



INSTITUTO FEDERAL

Ceará

Campus Limoeiro do Norte

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ
CAMPUS LIMOEIRO DO NORTE
MESTRADO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

INGRID VITÓRIA SOUSA LIMA

EXTRAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE POLISSACARÍDEO DE MUTAMBA
(*Guazuma ulmifolia* Lam.)

LIMOEIRO DO NORTE – CE

2018

INGRID VITÓRIA SOUSA LIMA

EXTRAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE POLISSACARÍDEO DE MUTAMBA (*Guazuma
ulmifolia* Lam.)

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Tecnologia de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará *Campus* Limoeiro do Norte como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Profa. Dra. Marlene Nunes Damaceno.

Coorientadora: Profa. Dra. Sandra Maria Lopes dos Santos.

Limoeiro do Norte – CE

2018

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

L732e Lima, Ingrid Vitória Sousa.
Extração e caracterização de polissacarídeo de mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam.) / Ingrid
Vitória Sousa Lima. - 2018.
47 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal do Ceará, Mestrado em Tecnologia de
Alimentos, Campus Limoeiro do Norte, 2018.

Orientação: Prof. Dra. Marlene Nunes Damaceno.

Coorientação: Prof. Dra. Sandra Maria Lopes dos Santos.

1. Biomoléculas. 2. Biopolímero. 3. Carboidrato. 4. Fruto. 5. Pectina. I. Título.

CDD 664

INGRID VITÓRIA SOUSA LIMA

EXTRAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE POLISSACARÍDEO DE MUTAMBA (*Guazuma ulmifolia* Lam.)

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Tecnologia de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará *Campus* Limoeiro do Norte como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

Aprovada em 31/08/2018

BANCA EXAMINADORA



Profa. Dra. Marlene Nunes Damaceno

(Orientadora)

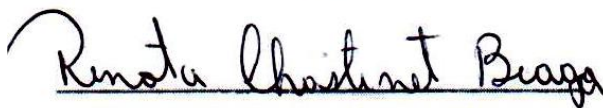
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia
do Ceará



Profa. Dra. Sandra Maria Lopes dos Santos

(Coorientadora)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia
do Ceará



Profa. Dra. Renata Chastinet Braga

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia
do Ceará



Profa. Dra. Pablyana Leila Rodrigues Cunha

Universidade Federal do Ceará



Prof. Dr. Rondinelle Ribeiro Castro

Universidade Estadual do Ceará

Aos meus pais, José Renan e Deuzanir pelo
amor, apoio e sacrifícios feitos em virtude da
minha educação.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me acompanhado em todos os momentos de minha vida, fazendo com que eu alcançasse mais esta benção.

Aos meus pais José Renan de Lima e Francisca Deuzanir Maia Sousa por toda dedicação, carinho e esforço para que eu concluísse meus objetivos desde o momento de meu nascimento. Amo vocês!

Ao meu amado, Jales Lael por toda paciência, motivação e cuidado comigo durante a calmaria e principalmente durante os momentos difíceis.

Aos meus amigos Candido Pereira, Bruno Felipe de Oliveira e Josikelvian Almeida, pela forte amizade que me acompanha desde a graduação e que levarei por toda vida. Vocês foram indispensáveis para mim!

Aos colegas de turma Claudene Guerreiro Chaves e Carlos Eduardo Dantas pelas risadas nos laboratórios e pela amizade iniciada durante o período de mestrado.

A Renata Rodrigues Lima, bolsista de iniciação científica que me auxiliou em todos os momentos em que precisei no laboratório e que sempre foi muito gentil comigo.

A minha orientadora, professora Dra. Marlene Nunes Damasceno, por todo o conhecimento a mim repassado e por todas as horas de dedicação a minha pesquisa.

A minha coorientadora, professora Dra. Sandra Maria Lopes dos Santos pelas técnicas ensinadas e por todas as vezes que deixou de estar com sua família para se dedicar a minha pesquisa.

A Isabel que me hospedou em seu apartamento sem ao menos me conhecer e que me foi tão cordial, que acabamos formando uma amizade. Lembrarei sempre do seu gesto.

A Anderson Maciel de Vasconcelos pela ajuda com as mutambas utilizadas na pesquisa.

As professoras Dra. Renata Chastinet, Dra. Pablyana Cunha e ao professor Dr. Rondinelle Castro por aceitarem o convite para participação nesta banca de mestrado, contribuindo com seu conhecimento para o enriquecimento da pesquisa.

A todos do Laboratório de Polímeros da UFC – Labpol, por terem me acolhido tão bem e por toda a ajuda no laboratório durante as semanas que passei com vocês.

Aos professores Dr. Enrique Castellón e Dr. Juan Antonio Cecilia, da Universidad de Málaga, pelas análises realizadas.

Ao professor Dr. Edilberto do CENAUREM pela análise de Ressonância Magnética Nuclear realizada.

As técnicas de laboratório Esiana de Almeida Rodrigues e Mayra Cristina de Freitas Barbosa pela colaboração para realização de análises.

Ao Instituto Federal do Ceará pela permissão para o desenvolvimento desta pesquisa.

A Fundação Cearense de Apoio a Pesquisa (Funcap) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio e financiamento da pesquisa e a bolsa de estudos concedida para desenvolvimento da pesquisa.

*“Quando está suficientemente
escuro, você consegue ver as
estrelas.”*

Charles Beard

RESUMO

A maioria dos produtos utilizados pela sociedade brasileira, tem como base produtos naturais extraídos da flora brasileira. Dentre estes produtos, podem-se destacar os polissacarídeos, que são um grupo de biomoléculas amplamente existentes na natureza, podendo ser encontrados em microrganismos, animais e plantas, como no caso da mutamba que possui fácil adaptação e está presente em diversas regiões do Brasil, além de ser comum em toda América Latina. Tendo em vista a ausência de estudos sobre o fruto da mutamba e que este fruto em contato com água, libera uma substância mucilaginosa, este estudo teve como objetivo caracterizar e identificar polissacarídeos presentes nos frutos de mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam.) extraídos nas temperaturas de 100 °C e de 60 °C, além de submetê-los ao processo de branqueamento para clareamento dos pós. Realizou-se ainda a caracterização botânica dos frutos. Para a extração do polissacarídeo, os frutos foram divididos em dois grupos: MT100 (mutamba aquecida a 100 °C/5 h) e MT60 (mutamba aquecida a 60 °C/5 h); quando do processo de branqueamento MT100B e MT60B. Os polissacarídeos foram caracterizados por rendimento de extração, características físico-químicas como umidade, cinzas, atividade de água, proteínas e açúcares totais, cor, termogravimetria (TGA e DTG), análise elementar (CNH), polifenóis extraíveis totais, espectroscopia de absorção na região do infravermelho com transformada de Fourier (FTIR), espectroscopia de ressonância magnética nuclear (RMN) de ^{13}C , massa molar por cromatografia de permeação em gel (GPC) e reologia. De acordo com a identificação botânica a mutamba é considerada uma árvore pois apresenta mais de 5 metros de altura, possui caule (tronco) secundário curto com tamanho inferior a copa que é densa (umbelifolia) com galhos horizontais pendentes. O rendimento do polissacarídeo desidratado, em ambas as temperaturas, foi de 1,7% e após o branqueamento de 77%. Foi observado um percentual de umidade 13,52% e 13,45% semelhante nos polissacarídeos extraídos a 100 °C e 60 °C, respectivamente. A atividade de água (Aw) manteve-se baixa nos dois polissacarídeos MT100 (0,251) e MT60 (0,248), bem como o conteúdo proteico MT100 (3,84%) e MT60 (4,25%). O conteúdo de cinzas foi similar nos dois polissacarídeos. Os açúcares totais nos polissacarídeos se mostraram elevados tanto na extração a 60 °C, com um total de 81,18% quanto a extração a 100 °C, com um total de 74,29%. Os polissacarídeos se mostraram semelhantes quanto aos valores de carbono, hidrogênio e nitrogênio. Quanto aos parâmetros de cor, os polissacarídeos extraídos nas duas temperaturas não apresentaram diferença estatística ($p > 0,05$), visto que o polissacarídeo extraído a 100 °C apresentou luminosidade (L^*) semelhante ao extraído a 60 °C, que foram de 25,55 a 19,17 respectivamente. Os polissacarídeos submetidos ao branqueamento mostraram melhor pureza de cor. Quanto as análises de TGA e DTG, os polissacarídeos extraídos a temperaturas diferentes apresentaram comportamento térmico e estabilidade térmica semelhantes, podendo-se observar quatro eventos de decréscimos de massa nas duas amostras. Pode-se observar que o processo de branqueamento reduziu o conteúdo de polifenóis em aproximadamente 50% em comparação aos polissacarídeos que não passaram por este processo. Quanto aos espectros de FTIR, aparentemente, o aumento da temperatura na extração dos polissacarídeos, bem como o branqueamento não promoveram grandes alterações nos grupos orgânicos. É possível observar nos espectros de RMN ^{13}C dos polissacarídeos extraídos a 100 °C e a 60 °C picos semelhantes, visto que a temperatura de extração não alterou a estrutura dos mesmos. A massa molar dos polissacarídeos extraídos a 100 °C foram de $4,20 \times 10^4$ g/mol para o MT100 e $2,93 \times 10^5$ g/mol para o MT100B. Já os polissacarídeos extraídos a 60 °C obtiveram massas molares de $2,1 \times 10^4$ g/mol para o MT60 e $1,11 \times 10^5$ g/mol para o MT60B. O processo de branqueamento das amostras favoreceu a redução de compostos de massa molecular elevada. Quanto a reologia, os polissacarídeos apresentaram comportamento não-newtoniano, pseudoplástico, visto que ambos mostraram diminuição da viscosidade com o aumento

constante da taxa de cisalhamento, sob as mesmas condições. De acordo com as técnicas utilizadas foi possível inferir que o polissacarídeo estudado pertence ao grupo das pectinas, o que implica considerar estudos futuros para sua aplicação em produtos alimentícios e avaliar seu comportamento.

Palavras-chave: Biomoléculas. Biopolímero. Carboidrato. Fruto. Pectina.

