Câmpus Londrina na Universidade Tecnológica Federal. Londrina, 2020.

RODRIGUES, D. D.; SEIBEL, N. F. Aproveitamento de resíduos agroindustriais de origem vegetal para alimentação humana. Ciência e Tecnologia de Alimentos: pesquisa e práticas contemporâneas. 2020.

SEAPA. Descubra como cultivar as frutas cítricas mais consumidas no Brasil. 2020. Disponível em: <<https://www.mg.gov.br/agricultura/noticias/ descubra-como-cultivar-frutas-citricas-mais-consumidas-no-brasil>>. Acesso em: 17/04/2024.

SILVA *et. al.* Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais. Semina: Ciências Agrárias. v. 31, n. 3, p. 669-681 Universidade Estadual de Londrina Londrina, 2010.

SILVA, R. N. R.; MARQUES, C. A. T.; CONSTANT, P. B. L. Uso de conservantes naturais em alimentos: um referencial teórico. Ciência e Tecnologia de Alimentos: pesquisa e práticas contemporâneas. v. 2, n. 55, p. 776-786, 2022.

STROHECKER, R.; HENNING, H.M. **Análises de vitaminas: métodos comprovados**, Madrid: Paz Montolvo, 1967. 428 p.

TBCA. Tabela Brasileira de Composição dos Alimentos. Disponível em: <<https://www.tbca.net.br/index.html>>. Acesso em: 02/02/2024.

VECTEEZY, 2023. Disponível em: <<https://www.vecteezy.com/vector-art/10520622-fresh-bright-exotic-half-red-pomelo-fruit-isolated-on-white-background-summer-fruits-for-healthy-lifestyle-organic-fruit-cartoon-style-vector-illustration-for-any-design>>-. Acesso em: 02/11/2023.

VIDAL, M. F. PRODUÇÃO DE LARANJA NA ÁREA DE ATUAÇÃO DO BNB. Banco do Nordeste. Caderno Setorial ETENE. v. 6, n. 198, dezembro, 2021.

VORAGEN *et. al.* Pectin, a versatile polysaccharide present in plant cell walls. Struct Chem. n. 20, p. 263–275, 2009.

WILLATS *et. al.* Pectin: new insights into an old polymer are starting to gel. Trends in Food Science & Technology. n. 17, p. 97–104, 2006.

ZANELLA, K. EXTRAÇÃO DA PECTINA DA CASCA DA LARANJAPERA (Citrus sinensis L. Osbeck) COM SOLUÇÃO DILUÍDA DE ÁCIDO CÍTRICO. Dissertação

(mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Química.
Campinas, 2013.