

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE**  
**CENTRO DE EDUCAÇÃO E SAÚDE**  
**CAMPUS DE CUITÉ**

**AJUSTE DE METODOLOGIA DE EXTRAÇÃO DE SUBSTÂNCIAS PÉCTICAS**  
**PARA EXTRAÇÃO DE PECTINA DE CASCA DE UMBU (*Spondias tuberosa* Arr.**  
**Cam.)**

**CUITÉ - PB**  
**2012**

**FERNANDO DA SILVA OLIVEIRA**

**AJUSTE DE METODOLOGIA DE EXTRAÇÃO DE SUBSTÂNCIAS PÉCTICAS  
PARA EXTRAÇÃO DE PECTINA DE CASCA DE UMBU (*Spondias tuberosa* Arr.  
Cam.)**

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito de obtenção do Grau de Licenciado.

Orientadora: Professora Dr<sup>a</sup>. Ana Maria da Silva

**CUITÉ - PB**

**2012**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA NA FONTE  
Responsabilidade Jesiel Ferreira Gomes – CRB 15 – 256

O48c Oliveira, Fernando da Silva.

Ajuste da metodologia de extração de substâncias pécnicas para extração de pectina de casca de umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Cam). / Fernando da Silva Oliveira – Cuité: CES, 2012.

44 fl.

Monografia (Curso de Ciências Biológicas) – Centro de Educação e Saúde / UFCG, 2012.

Orientadora: Dra. Ana Maria da Silva.

1. Umbu. 2. Extração de pectina. 3. Ácido cítrico. I. Título.

CDU 57

**FERNANDO DA SILVA OLIVEIRA**

**AJUSTE DE METODOLOGIA DE EXTRAÇÃO DE SUBSTÂNCIAS PÉCTICAS  
PARA EXTRAÇÃO DE PECTINA DE CASCA DE UMBU (*Spondias tuberosa* Arr.  
Cam.)**

Monografia apresentada ao Curso de Ciências  
Biológicas da UFCG, para obtenção do grau  
de Licenciado em Ciências Biológicas.

Aprovada em \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

**Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ana Maria da Silva (Orientadora)**  
UFCG/CES/UAE

---

**Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cláudia Patrícia Fernandes dos Santos (Avaliadora)**  
UFCG/CES/UAE

---

**Prof. Dr. Marcus José Conceição Lopes (Avaliador)**  
UFCG/CES/UAE

## **DEDICATÓRIA**

Aos meus pais, que me ensinaram os verdadeiros valores da vida e por todo o amor e dedicação para comigo e, à minha família pela fé e confiança a mim demonstrada, dedico.

## AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me concedido força e sabedoria na conclusão de mais uma etapa na minha vida.

Aos meus pais Damião e Maria das Graças, por todo amor, incentivo e dedicação que sempre tiveram comigo, como também, pela presença constante em minha vida.

As minhas irmãs Fabiana e Flávia pelo apoio, carinho e atenção conferidos a mim, meu imenso agradecimento.

A Congregação da Paixão de Jesus Cristo (Passionista), em especial a Comunidade Santa Gema Galgani (Pe. Sérgio, Pe. Gesner e, Marcel), e ao amigo Renato, pelo incentivo e apoio na concretização deste trabalho.

Aos amigos que fiz durante o curso, pela verdadeira amizade que construímos, em particular aos do curso de ciências biológicas com os quais pude conviver.

Aos companheiros e amigos da turma 2007.1 do Curso de Ciências Biológicas, perseverantes durante esses cinco anos e meio de caminhada (Maria de Lourdes, Kátia, Náza, Ana Lúcia, Thacyana, Geovanni, Elve, Karleise, Roseane e Janaina), por todos os momentos que passamos juntos durante esse período, o meu especial agradecimento.

A minha orientadora, professora Ana Maria, pela amizade, convivência e parceria, bem como pelos ensinamentos concedidos e dedicação no auxílio a concretização desta monografia.

A todos os professores do curso de ciências biológicas, pela paciência, dedicação e ensinamentos disponibilizados nas aulas, contribuindo assim, para a minha formação humana e profissional.

Por fim, agradeço aos meus amigos e familiares, pelo carinho e incentivo; e a todos que contribuíram direta ou indiretamente para que esse trabalho fosse realizado, o meu sincero AGRADECIMENTO.