ABSTRACT

Most of the products used by Brazilian society are based on natural products extracted from the Brazilian flora. Among these products, polysaccharides, which are a group of biomolecules widely found in nature. They can be found in microorganisms, animals and plants, as in the case of mutamba which has easy adaptation and is present in several regions of Brazil, besides being common throughout Latin America. In view of the absence of studies on the fruit of the mutamba and that this fruit in contact with water releases a mucilaginous substance, this study aimed to characterize and identify polysaccharides present in the fruits of mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam.) extracted at temperatures of 100 °C and 60 °C, besides subjecting the polysaccharides to the bleaching process to lighten the powders. The botanical characterization of the fruits was also carried out. For the extraction of the polysaccharide, the fruits were divided into two groups: MT100 (mutamba heated at 100 °C/5 h) and MT60 (mutamba heated at 60 °C/5 h); during the bleaching process MT100B and MT60B. The polysaccharides were characterized by extractive yield, physicochemical characteristics such as moisture, ash, activity water, proteins and total sugars, color, thermogravimetry (TGA and DTG), elemental analysis (CNH), total extractable polyphenols, absorption spectroscopy in the Fourier transform infrared region (FTIR), ¹³C nuclear magnetic resonance (NMR) spectroscopy, molar mass by gel permeation chromatography (GPC) and rheology. According to the botanical identification the mutamba is considered a tree because it presents more than 5 meters of height, has short secondary stem (trunk) with size inferior to the cup that is dense (umbelifolia) and presents horizontal branches outstanding. The yield of the dehydrated polysaccharide at both temperatures was 1.7% and after bleaching 77%. A similar percentage of moisture was observed 13.52% and 13.45% in the polysaccharides extracted at 100 °C and 60 °C, respectively. Water activity (Aw) remained low in the two polysaccharides MT100 (0.251) and MT60 (0.248), as well as the protein content MT100 (3.84%) and MT60 (4.25%). Ash content was similar in both polysaccharides. The total sugars in the polysaccharides were high both in the extraction at 60 °C, with a total of 81.18% and the extraction at 100 °C, with a total of 74.29%. Polysaccharides showed similar values for carbon, hydrogen and nitrogen. As for the color parameters, the polysaccharides extracted at the two temperatures did not show statistical difference ($p > 0.05$), since the polysaccharide extracted at 100 °C presented similar luminosity (L^*) at 60 °C, which were 25.55 to 19.17 respectively. The polysaccharides subjected to bleaching showed better color purity. As for the TGA and DTG analyzes, the polysaccharides extracted at different temperatures had similar thermal behavior and thermal stability, and it was possible to observe four events of mass decreases in the two samples. It can be seen that the bleaching process reduced the polyphenol content of approximately 50% in comparison to polysaccharides that have not gone through this process. Regarding the FTIR spectra, apparently the increase in temperature in the extraction of the polysaccharides, as well as the bleaching did not promote great changes in the organic groups. It is possible to observe in the ¹³C NMR spectra of the polysaccharides extracted at 100 °C and at 60 °C, similar peaks, since the extraction temperature did not change the structure of them. The molar mass of the polysaccharides extracted at 100 °C were 4.20×10^4 g/mol for the MT100 and 2.93×10^5 g/mol for the MT100B. The polysaccharides extracted at 60 °C obtained 2.1×10^4 g/mol molar masses for MT60 and 1.11×10^5 g/mol for MT60B. The bleaching process of the samples favored the reduction of compounds of high molecular mass. As for rheology, the polysaccharides showed a non-newtonian, pseudoplastic behavior, since both showed a decrease in viscosity with the constant increase of the shear rate under the same conditions. According to the techniques used it was possible to infer that the studied polysaccharide belongs to the group

of pectins, which implies considering future studies for its application in food products and evaluating its behavior.

Keywords: Biomolecules. Biopolymer. Carbohydrate. Fruit. Pectin.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Frutos de mutamba com maturidade fisiológica completa, fixos no galho da árvore.	15
Figura 2 – Mutambeira em desenvolvimento.	15
Figura 3 – Tronco e casca da mutambeira.	16
Figura 4 – Fluxograma de extração do polissacarídeo de frutos de mutamba.	22
Figura 5 – Fotografia de uma das árvores de mutamba utilizadas na pesquisa.	26
Figura 6 – Folhas de mutamba. Folha em desenvolvimento (superior) e folha totalmente desenvolvida (inferior).	27
Figura 7 – Flores de mutamba.	27
Figura 8 – Frutos de mutamba em estagio de maturação incompleta, à esquerda. Frutos de mutamba em estagio de maturação completa, à direita.	28
Figura 9 – Sementes retiradas do interior do fruto de mutamba com maturação completa.	28
Figura 10 – Polissacarídeos extraídos de frutos de mutamba a 100 °C (MT100) e a 60 °C (MT60).	31
Figura 11 – Polissacarídeos extraídos de frutos de mutamba a 100 °C (MT100B) e a 60 °C (MT60B) submetidos ao processo de branqueamento.	31
Figura 12 – Termogramas dos polissacarídeos de mutamba extraídos a 100 °C (MT100) e a 60 °C (MT60).	32
Figura 14 – Espectro de infravermelho com transformada de Fourier (FTIR) dos polissacarídeos de mutamba MT100 e MT100B.	34
Figura 15 – Espectro de infravermelho com transformada de Fourier (FTIR) dos polissacarídeos de mutamba MT60 e MT60B.	34
Figura 13 – Espectros de RMN de ¹³ C de polissacarídeo de mutamba MT100 (a) e MT60 (b).	35
Figura 16 – Massa molar dos polissacarídeos extraídos a 100 °C (MT100 e MT100B).	36
Figura 17 – Massa molar dos polissacarídeos extraídos a 60 °C (MT60 e MT60B).	36
Figura 18 – Comportamento reológico dos polissacarídeos extraídos a 100 °C (MT100 e MT100B).	37
Figura 19 – Comportamento reológico dos polissacarídeos extraídos a 60 °C (MT60 e MT60B).	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Caracterização físico-química de polissacarídeo de frutos de mutamba extraídos a 100 °C (MT100) e a 60 °C (MT60).....	29
Tabela 2 – Análise elementar dos polissacarídeos de mutamba.....	30
Tabela 3 – Coordenadas de cor dos polissacarídeos extraídos da mutamba a 100 °C (MT100) e a 60 °C (MT60) e branqueados (MT100B e MT60B).....	31
Tabela 4 – Polifenóis extraíveis totais presentes nos polissacarídeos MT100 e MT60 e nos polissacarídeos branqueados MT100B e MT60B.....	33
Tabela 5 – Grupos atribuídos às bandas do infravermelho conforme a literatura e os valores encontrados neste trabalho.....	33

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 OBJETIVOS.....	13
2.1 Objetivo geral.....	13
2.2 Objetivos específicos.....	13
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
3.1 Plantas alimentícias não convencionais (PANCs).....	14
3.2 Características da <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.....	14
3.3 Mutamba na alimentação humana.....	17
3.4 Polissacarídeos.....	17
3.5 Principais grupos de polissacarídeos.....	18
3.5.1 Celulose e Hemicelulose.....	18
3.5.2 Amido.....	18
3.5.3 Pectinas.....	19
3.6 Caracterização dos polissacarídeos.....	19
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	21
4.1 Obtenção dos frutos.....	21
4.2 Identificação botânica.....	21
4.2 Extrações do polissacarídeo.....	21
4.3 Rendimento do polissacarídeo.....	23
4.4 Branqueamento dos polissacarídeos.....	23
4.5 Caracterização físico-química dos polissacarídeos.....	23
4.6 Análise elementar (CNH).....	23
4.7 Análises termogravimétricas TGA e DTG.....	24
4.8 Polifenóis extraíveis totais.....	24
4.9 Espectroscopia de infravermelho de transformação de Fourier – FTIR.....	24
4.10 Espectroscopia de ressonância magnética nuclear (RMN) de ¹³ C.....	24
4.11 Estimativa da distribuição de massa molar por cromatografia de permeação em gel (GPC).....	25
4.12 Reologia.....	25
4.13 Análise dos dados.....	25
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	39

REFERÊNCIAS.....40

1 INTRODUÇÃO

Existem diversas espécies de plantas nativas com potencial alimentício pouco explorado pela população e pela comunidade acadêmica (SCALON et al., 2011). Estas plantas também podem possuir caráter medicinal, cujo conhecimento empírico, estimula pesquisas científicas para comprovar tais efeitos (FERNANDES; SANTOS; PIMENTA, 2005).

De um modo geral, a sociedade, não usufrui adequadamente da diversidade da flora brasileira, visto que há um desperdício na mesa do consumidor do que já é frequentemente consumido, como tubérculos, cereais e frutos convencionais, bem como a baixa aceitação dos produtos silvestres (KINUPP, 2007). Dentre as muitas culturas pouco exploradas que compõem a flora nativa brasileira têm-se a mutambeira (*Guazuma ulmifolia* Lam.).

Conhecida popularmente como mutamba, fruta de macaco, embiru, entre outros nomes, possui fácil adaptação e está presente em diversas regiões do Brasil, além de ser comum em toda América Latina. Pertence à família *Sterculiaceae* apresenta uma altura de 8 a 16 m e tronco entre 30 e 50 cm de diâmetro (LORENZI, 2002).

O fruto da mutambeira possui poucas propriedades exploradas. Seu consumo é pouco observado atualmente, porém estudos indicam que as antigas civilizações consumiam este alimento nas refeições, principalmente nos períodos de seca (KINUPP, 2007). De acordo com Vasconcelos (2017), ao avaliar o potencial alimentício dos frutos de mutamba conjunto a maturidade fisiológica completa, observou elevado conteúdo de fibra bruta, sendo relacionadas aos carboidratos complexos.

Os polissacarídeos são um grupo de biomoléculas amplamente existentes na natureza (HAN et al., 2016). São bioprodutos que podem apresentar característica emulsificante, estabilizante e até mesmo antimicrobiana. Visando a inserção da mutamba no rol de produtos alimentícios, faz-se necessário avaliar as propriedades do polissacarídeo presente no fruto através da extração e caracterização, a fim de conhecer suas particularidades e possível aplicação na indústria de alimentos. Este tipo de estudo será reportado pela primeira vez neste trabalho.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Extrair e caracterizar polissacarídeos presentes nos frutos de mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam.).

2.2 Objetivos específicos

- Extrair polissacarídeo em temperaturas distintas (100 °C e a 60 °C);
- Avaliar a influência da temperatura na extração dos polissacarídeos;
- Purificar os polissacarídeos através do processo de branqueamento;
- Caracterizar e identificar o polissacarídeo com e sem branqueamento utilizando as técnicas de análises termogravimétricas, ressonância magnética nuclear ^{13}C , espectroscopia na região do infravermelho com transformada de Fourier, cromatografia de permeação em gel e pelo comportamento reológico.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Plantas alimentícias não convencionais (PANCs)

De acordo com Kinupp (2007), as plantas alimentícias não convencionais são vegetais que possuem uma ou mais características de uso alimentício, como não possuir toxicidade e não trazer riscos a saúde humana, mesmo que não façam parte do cotidiano da população.

No Brasil, poucos são os estudos voltados para as plantas alimentícias não convencionais. Mesmo as pessoas que moram no campo ou em meios suburbanos já perderam parte do conhecimento prático sobre estas plantas. Tal ação pode ser justificada pela forte presença da monocultura, bem como pela influência da mídia sobre o consumo de produtos específicos (KINUPP, 2007). Além disso, pela falta de conhecimento da população, algumas destas plantas com potencial alimentício não são reconhecidas, especialmente as herbáceas e arbustivas, por vezes tratadas como pragas, nas quais são aplicados agroquímicos potentes para sua eliminação, além de demandar grande esforço mecânico para sua remoção.

Atualmente, com o crescimento da consciência ecológica, alguns produtos estão sendo reinseridos no cardápio do brasileiro, incentivando assim o consumo e a pesquisa destes alimentos, cujos resultados poderão impulsionar mais espaço na alimentação humana.

3.2 Características da *Guazuma ulmifolia* Lam.

Segundo Carvalho (2007), a mutamba é uma árvore perenifólia, ou seja, suas folhas caem durante o período de seca. Pode alcançar grandes dimensões, sendo relatado até 30 m de altura na idade adulta. Apresenta copa densa e larga, com galhos horizontais e ligeiramente pendentes.

A mutambeira floresce entre os meses de setembro a novembro, tendo coloração ligeiramente amarelada, com até cinco pétalas por flor (CARVALHO, 2007; SCALON et al., 2011).

Conforme os estudos realizados por Scalón et al. (2011), os frutos apresentam um formato globoso, com epicarpo dotado de excrescência espinhosa com muitas sementes pequenas e esbranquiçadas. Os frutos com maturidade fisiológica completa possuem coloração marrom escuro, além de apresentarem textura lenhosa.

Figura 1 – Frutos de mutamba com maturidade fisiológica completa, fixos no galho da árvore.



Fonte: Elaborada pela autora.

Figura 2 – Mutambeira em desenvolvimento.



Fonte: Elaborada pela autora.

Sua madeira é bastante utilizada pela indústria, visto que possui características ideais para a produção de tonéis, caixas e coronhas de armas, sendo utilizada também para a produção de carvão (SCALON et al., 2011).

Figura 3 – Tronco e casca da mutambeira.



Fonte: Elaborada pela autora.

A casca da mutambeira é rica em substâncias antioxidantes, como catequinas, cariofileno, procianidinas e sistosterol (KARTHIKA et al., 2017). Alguns estudos mostram que os extratos obtidos a partir da casca e das folhas da mutambeira possuem efeitos antimicrobianos contra bactérias, bem como propriedades antivirais (CACERES et al., 1993; FERNANDES; SANTOS; PIMENTA, 2005).

A indústria de cosméticos vem usufruindo dessa planta, pois a casca da mutamba ao ser imersa em água, apresenta uma mucilagem que é vastamente utilizada para fins estéticos como barbear-se e hidratação capilar (KINUPP, 2007). As folhas são usadas em diversos países para o tratamento de doenças gastrointestinais (MALDINI et al., 2013). Alguns autores destacaram óleos voláteis presentes nas folhas, além de proantocianinas presentes na casca, ambas submetidas à extração alcoólica (CAMPORESE et al., 2003).

3.3 Mutamba na alimentação humana

A mutamba já foi bastante utilizada pelos índios da América Central para a produção de uma bebida a base dos frutos triturados em água. Na Bolívia, o fruto é consumido, sendo considerado também um substituto ao chá-mate (GUARIM NETO, 1984).

Os frutos são formados por uma mucilagem de coloração escura, que são apreciados de diversas formas, como secos, crus ou cozidos, por apresentarem sabor semelhante ao de figo seco. Os povos jamaicanos também incluíram a mutamba em sua alimentação, porém em época de dificuldade, tanto na forma crua quanto cozida (RAGONESE; MARTINEZ CROVETTO, 1947).

Atualmente, é possível encontrar em meio eletrônico, algumas instituições que oferecem oficinas gastronômicas para elaboração de suco, molhos de salada, prato principal e sobremesa utilizando dentre outras PANCs, a mutamba.

3.4 Polissacarídeos

Os biopolímeros, como os polissacarídeos são conhecidos, tem grande importância para a planta, pois são substâncias de reserva de energia, bem como fonte de carbono durante a biossíntese nas células vegetais (SOUSA, 2014).

Os polissacarídeos são moléculas de açúcares ligadas entre si formando cadeias extensas, podendo conter mais de um tipo de monossacarídeo. Estes compostos podem ser encontrados amplamente na natureza, estando disponíveis para extração em algas como o alginato, em plantas, como pectina e goma guar, além de serem extraídos de animais como a quitosana. Sua composição química e estrutural pode variar de acordo com a fonte de extração, modificando assim suas propriedades (CUNHA; PAULA; FEITOSA, 2009; JONES, 2011).

Os polissacarídeos podem ser homo ou heteroglicanos, podendo apresentar apenas um tipo de monossacarídeo ou mais de um tipo, além de possuírem cadeias lineares ou ramificadas, chegando a apresentar até mil unidades glicosídicas (TEIXEIRA et al., 2007).

Os polissacarídeos possuem uma larga faixa de aplicação na indústria alimentícia, podendo ser empregados principalmente na forma de espessantes (AROCAS; SANSZ; FISZMAN, 2009), emulsificadores (YANG et al., 2018), estabilizantes (DE et al., 2013) e gelificantes (TAVARES, 2005), além de ser uma alternativa para a substituição de alguns produtos sintéticos, como no caso dos filmes plásticos (MENDES et al., 2017) por tratar-se de uma substância biodegradável. O polissacarídeo extraído em maior quantidade de frutos

pertence à classe das pectinas. As ramificações destes compostos possuem predominantemente arabinose e galactose, que formam as arabinogalactanas (CUNHA; PAULA; FEITOSA, 2009; JONES, 2011).

Além destas funções para a indústria alimentícia, os polissacarídeos vêm apresentando potencial para ser utilizado na área farmacêutica, visto que têm sido estudados extensivamente devido à sua atividade antioxidante e anticancerígena (HAN et al., 2016).

3.5 Principais grupos de polissacarídeos

A parede celular das células vegetais possui um complexo de compostos orgânicos constituídos principalmente por celulose, hemicelulose, lignina e as substâncias pécticas. Estas são encontradas na lamela média da parede celular e sua concentração pode variar de acordo com o tipo de material estudado (THOMAS et al., 2013).

3.5.1 Celulose e Hemicelulose

A celulose é o polímero natural presente em maior quantidade na natureza (SANTOS et al., 2012). Caracteriza-se como um homopolissacarídeo de alto peso molecular, de cadeia linear de D-glicose unidas por ligações β 1-4 e β 1-6 (BRITO et al., 2008).

As hemiceluloses são heteropolissacarídeos ligados entre si por ligações glicosídicas β 1-4, formados em sua maioria por D-galactose, D-xilose e D-manose, dentre outros açúcares e por ácidos urônicos. Estão presentes em todas as camadas da parede celular dos vegetais, mas concentram-se grande parte nas camadas primária e secundária. Se comparadas a celulose, as hemiceluloses são mais susceptíveis à hidrólise ácida (SANTOS et al., 2012).

3.5.2 Amido

Sendo formado nos plastídeos das plantas superiores, o amido é considerado o carboidrato mais importante na alimentação humana. É um homopolissacarídeo composto por cadeias de amilose e amilopectina. A amilose possui cadeia linear de moléculas de glicose unidas por α 1-4. A amilopectina por sua vez possui cadeia ramificada e é composta por moléculas de glicose unidas entre si pelas ligações α 1-4 e α 1-6 (PAULO; ASSIS; SANTOS, 2009).

3.5.3 Pectina

De acordo com a *American Chemical Society* (Sociedade Americana de Química) em 1944, as substâncias pécicas são divididas em quatro grupos, o grupo das protopectinas, quando a pectina está associada à celulose, hemicelulose e lignina o qual é pouco solúvel em água; o grupo dos ácidos pectínicos que possuem mais de uma porção de grupos metil éster; o grupo da pectina que é composto por ácidos pectínicos e se mostra solúvel em água; e o grupo dos ácidos pécicos que são ácidos galacturônicos não metoxilados e pouco solúveis em água (LIMA, 2007).

A pectina é um heteropolissacarídeo composto por até 20 frações diferentes de carboidratos, visto que o ácido galacturônico compreende grande quantidade dos açúcares pécicos, além de possuir frações de arabinose, galactose e ramnose. Está presente na parede celular de vegetais e possui diversas funcionalidades, que por sua vez, podem ser influenciadas pela massa molecular e grau de metilesterificação das pectinas. Dentre as principais funcionalidades, pode-se abordar o suporte estrutural e controle de hidratação nos vegetais, enquanto que na indústria de alimentos é comumente utilizada como agente gelificante. As propriedades de gelificação estão diretamente relacionadas com o grau de metoxilação das pectinas, já o comprimento da cadeia se relaciona com a massa molar da pectina (EINHORN-STOLL; KASTNER; DRUSCH, 2014).

Comercialmente, a pectina é obtida através da casca da maçã e de frutas cítricas, como o limão e a laranja (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010), porém a extração de pectinas a partir de frutos está se popularizando no meio acadêmico, visto que alguns pesquisadores vêm utilizando resíduos agroindustriais de casca de cacau MOLLEA; CHIAMPO; CONTI, 2008) e ameixa (DIKEMAN, BAUER, FAHEY, 2004), além da extração de pectina da polpa do melão (SOUSA et al., 2017).

3.6 Caracterização dos polissacarídeos

Algumas análises são indispensáveis para a caracterização de polissacarídeos, tendo como intuito conhecer qual monossacarídeo predomina e como estas substâncias se comportam. Dentre tais análises podem-se destacar as análises termogravimétricas, a ressonância magnética nuclear ^{13}C e espectroscopia de infravermelho transformada de Fourier.

Nas análises termogravimétricas (TGA) a massa dos compostos é avaliada com relação à temperatura aplicada, sendo possível acompanhar a decomposição do material. Uma alternativa para complementar os resultados da TGA, é utilizar a análise termogravimétrica

diferencial (DTG), por esta possibilitar o acompanhamento do momento em que ocorre mudança na massa da amostra (GABBOTT, 2008).

A ressonância magnética nuclear é um método tão importante quanto o infravermelho para o estudo de substâncias orgânicas, visto que tal técnica pode observar diversos núcleos, sendo os mais estudados o hidrogênio e o carbono (PAVIA et al., 2010). Com a ressonância magnética nuclear (RMN) é possível investigar a estrutura molecular e suas propriedades dinâmicas. Trata-se de uma técnica espectroscópica eficaz para a caracterização de compostos orgânicos, onde o equipamento capta as interações entre os momentos magnéticos dos núcleos da amostra e uma onda eletromagnética aplicada (PANIAGUA; PONS, 2009).

A espectroscopia de infravermelho transformada de Fourier, conhecida também como *Fourier Transform Infrared* (FTIR), é uma técnica considerada rápida e precisa capaz de identificar compostos orgânicos através da vibração característica que cada grupamento produz. Além de identificar os compostos, esta análise possibilita uma ideia de concentração dos compostos, visto que os picos obtidos no espectro são proporcionais à intensidade da presença da substância orgânica (DE SOUSA; POPPI, 2011).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Obtenção dos frutos

Os frutos de mutamba foram coletados na região do Vale do Jaguaribe, nos municípios de Limoeiro do Norte, localizado a 05°08'45" S de latitude, 38°05'52" O de longitude, São João do Jaguaribe, localizado a 05°16'15" S de latitude, 38°16'26" O de longitude e Tabuleiro do Norte, localizado a 05°14'0" S de latitude, 38°7'0" O de longitude. Em seguida, foram encaminhados ao Laboratório de Química e Bioquímica de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará *Campus* Limoeiro do Norte, onde estes foram selecionados, lavados e secos a temperatura ambiente, para a realização das análises. Os frutos que não foram utilizados imediatamente foram armazenados em recipientes fechados e mantidos a temperatura ambiente até o momento da análise.

4.2 Identificação botânica

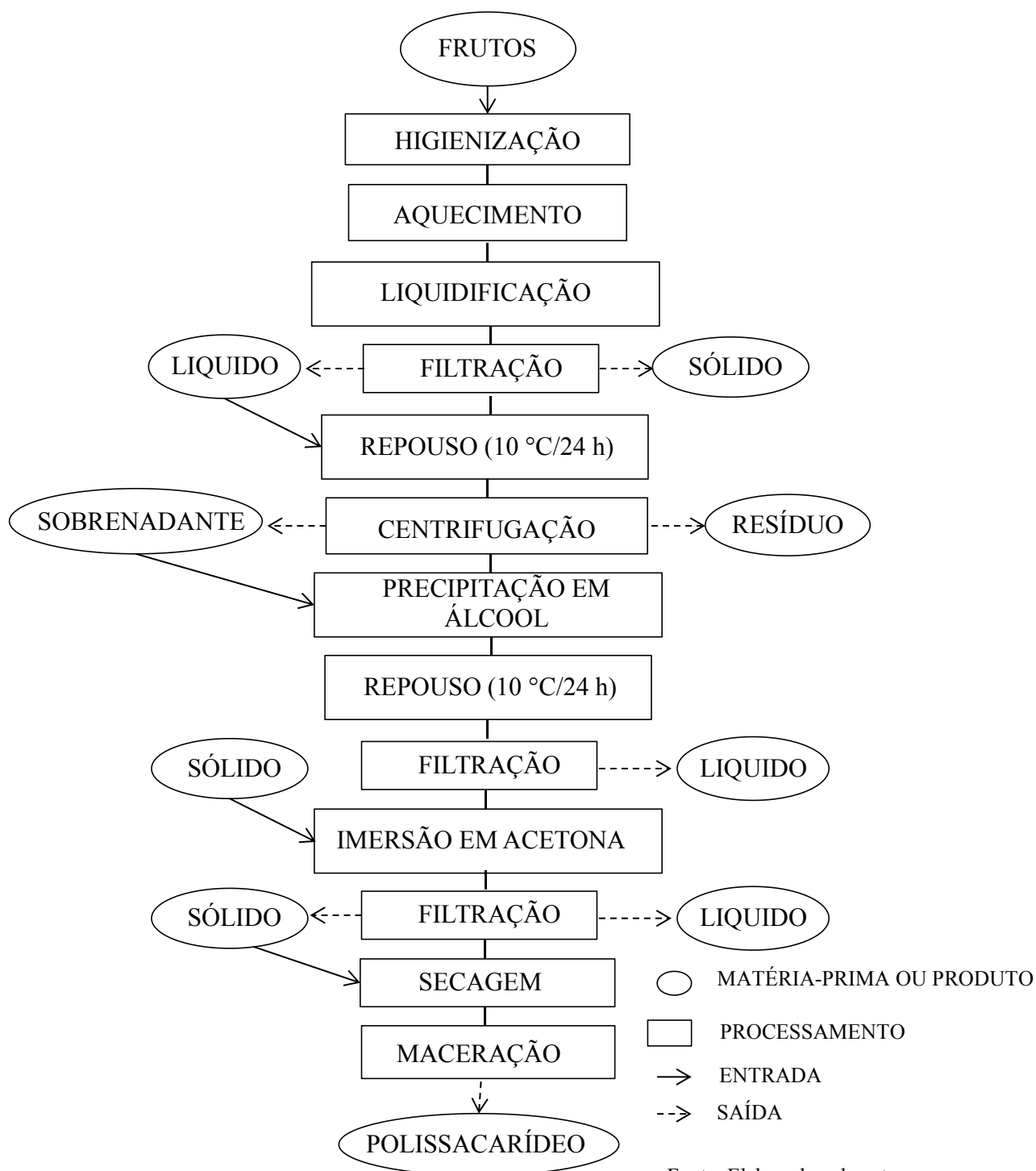
As plantas a quais os frutos foram colhidos passaram pelo processo de identificação botânica, de acordo com a terminologia de Vidal e Vidal (2003), onde retirou-se da copa da árvore, galhos de aproximadamente 30 cm de comprimento, contendo flores e frutos. Após a coleta, secaram-se os galhos envoltos em jornais e pressionados com o auxílio de uma prancha de madeira a uma temperatura de 65°C/72 h. Passado esse tempo, as exsiccatas foram acondicionadas em caixas de cartolina envoltas em papel manteiga.

4.2 Extrações do polissacarídeo

A extração do polissacarídeo ocorreu a duas temperaturas de aquecimento dos frutos. Na primeira, os frutos foram aquecidos em água, na proporção de 1:5 (m/v) a temperatura de 100 °C durante 5 horas. Já na segunda, os frutos passaram por um aquecimento de no máximo 60 °C, na mesma proporção de água, durante 5 horas. A continuação do processo de extração seguiu o método proposto por Mendes et al. (2017) com adaptações (Figura 4). Posterior à cocção, os frutos foram liquidificados para homogeneização e a solução filtrada em tecido tipo tactel, para a retirada de partículas maiores. Essa solução foi armazenada sob refrigeração a 10 °C por 24 horas, posteriormente, foi centrifugada a 5.000 rpm por 20 minutos para eliminação de partículas indesejadas e o sobrenadante foi

precipitado em álcool etílico 1:3 (v/v) permanecendo sob refrigeração por 24 horas. O precipitado foi filtrado em tecido com malha fina e posteriormente desidratado em acetona durante 20 minutos e levado a estufa de secagem, sem aquecimento por 24 horas. Passado este tempo, o polissacarídeo foi submetido à maceração em almofariz e pistilo até a obtenção de um pó, o qual foi armazenado em recipiente hermeticamente fechado até o momento das análises.

Figura 4 – Fluxograma de extração do polissacarídeo de frutos de mutamba.



Fonte: Elaborada pela autora

4.3 Rendimento do polissacarídeo

O rendimento da extração foi calculado mediante diferença entre o peso do polissacarídeo já seco pelo peso dos frutos inteiros multiplicado por 100.

4.4 Branqueamento dos polissacarídeos

Após o processo de extração, os polissacarídeos foram branqueados com base no procedimento realizado por Gonzaga et al. (2005), com o intuito de clarear a amostra através da eliminação de substâncias indesejadas que transmitiam coloração escura ao produto. Para o branqueamento utilizou-se uma solução de peróxido de hidrogênio 30% e etanol 96% na proporção de 1:1, onde os pós permaneceram suspensos durante 24 horas, sendo que após 15 horas a solução foi substituída por uma limpa, com o intuito de melhorar o processo. Após o tempo decorrido, removeu-se toda a solução com o auxílio de uma pipeta de Pasteur, e seguiu-se com a precipitação de acordo com a metodologia de extração dos polissacarídeos.

4.5 Caracterização físico-química dos polissacarídeos

Para a caracterização, foram obtidas 3 amostras de polissacarídeos para cada temperatura de extração. Foram realizadas análises de umidade a 105 °C até peso constante, cinzas por incineração a 550 °C até peso constante, proteínas pelo método de Kjeldahl, seguindo metodologias propostas pela AOAC, 2005. A atividade de água foi realizada em um aparelho medidor de atividade de água Aqualab Lite a 25 °C. Os açúcares totais foram determinados mediante curva espectrofotométrica pelo método fenol-sulfúrico (DUBOIS et al., 1956). A cor foi medida em um colorímetro portátil, baseado no espaço de cores CIELAB. Utilizaram-se as coordenadas a^* e b^* para o cálculo da cromaticidade (C^*) e tonalidade (h^*) (MCGUIRE, 1992).

4.6 Análise elementar (CNH)

A análise química elementar foi realizada com um analisador LECO CHNS932 para determinar o teor de Carbono, Hidrogênio e Nitrogênio presente através da combustão das amostras a 1373 K em oxigênio puro para formar CO_2 e NO_x .

4.7 Análises termogravimétricas TGA e DTG

Utilizou-se analisador térmico METTLER TOLEDO, onde 10 mg de amostras foram submetidas a uma rampa de aquecimento de 10 °C/min, a uma temperatura de 30 a 900 °C, com um fluxo de ar N₂ de 50 mL/min. A termogravimetria diferencial foi obtida mediante uso de modelo matemático em software Quadera ® versão 4.5.

4.8 Polifenóis extraíveis totais

Para preparação do extrato acetônico/metanólico, utilizou-se 0,25 g de polissacarídeo e adicionou-se 5 mL de álcool metílico 50% e 5 mL de acetona 70%, em balão de 10 mL. O extrato foi mantido sob refrigeração em frasco de vidro protegido da luz até o momento da realização da análise.

Os polifenóis extraíveis totais foram determinados de acordo com a metodologia descrita por Larrauri, Rupérez e Saura-Calixto (1997) e por Obanda, Owuor e Taylor (1997), utilizando-se como padrão o ácido gálico. A partir do extrato acetônico/metanólico, retirou-se as alíquotas para leitura em espectrofotômetro FEMTO 600 Plus, a 700 nm. Para o branco, substituiu-se a alíquota de leitura por água destilada. Os resultados foram expressos em mg/100 g.

4.9 Espectroscopia de infravermelho de transformação de Fourier – FTIR

Moeu-se a amostra em contato com KBr até obter uma mistura homogênea, onde foi transferida para uma célula DRIFT para a realização da leitura. Os espectros foram obtidos em pastilhas de brometo de potássio (KBr) em equipamento da Shimadzu modelo 8500, operando numa faixa de 4000 a 400 cm⁻¹.

4.10 Espectroscopia de ressonância magnética nuclear (RMN) de ¹³C

Os espectros de RMN C¹³ foram obtidos à temperatura ambiente em um espectrômetro AVANCEIII HD 600 (Bruker AXS) utilizando uma sonda de ressonância tripla CP-MAS de 3,2 mm a uma velocidade de rotação de 15 kHz. O campo magnético foi 14,1 T correspondendo a uma frequência de ressonância do ¹³C de 150,91 MHz. Os deslocamentos químicos do ¹³C são referenciados ao adamantano.

4.11 Estimativa da distribuição de massa molar por cromatografia de permeação em gel (GPC)

As amostras de polissacarídeos foram dissolvidas em água destilada na concentração de 0,1% m/v, sendo filtrada em membrana MILLIPORE 0,45 μm . A distribuição de massa molar foi determinada através de Cromatografia de Permeação em Gel (GPC), utilizando cromatógrafo Shimadzu (LC - 20AD) acoplado a um detector de índice de refração (RID-6A). Utilizou-se uma coluna PolySep - GCF - P Linear de 7,8 x 300 mm, com fase móvel de NaNO_3 (0,1 mol/L) a temperatura ambiente e fluxo de 0,5 mL/min. O volume injetado das amostras foi de 50 μL . A curva padrão para a determinação da massa molar foi construída utilizando-se padrões de pululana com massas molares no intervalo de $5,9 \times 10^3$ e $7,8 \times 10^5$ g/mol.

4.12 Reologia

O comportamento de fluxo para a concentração de 1% foi avaliado em reômetro rotacional AR – 550 da TA Instrumentos, assistido por computador, com geometria do tipo cone e placa de 40 mm, varredura de cisalhamento de 1 s^{-1} a 1000 s^{-1} em intervalos de temperaturas de 25 a 40 °C.

4.13 Análise dos dados

Os valores obtidos nas análises de caracterização físico-química do polissacarídeo de mutamba foram avaliados por média e desvio padrão e as médias foram analisadas pela distribuição t de Student, a 5% de probabilidade, enquanto para cor foi realizado o teste ANOVA bivariada com pareamento utilizando-se o *software* STATISTICA, versão 7.0 (STATSOFT, 2007).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a identificação botânica, a mutamba é uma angiosperma, da divisão *Magnoliophyta*, classe *maginiliopsida*, ordem *mavales*, gênero *Guazuma*, espécie *Guazuma ulmifolia*, família *Sterculiaceae*. É considerada uma árvore por possuir mais de 5 metros de altura, possui caule secundário, denominado tronco, sendo este curto e de tamanho menor que o tamanho da copa que é densa, umbelifolia e apresenta galhos horizontais pendentes.

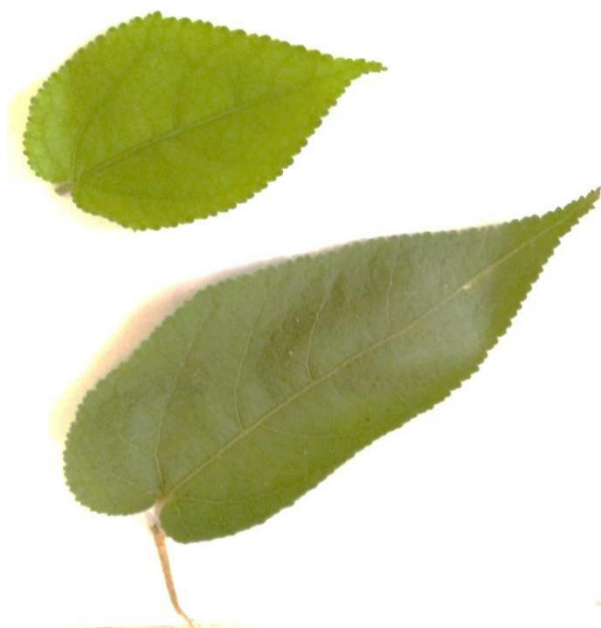
Figura 5 – Fotografia de uma das árvores de mutamba utilizadas na pesquisa.



Fonte: Elaborada pela autora.

A mutamba apresenta também uma filotaxia alternada, com folhas simples, incompletas, de formato crenado, lanceoladas e com ápice agudo. Possui uma nervura principal com cinco ramificações, além de tricomas e forma membranácea. Quando mais jovens, as folhas apresentam coloração verde mais clara e forma ovalada e ao estarem mais desenvolvidas apresentam coloração verde escura.

Figura 6 – Folhas de mutamba. Folha em desenvolvimento (superior) e folha totalmente desenvolvida (inferior).



Fonte: Elaborada pela autora.

As flores são pequenas e amareladas. Apresentam cinco pétalas de cor amarela, estames e três sépalas com coloração esverdeada. São consideradas inflorescência por saírem diversas flores no mesmo ramo. Possuem também formato indefinido e são conhecidas como penícolas.

Figura 7 – Flores de mutamba.



Fonte: Elaborada pela autora.

Os frutos são duros com glóbulos irregulares na casca. Possuem coloração verde quando imaturos e coloração marrom quando maduros. Dentro do fruto é possível encontrar uma quantidade variada de sementes, as quais estão envoltas em uma massa. As sementes são pequenas e rígidas, dormentes, indeiscentes e possuem formato ovóide.

Figura 8 – Frutos de mutamba em estagio de maturação incompleta, à esquerda. Frutos de mutamba em estagio de maturação completa, à direita.



Fonte: Elaborada pela autora.

Figura 9 – Sementes retiradas do interior do fruto de mutamba com maturação completa.



Fonte: Elaborada pela autora.

Utilizando a técnica de extração citada na metodologia, obteve-se um rendimento de aproximadamente 1,7% de polissacarídeo já seco em ambas as temperaturas. Tal valor é considerado baixo, visto que Virk e Sogi (2004) obtiveram 78% de pectina extraída da casca da maçã mediante extração ácida. Pinheiro (2007) conseguiu um valor de 27,4% de

rendimento de pectina extraída do maracujá amarelo. Já o branqueamento dos polissacarídeos obteve rendimento de 77% após seco.

Com relação às características físico-químicas, os parâmetros avaliados nas duas temperaturas de extração dos polissacarídeos não apresentaram diferença estatística entre si (Tabela 1). Foi observado que o polissacarídeo extraído a 100 °C obteve um percentual de umidade de 13,52% semelhante ao obtido a 60 °C de 13,45%. É interessante que este tipo de polissacarídeo mantenha uma baixa umidade, visto que o mesmo passou por um processo de secagem com objetivo de se obter um pó. Tal parâmetro pode ser comparado com o encontrado por Pinheiro (2007) que obteve aproximadamente 7,6% de umidade em pectina extraída da farinha do maracujá amarelo. A atividade de água (A_w) manteve-se baixa nos dois polissacarídeos, assim a amostra MT100 (0,251) e a amostra MT60 (0,248) podem ser consideradas com uma baixa atividade de água.

Tabela 1 – Caracterização físico-química de polissacarídeo de frutos de mutamba extraídos a 100 °C (MT100) e a 60 °C (MT60).

Parâmetros	MT100	MT60
Umidade (g/100 g)	13,52 ± 1,20a	13,45 ± 1,22a
Cinzas (g/100 g)	11,45 ± 2,16a	11,85 ± 2,31a
Proteína (g/100 g)	3,84 ± 0,35a	4,25 ± 0,00a
A_w	0,251 ± 0,01a	0,248 ± 0,01a
Açúcares totais (g/100 g)	74,29 ± 12,21a	81,18 ± 1,40a

Letras iguais na mesma linha não apresentam diferença significativa ($p > 0,05$) pela distribuição t de Student. Fonte: Elaborada pela autora.

O teor de cinzas em um material representa indiretamente a quantidade de minerais presentes. A amostra MT60 mostrou-se similar a amostra MT100 com relação ao conteúdo de cinzas (Tabela 1). Assim, pode-se inferir que ambos os polissacarídeos mostram ser boa fonte de minerais. O valor de cinzas encontrado mostrou-se superior ao encontrado por Pinheiro (2007) de aproximadamente 1,1% em pectina cítrica comercial.

Com relação ao conteúdo proteico, a amostra MT60 (4,25%) e a amostra MT100 (3,84%), se mostraram inferiores aos valores encontrados por Vriesmann, Teófilo e Petkowicz (2012) em pectina extraída da casca do cacau de 13,8%. A quantidade de proteínas presente em polissacarídeos vegetais é considerada um tipo de contaminação derivado do processo de extração e deve manter valores baixos, visto que a presença deste nutriente pode causar

agregados com os carboidratos em questão e influenciar na viscosidade das soluções (SOUSA, 2014 e MENDES et al., 2017).

Os açúcares totais nos polissacarídeos se mostraram elevados tanto na extração a 60 °C, com um total de 81,18% quanto a extração a 100 °C, com um total de 74,29%. Esses valores já eram esperados por a amostra se tratar de um polissacarídeo. Vasco-Correa e Zapata Zapata (2017) encontraram valor superior de 93% para quantidade de carboidratos em pectina extraída da casca do maracujá (*Passiflora edulis*).

Pode-se observar que as amostras se mostraram semelhantes quanto aos valores de carbono, hidrogênio e nitrogênio (Tabela 2). Em comparação a pesquisa realizada por Ribeiro et al. (2017) ao estudar hemiceluloses, encontraram para as amostras valores superiores de carbono (5,41-9,78%) e hidrogênio (0,62-1,87%), porém valores de nitrogênio próximos (0,26-0,74%).

Tabela 2 – Análise elementar dos polissacarídeos de mutamba.

Amostras	C%	H%	N%
MT100	33,20	5,67	0,78
MT60	35,17	5,82	0,65

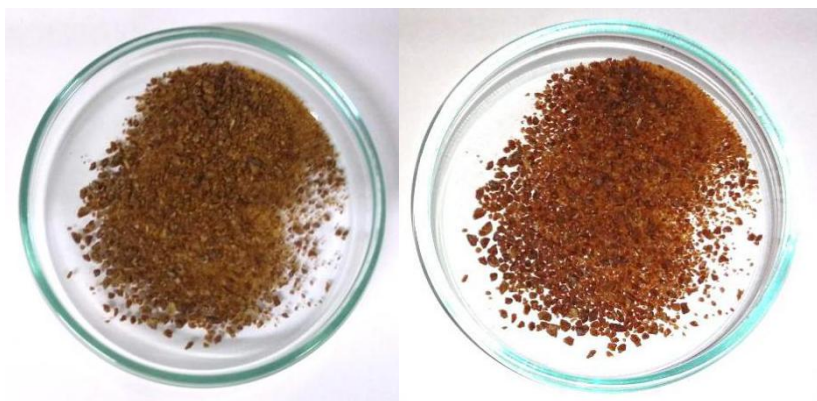
Fonte: Elaborada pela autora.

Quanto aos parâmetros de cor, os polissacarídeos extraídos nas duas temperaturas não apresentaram diferença estatística entre si, visto que o polissacarídeo extraído a 100 °C apresentou luminosidade (L^*) semelhante ao extraído a 60 °C, que foram de 25,55 a 19,17 respectivamente (Tabela 3). Porém, ao passarem pelo processo de branqueamento, pode-se observar que as amostras apresentaram diferença estatística entre si, visto que o polissacarídeo MT100B (branqueado) destacou-se dos demais com maior luminosidade e o polissacarídeo MT60 apresentou o menor valor de luminosidade.

Já na coordenada cromaticidade ou pureza da cor (C^*) os polissacarídeos apresentaram cores com baixa pureza, tendendo ao cinza, visto que quanto mais próximo de 1 menos definida é a cor da amostra. Os polissacarídeos submetidos ao branqueamento mostraram melhor pureza de cor, podendo inferir que tal procedimento possibilitou a retirada de compostos indesejáveis dos mesmos. O ângulo da tonalidade ou cor verdadeira ($^{\circ}\text{Hue}$) é um parâmetro que varia de 0° a 360°, sendo que 0° está relacionada à coloração vermelha, 90° corresponde a coloração amarela, 180° corresponde a coloração verde, 270° a coloração azul e em 360° retorna a coloração vermelha. O branqueamento não mostrou influência neste

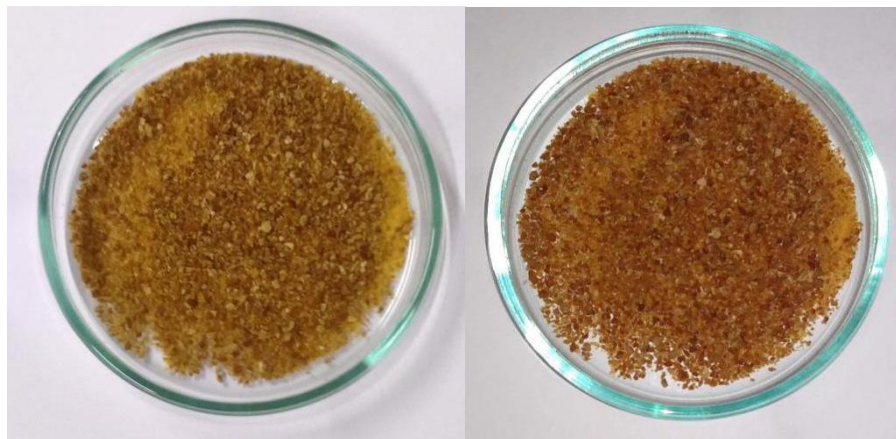
parâmetro, assim pode-se observar que ambos os polissacarídeos obtiveram valores correspondentes mais aproximadamente à coloração amarela, que variou de 66,20 na amostra MT100B a 61,38 na amostra MT60 (MORAIS et al., 2002).

Figura 10 – Polissacarídeos extraídos de frutos de mutamba a 100 °C (MT100) e a 60 °C (MT60).



Fonte: Elaborada pela autora.

Figura 11 – Polissacarídeos extraídos de frutos de mutamba a 100 °C (MT100B) e a 60 °C (MT60B) submetidos ao processo de branqueamento.



Fonte: Elaborada pela autora.

Tabela 3 – Coordenadas de cor dos polissacarídeos extraídos da mutamba a 100 °C (MT100) e a 60 °C (MT60) e branqueados (MT100B e MT60B).

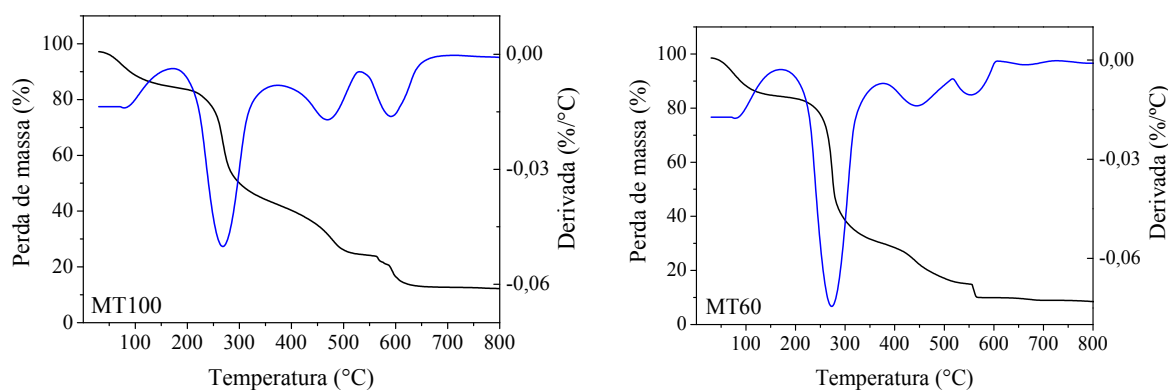
Coordenadas	MT100	MT100B	MT60	MT60B
L*	25,55ab	31,94a	19,17b	25,32ab
C*	12,54bc	21,01a	8,24c	16,22ab
°Hue	63,52a	66,20a	61,38a	62,64a

Letras iguais na mesma linha não apresentam diferença significativa ($p > 0,05$) pela Anova bivariada com pareamento. Fonte: Elaborada pela autora.

Os polissacarídeos extraídos a temperaturas diferentes apresentaram comportamento térmico e estabilidade térmica semelhantes, podendo-se observar quatro eventos de decréscimos de massa nas duas amostras. O primeiro decréscimo (entre 40 °C e 120 °C) pode estar relacionado à perda de água residual, correspondendo a aproximadamente 12% de massa da amostra MT100 e 14% da amostra MT60. Já o segundo decréscimo (entre 250 °C e 300 °C) representando cerca de 42% da massa do polissacarídeo MT100 e 54% de massa do MT60 (Figura 12). Tal evento deve-se a decomposição das cadeias dos polissacarídeos presentes, bem como a degradação das hexoses (MENDES et al., 2017). De acordo com Han et al. (2016), as diferentes composições químicas e formas físicas dos compostos podem influenciar diretamente no comportamento térmico.

Na derivada da curva termogravimétrica podem-se observar quatro picos de perda de massa próximos as temperaturas de 350, 500 e 600 °C.

Figura 12 – Termogramas dos polissacarídeos de mutamba extraídos a 100 °C (MT100) e a 60 °C (MT60).



Fonte: Elaborada pela autora.

O conteúdo de polifenóis extraíveis totais (Tabela 4) presentes nos polissacarídeos de mutamba mostrou-se semelhante ao estudo de De Vasconcelos (2017) com frutos de mutamba com maturidade fisiológica completa (645,14 mg/100 g) e incompleta (229,37 mg/100 g). Pode-se observar que o processo de branqueamento reduziu o conteúdo de polifenóis em aproximadamente 50% em comparação aos polissacarídeos que não passaram por este processo.

Tabela 4 – Polifenóis extraíveis totais presentes nos polissacarídeos MT100 e MT60 e nos polissacarídeos branqueados MT100B e MT60B

Amostra	Polifenóis (mg/100 g)
MT100	251,90 ± 70,48ab
MT60	330,36 ± 115,18a
MT100B	129,96 ± 16,15b
MT60B	143,63 ± 21,86b

Letras iguais na mesma linha não apresentam diferença significativa ($p>0,05$) pelo teste de Tukey.
Fonte: Elaborada pela autora.

A Tabela 5 mostra, de forma simplificada, as bandas observadas nos espectros de infravermelho, com base na literatura (MENDES et al., 2017, RIBEIRO et al., 2016, LIMA, 2007, SOUSA et al., 2017).

Tabela 5 – Grupos atribuídos às bandas do infravermelho conforme a literatura e os valores encontrados neste trabalho

Nº de onda (cm⁻¹)	Atribuições	Nº de onda (cm⁻¹)			
Literatura		MT100	MT100B	MT60	MT60B
3600-3000 ^a	Estiramento vibracional (O-H)	3431	3419	3412	3417
3000-2800 ^b	Vibrações simétrica e assimétricas no grupamento C-H	2922	2920	2920	2918
1700-1750 ^{cd}	Ligações C=O	1734	1732	1732	1732
1600 ^{cd}	Vibrações do grupamento COO-	1614	1614	1612	1616
1400 ^{cd}		1423	1421	1417	1423

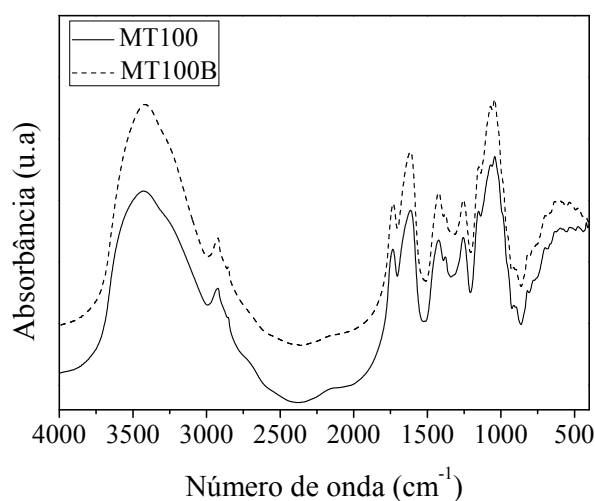
a) Mendes et al., 2017; b) Ribeiro et al., 2016; c) Lima, 2007; d) Sousa et al., 2017. Fonte: Elaborada pela autora.

O espectro de infravermelho das amostras MT100, MT100B, MT60 e MT60B (Figuras 14 e 15) apresentaram uma banda de absorção intensa na região 3695-3004 e 3600-3000 cm⁻¹, respectivamente, características de carboidratos cíclicos sendo atribuída ao estiramento vibracional (O-H), seguido por uma banda na faixa entre 2997-2891 cm⁻¹, que pode-se atribui-la às vibrações simétrica e assimétricas no grupamento C-H (MENDES et al., 2017).

As bandas de 1700-1750 cm^{-1} correspondem a C=O e as de 1600-1400 cm^{-1} estão relacionadas às vibrações do grupamento COO^- (LIMA, 2007; SOUSA et al., 2017). Esta região é característica de pectinas e estão correlacionadas ao grau de esterificação desses compostos (SOUSA et al., 2017).

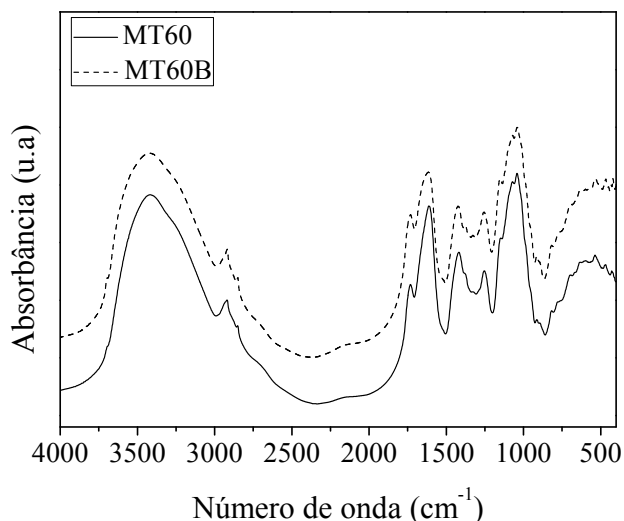
Aparentemente, o aumento da temperatura na extração dos polissacarídeos, bem como o branqueamento não promoveram grandes alterações nos grupos orgânicos.

Figura 14 – Espectro de infravermelho com transformada de Fourier (FTIR) dos polissacarídeos de mutamba MT100 e MT100B.



Fonte: Elaborada pela autora.

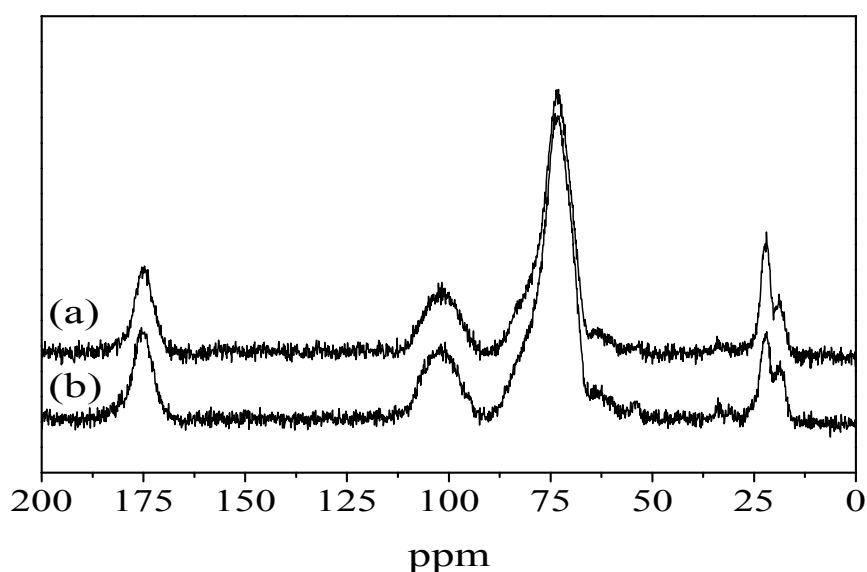
Figura 15 – Espectro de infravermelho com transformada de Fourier (FTIR) dos polissacarídeos de mutamba MT60 e MT60B.



Fonte: Elaborada pela autora.

É possível observar nos espectros de RMN ^{13}C dos polissacarídeos extraídos a 100 °C e a 60 °C picos semelhantes, visto que a temperatura de extração não alterou a estrutura dos mesmos (Figura 13). De acordo com Sousa et al. (2017) o deslocamento químico (δ) 100 ppm indica a presença de carbono C-1, correspondente ao ácido α -D-galacturônico e o δ 175 ppm indica carbono C-6 de grupos carboxílicos metil-esterificados e carboxilatos.

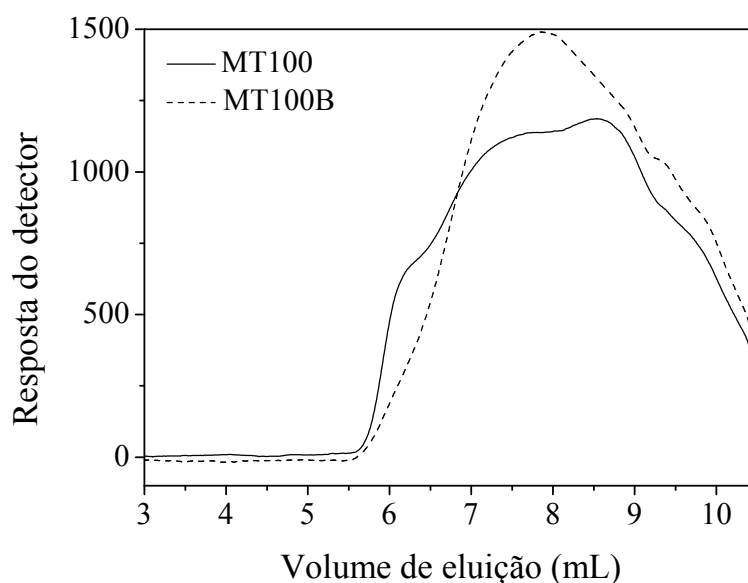
Figura 13 – Espectros de RMN de ^{13}C de polissacarídeo de mutamba MT100 (a) e MT60 (b).



Fonte: Elaborada pela autora.

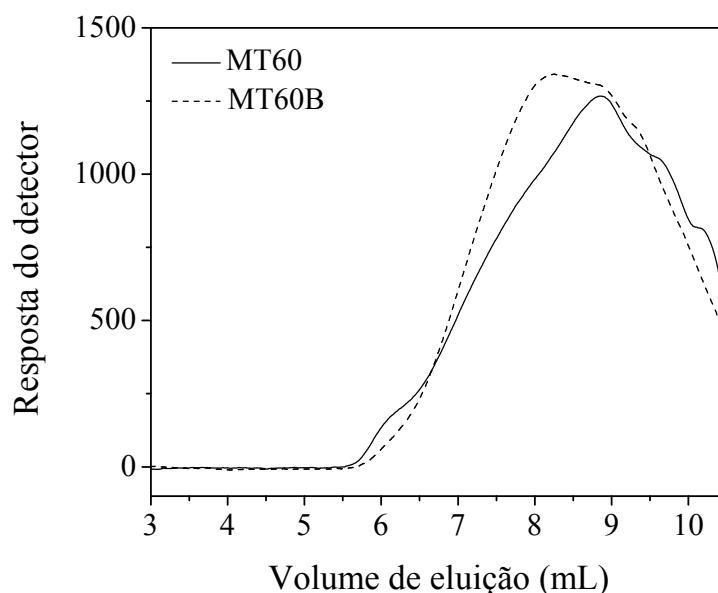
As massas molares dos polissacarídeos extraídos a 100 °C foram de $4,20 \times 10^4$ g/mol para o MT100 e $2,93 \times 10^5$ g/mol para o MT100B. Já os polissacarídeos extraídos a 60 °C obtiveram massas molares de $2,1 \times 10^4$ g/mol para o MT60 e $1,11 \times 10^5$ g/mol para o MT60B. A massa molar encontrada por Mesbahi, Jamalain e Farahnaky (2005) para pectina extraída da beterraba foi de $1,53 \times 10^5$ g/mol, mostrando-se semelhante aos valores encontrados neste trabalho. Como é possível observar nas Figuras 16 e 17, o processo de branqueamento das amostras favoreceu a redução de compostos de massa molecular elevada. A capacidade da pectina em formar gel ao entrar em contato com soluções aquosas faz com que a determinação exata da massa molar seja difícil de ser obtida, explicando assim o formato irregular dos picos (PINHEIRO, 2007).

Figura 16 – Massa molar dos polissacarídeos extraídos a 100 °C (MT100 e MT100B).



Fonte: Elaborada pela autora.

Figura 17 – Massa molar dos polissacarídeos extraídos a 60 °C (MT60 e MT60B).

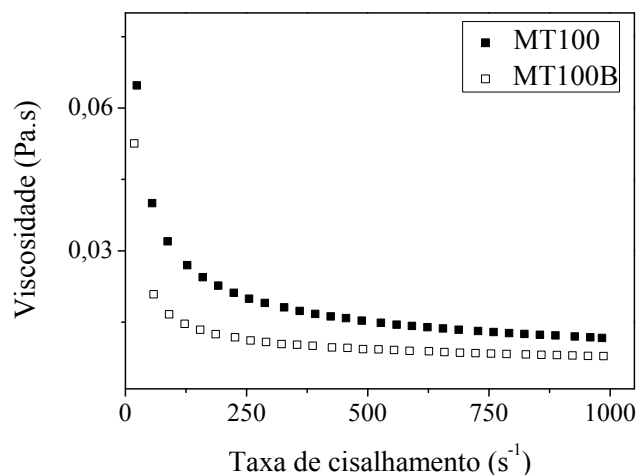


Fonte: Elaborada pela autora.

As amostras de polissacarídeo apresentaram-se semelhantes entre si quanto ao comportamento reológico (Figuras 18 e 19), visto que ambos mostraram diminuição da viscosidade com o aumento constante da taxa de cisalhamento, sob as mesmas condições. Os polissacarídeos apresentaram comportamento não-newtoniano, pseudoplástico, estando em concordância com os resultados obtidos em pectina de quiabo por CHEN et al., 2014. Pode-se

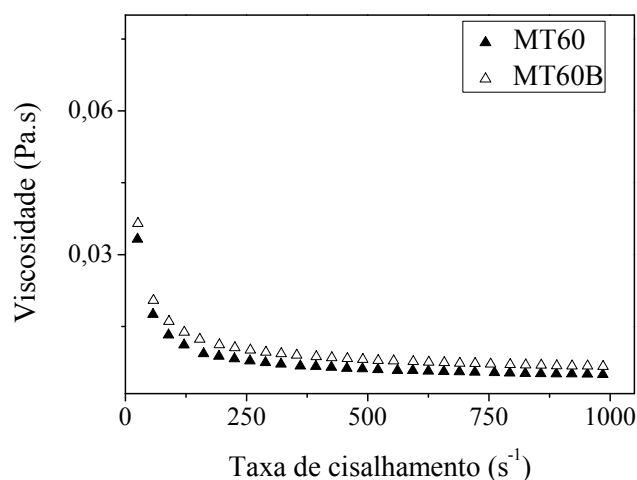
observar também que as amostras perderam mais viscosidade em taxa de cisalhamento mais baixa ($1-250 \text{ s}^{-1}$) e manteve-se constante em taxa de cisalhamento mais elevada ($300-1000 \text{ s}^{-1}$). A viscosidade das soluções de pectina aumenta com o aumento da concentração das mesmas (CHAN et al., 2017).

Figura 18 – Comportamento reológico dos polissacarídeos extraídos a 100°C (MT100 e MT100B).



Fonte: Elaborada pela autora.

Figura 19 – Comportamento reológico dos polissacarídeos extraídos a 60°C (MT60 e MT60B).



Fonte: Elaborada pela autora.

Os polissacarídeos possuem uma característica peculiar de demonstrar alta viscosidade mesmo em baixas concentrações, como é o caso das gomas e das galactomananas e xiloglucanas, podendo esta característica ser relacionada a composição macromolecular destas substâncias. Com a pectina não é diferente, visto que esta habilidade pode interferir na

qualidade de alimentos líquidos, transmitindo assim uma característica agradável para a deglutição. (VARDHANABHUTI; IKEDA, 2006; CHEN et al., 2014).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O polissacarídeo extraído a partir de frutos de mutamba apresentou coloração escura tendendo para o marrom, possivelmente, em virtude do teor de polifenóis e da presença de compostos de alto peso molecular, os quais foram reduzidos com o branqueamento.

De acordo com as técnicas utilizadas foi possível inferir que o polissacarídeo estudado pertence ao grupo das pectinas, o que implica considerar estudos futuros para sua aplicação em produtos alimentícios e avaliar seu comportamento.

A variação da temperatura de extração do polissacarídeo de mutamba não interferiu nas características físico-químicas, nos parâmetros de cor, estabilidade térmica e nos espectros de ressonância magnética nuclear e de infravermelho.

REFERÊNCIAS

- AOAC. Association of Official Analytical Chemists International. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 18th ed., Gaithersburg: AOAC International, 2005.
- AROCAS, A.; SANSZ, T.; FISZMAN, S. M. Clean label starches as thickeners in white sauces: shearing, heating and freeze/thaw stability. **Food Hydrocolloids**, v. 23, n. 8, p. 2031-2037, 2009.
- BRITO, M. S.; OLIVEIRA, C. F. S.; SILVA, T. R.G.; LIMA, R. B.; MORAIS, S. N.; SILVA, J. H. V. Polissacarídeos não amiláceos na nutrição de monogástricos – Revisão. **Acta Veterinaria Brasileira**, v. 2, n. 4, p. 111-117, 2008.
- CACERES, A.; FLETES, L.; AGUILAR, L.; RAMIREZ, O.; FIGUEROA, L.; TARACENA, A. M.; SAMAYOA, B. Plants used in Guatemala for the treatment of gastrointestinal disorders. **Journal of Ethnopharmacol**, v. 38, n. 2, p. 31-38, 1993.
- CAMPORESE, A.; BALICK, M. J.; ARVIGO, R.; ESPOSITO, R. G.; MORSELLINO, N.; DE SIMONE, F.; TUBARO, A. Screening of anti-bacterial activity of medicinal plants from Belize (Central America). **Journal of Ethnopharmacol**, v. 87, n. 1, p. 103-107, 2003.
- CARVALHO, P. E. R. **Mutamba (*Guazuma ulmifolia*)**. Pinhais: Embrapa Florestas. 2007. 13p. (Circular técnica, 141).
- CHAN, S. Y.; CHOO, W. S.; YOUNG, D. J.; LOH, X. J. Pectin as a rheology modifier: Origin, structure, commercial production and rheology. **Carbohydrates Polymers**, v. 161, s/n, p. 118-139, 2017.
- CHEN, Y.; ZHANG, J.; SUN, H.; WEI, Z. Pectin from *Abelmoschus esculentus*: optimization of extraction and rheological properties. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 70, n. 1, p. 498-505, 2014.
- CUNHA, P. L. R.; PAULA, R. C. M.; FEITOSA, J. P. A. Polissacarídeos da biodiversidade brasileira: uma oportunidade de transformar conhecimento em valor econômico. **Química Nova**, v. 32, n. 3, p. 649-660, 2009.
- DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de Alimentos de FENNEMA**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. 900 p.
- DE, D.; CHATTERJEE, K.; JANA, K.; ALI, K. M.; BERA, T. K.; SAMANTA, R.; GHOSH, D. Searching for antihyperglycemic phytomolecules through bioassay-guided solvent fractionation and subfractionation from hydro-methanolic (2:3) extract of *Tamarindus indica* Linn. seeds in streptozotocin-induced diabetic rat. **Biomarkers and Genomic Medicine**, v. 5, s/n, p. 164-174, 2013.
- DE SOUZA, A. M.; POPPI, R. J. Experimento didático de quimioterapia para análise exploratória de óleos vegetais comestíveis por espectroscopia no infravermelho médio e análise de componentes principais: um tutorial, parte I. **Química Nova**, v. 35, n. 1, p. 223-229, 2011.

DE VASCONCELOS, A. M. **Estudo da mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam.) como potencial alimentício**. 2017. 71 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Limoeiro do Norte, 2017.

DIKEMAN, C. L.; BAUER, L. L.; FAHEY, G. C. Jr. Carbohydrate composition of selected plum/prune preparations. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 52, n. 4, p. 853-900, 2004.

DUBOIS, M.; GILLES, K. A.; HAMILTON, J. K.; REBERS, P. A.; SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Chemistry**, v. 28, n. 3, 1956.

EINHORN-STOLL, U.; KASTNER, H.; DRUSCH, S. Termally induced degradation of citrus pectins during storage – Alterations in molecular structure, colour and thermal analysis. **Food Hydrocolloids**, v. 35, n. 1, p. 565-575, 2014.

FERNANDES, T. T.; SANTOS, A. T. F.; PIMENTA, F. C. Atividade antimicrobiana das plantas *Plathymenia reticulata*, *Hymenaea courbaril* e *Guazuma ulmifolia*. **Revista de Patologia Tropical**, v. 34, n. 2, p. 113-122, 2005.

GABBOTT, P. **Principles and applications of thermal analysis**. 1st ed. Oxford: Blackwell Publishing Ltd, 2008.

GONZAGA, M. L. C.; RICARDO, N. M. P. S.; HEATLEY, F.; SOARES, S. A. Isolation and characterization of polysaccharides from *Agaricus blazei* Murill. **Carbohydrate Polymers**, v.60, s/n, p. 43-49, 2005

GUARIM NETO, G. Plantas do Brasil: angiospermas do Estado de Mato Grosso-I. **Rodriguésia**, v. 36, n. 59, p. 105-121, 1984.

HAN, Q.; WU, Z.; HUANG, B.; SUN, L. DING, C.; YUAN, S. ZHANG, Z.; CHEN, Y. HU, C.; ZHOU, L.; LIU, J.; HUANG, Y.; LIAO, J.; YUAN, M. Extraction, antioxidante and antibacterial activities of *Broussonetia papyrifera* fruits polysaccharides. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 92, n. 1, p. 116-124, 2016.

JONES, C. E. **Encyclopedia of Polymer Research**: Polymer Science and Technology. New York: Nova Science Publishers, Inc, 2011.

KARTHIKA, V.; ARUMUGAM, A.; GOPINATH, K.; KALEESMARRAM, P.; GOVINDARAJAN, M.; ALHARBI, N.; KADAIKUNNAN, S.; KHALED, J. M.; BENELLI, G. *Guazuma ulmifolia* bark-synthesized Ag, Au and Ag/Au alloy nanoparticles: photocatalytic potential, DNA/protein interactions, anticâncer activity and toxicity against 14 species of microbial pathogens. **Journal of Photochemistry & Photobiology B: Biology**, v. 167, n. 1, p. 189-199, 2017.

KINUPP, V. F. **Plantas alimentícias não convencionais da região metropolitana de Porto Alegre, RS**. 2007. 590 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

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

LIMA, M. S. **Isolamento da pectina em frutos e sua caracterização por espectroscopia de infravermelho**. 2007. 77 f. Dissertação (Mestrado em Nutrição) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2007.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 2002. 343 p.

MALDINI, M.; MICCO, S. D.; MONTORO, P.; DARRA, E.; MARIOTTO, S.; BIFULCO, G.; PIZZA, C.; PIACENTE, S. Flavanocoumarins from *Guazuma ulmifolia* bark and evaluation of their affinity for STAT1. **Phytochemistry**, v. 86, n. 1, p. 64-71, 2013.

MCGUIRE, R. G. Reporting of objective color measurements. **Hort. Science**, v. 27, s/n, p. 1254-1255, 1992.

MENDES, F. R. S.; BASTOS, M. S. R.; MENDES, L. G.; SILVA, A. R. A.; SOUSA, F. D.; MONTEIRO-MOREIRA, A. C. O.; CHENG, H. N.; BISWAS, A.; MOREIRA, R. A. Preparation and evaluation of hemicellulose films and their blends. **Food Hydrocolloids**, v. 70, n. 1, p. 181-190, 2017.

MESBAHI, G.; JAMALIAN, J.; FARAHNAKY, A. A comparative study on functional properties of beet and citrus pectins in foods systems. **Food Hydrocolloids**, v. 19, s/n, p. 731-738, 2005.

MOLLEA, C.; CHIAMPO, F.; CONTI, R. Extraction and characterization of pectins from cocoa husks: a preliminary study. **Food Chemistry**, v. 107, n. 1, p. 1353-1356, 2008.

MORAIS, P. L. D.; FILGUEIRAS, H. A. C.; PINHO, J. L. N.; ALVES, R. E. Ponto de colheita ideal de mangas ‘Tommy Atkins’ destinadas ao mercado europeu. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 3, p. 671-675, 2002.

OBANDA, M.; OWUOR, P. O.; TAYLOR, S. J. Flavanol composition and caffeine content of green leaf as quality potential indication of kenyan black teas. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.74, s/n, p. 209-215. 1977.

PANIAGUA, J. C.; PONS, M. NMR Spectroscopy. **Encyclopedia of Life Support Systems**, p. 226-257, 2009.

PAULO, E. M.; ASSIS, S. A.; SANTOS, V. L. C. S. Polímeros constituídos por carboidratos utilizados no processo de microencapsulação de bactérias: uma revisão. **Sitientibus Série Ciências Biológicas**, v.9, n. 4, p. 185-191, 2009.

PAVIA, D. L.; LAMPMAN, G. M.; KRIZ, G. S.; VYVYAN, J. R. Introdução à espectroscopia – Tradução da 4ª edição norte-americana. **São Paulo: Cengage Learning**, 2010.

- PINHEIRO, E. R. **Pectina da casca do maracujá amarelo (*Passiflora edulis flavicarpa*): Otimização da extração com ácido cítrico e caracterização físico-química**. 2007. 79 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.
- RAGONESE, A. E.; MARTINEZ CROVETTO, R. Plantas indígenas de la Argentina com frutos o semillas comestibles. **Revista de Investigaciones Agrícolas**, v. 1, n. 3, p. 147-216, 1947.
- RIBEIRO, E. A. M.; SOUZA, F. R. B.; AMARAL, F. A.; RODRIGUES FILHO, G.; DE SOUSA, R. M. F.; VIEIRA, J. G.; COSTA, T. F. R.; THOMPSON JUNIOR, J. P.; ASSUNÇÃO, R. M. N.; CANOBRE, S. C. Utilização de hemiceluloses catiônicas, obtidas a partir do aproveitamento da palha de milho, associadas com tanino para o tratamento de efluentes de lavanderia industrial. **Química Nova**, v. 40, n. 1, p. 17-24, 2017.
- SANTOS, F. A.; QUEIRÓZ, J. H.; COLODETTE, J. L.; FERNANDES, S. A.; GUIMARÃES, V.M.; REZENDE, S. T. Potencial da palha de cana-de-açúcar para produção de etanol. **Química Nova**, v. 35, n. 5, p. 1004-1010, 2012.
- SCALON, S. P. Q.; MUSSURY, R. M.; EUZÉBIO, V. L. M.; KODAMA, F. M.; KISSMANN, C. Estresse hídrico no metabolismo e crescimento inicial de mudas de mutambo (*Guazuma ulmifolia* Lam.). **Ciência Florestal**, v. 21, n. 4, p. 655-662, 2011.
- SOUSA, A. L. N.; RIBEIRO, A. C. B.; SANTOS, D. G.; RICARDO, N. M. P. S.; RIBEIRO, M. E. N. P.; CAVALCANTI, E. S. B.; CUNHA, A. P.; RICARDO, N. M. P. S. Modificação química da pectina do melão caipira (*Cucumis melo* var. *Acidulus*). **Química Nova**, v. 40, n. 5, p. 554-560, 2017.
- SOUSA, F. D. **Propriedades físico-químicas de hemiceluloses vegetais**. 2014. 65f. Dissertação (Mestrado em Bioquímica) – Universidade Federal do Ceará, Ceará, 2014.
- STATSOFT . Statistica for Windows-computer programme manual, versão 7.0. Tulsa: **Statsoft Inc.** 2007
- TAVARES, C. M. M. **Gelificação de misturas proteínicas do soro do leite – galactomananas: efeito do grau de ramificação do polissacarídeo**. 2005. 111 f. Dissertação (Mestrado em Química de Produtos Naturais e Alimentos) – Universidade de Aveiro, 2005.
- TEIXEIRA, D. M. A.; BRAGA, R. C.; HORTA, A. C. G.; MOREIRA, R. A.; BRITO, A. C. F. DE; MACIEL, J. S.; FEITOSA, J. P. A.; DE PAULA, R. C.M. *Spondias purpurea* Exudate polysaccharide as affinity matrix for the isolation of a galactose-binding-lectin. **Carbohydrate Polymers**, v.70, n. 2, p. 369-377, 2007.
- THOMAS, S.; NINAN, N.; MOHAN, S.; FRANCIS, E. **Advances in material Science**. Natural polymers, biopolymers, biomaterials, and their composites, blends, and IPNS. Toronto: Apple Academic Press, 2013. 428 p.
- VARDHNABHUTI, B.; IKEDA, S. Isolation and characterization of hydrocolloids from monoi (*Cissampelos parreira*) leaves. **Food Hydrocolloids**, v. 20, n. 1, p. 885-891, 2006.

VASCO-CORREA, J.; ZAPATA ZAPATA, A. D. Enzymatic extraction of pectin from passion fruit peel (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) at laboratory and bench scale. **LWT – Food Science and Technology**. v. 80, s/n, p. 280-285, 2017.

VIDAL, W.N.; VIDAL, M. R. R. **Botânica – Organografia**: quadros sinóticos ilustrados de fanerógamos. 4 ed. rev. ampl. Viçosa: UFV, 2003. 124 p.

VIRK, B. S.; SOGI, D. S. Extraction and characterization of pectin from apple pomace (*Malus Pumila* cv Amri) peel waste. **International Journal of Food Properties**, v. 7, n. 3, p. 1-11, 2004.

VRIESMANN, L. C.; TEÓFILO, R. F.; PETKOWICZ, C. L. O. Extraction and characterization of pectin from cacao pod husks (*Theobroma cacao* L.) with citric acid. **LWT – Food Science and Technology**. v. 49, s/n, p. 108-116, 2012.

YANG, X.; NISAR, T.; HOU, Y.; GOU, X.; SUN, L.; GUO, Y. Pomegranate peel pectin can be used as an effective emulsifier. **Food Hydrocolloids**, v. 85, n. 1, p. 30-38, 2018.