***“Não é o que você faz, mas quanto amor você dedica no que faz que realmente importa”.***

*(Madre Teresa de Calcutá)*

## RESUMO

O umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) é uma espécie nativa do semiárido brasileiro, sendo uma das espécies de grande importância socioeconômica da família *Anacardiaceae* Lindl. O umbu é bastante utilizado para a produção de doces e geléias, o que indica a presença de pectinas (polissacarídeos estruturais), que são extraídas com abundância do mesocarpo da maioria dos frutos cítricos. As substâncias pécticas ocorrem sem exceção na parede celular primária e na lamela média das células vegetais em associação com a celulose e a hemicelulose. A importância da pectina está associada à sua função de conferir firmeza, retenção de sabor e aroma aos alimentos, sendo a formação de gel a sua principal característica funcional; também é empregada como fibra dietética solúvel por apresentar efeitos fisiológicos benéficos ao organismo humano. O objetivo deste trabalho foi desenvolver um protocolo para a extração de pectinas a partir da farinha da caca de umbu, em diferentes estádios fisiológicos de maturação e, de concentração de ácido cítrico. Inicialmente, os frutos foram coletados, higienizados e descascados, sendo as cascas, secas e trituradas para a obtenção das farinhas, as quais foram submetidas à análise química, seguindo-se duas metodologias distintas: **a**) extração de pectinas de casca de umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) sob diferentes estádios fisiológicos de maturação (“de vez” e maduro) e de concentrações de ácido cítrico (5,0%; 6,0% e 7,0%) e, **b**) extração de pectinas de umbu maduro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) em meios aquosos e ácidos, com pré-tratamento. Na primeira metodologia adotada, o rendimento médio de pectina extraída da farinha da casca de umbu maduro variou entre 53,7% e 77,6%. Enquanto que, o rendimento de pectina da casca do umbu “de vez” variou entre 72,5 e 84,5%. No entanto, estes valores apresentaram-se acima da média, sugerindo que, não apenas pectinas foram extraídas da casca do umbu, como também hemiceluloses. Na segunda metodologia, o etanol foi utilizado como pré-tratamento para a extração de pectinas, extraíndo-se os açúcares solúveis que poderiam influenciar no peso final das pectinas. O rendimento médio de pectina extraída em meio aquoso variou entre 20,8% e 21,1%, enquanto que, o rendimento médio de pectina extraída com ácido cítrico variou entre 15,9% e 26,3%. Observamos que o maior rendimento de pectina de umbu foi obtido nas extrações utilizando-se a concentração de ácido cítrico a 7,0% em ambas as metodologias. Portanto, a extração ácida ofereceu maiores rendimentos de pectinas com resultados acima de 15%. Os resultados apresentam diferenças entre as quantidades de pectinas extraídas a partir de frutos maduros e “de vez” do umbu.

**Palavras-chave:** Umbu. Extração de pectinas. Ácido cítrico.



## ABSTRACT

The umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) is a species native to the Brazilian semi-arid region, being one of the great economic importance of the family *Anacardiaceae* Lindl. The umbu is widely used for the production of jams and jellies, which indicates the presence of pectin (structural polysaccharides) which are extracted with abundance of most citrus fruit mesocarp. Pectic substances occur without exception in the primary cell wall and the Middle lamella of plant cells in association with cellulose and hemicelluloses. The importance of pectin is linked to its function of giving firmness, retaining flavor and aroma to foods, with the formation of the main functional characteristic gel; it is also employed as a soluble dietary fibre by offering beneficial physiological effects to the human body. The aim of this study was to develop a protocol for the extraction of pectin from the flour of peel of umbu, in different physiological stages of maturation and concentration of citric acid. Initially, the fruits were collected, cleaned and hulled, bark, dried and milled to flour, which were submitted to chemical analysis, followed by two distinct methodologies: **a)** extraction of pectin from umbu peel (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) under different physiological stages of maturation ("de vez" and mature) and citric acid (5.0% 6.0% 7.0%); and, **b)** extraction of pectin from umbu mature (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) workups and pretreatment with acids. In the first methodology adopted, the average yield of pectin extracted from the flour of umbu Peel ripe ranged from 53.7% to 77.6%. While the performance of pectins umbu bark "de vez" ranged between 72.5 and 84.5%. However, these figures were above average, suggesting that not only pectins are extracted from the peel of the umbu, but also hemicelluloses. The second methodology, the ethanol was used as pre-treatment for extraction of pectin, extracting the soluble sugars that could influence the final weight of pectins. The average yield of the extracted pectin in aqueous medium ranged from 20.8% and 21.1%, while the average yield of pectin extracted with citric acid ranged between 15.9% and 26.3%. We observe that the highest yield of umbu pectin was obtained in extractions using citric acid concentration 7.0% in both methodologies. Therefore, the acid extraction offered greater yields of pectins with results above 15%. The results show differences between the amounts of pectin extracted from ripe fruits and "de vez" of umbu.

**Keywords:** Umbu. Extraction of pectin. Citric acid.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|  |    |
|--|----|
| <b>FIGURA 1.</b> Distribuição geográfica da família <i>Anacardiaceae</i> .....   | 13 |
| <b>FIGURA 2.</b> Representação geográfica do bioma Caatinga no território brasileiro.....  | 16 |
| <b>FIGURA 3.</b> Locais identificados de ocorrência natural do umbuzeiro ( <i>Spondias tuberosa</i> ) no Brasil.....   | 17 |
| <b>FIGURA 4.</b> Umbuzeiro ( <i>Spondias tuberosa</i> ) no período de safra.....   | 17 |
| <b>FIGURA 5.</b> Umbuzeiros ( <i>Spondias tuberosa</i> ) com suas respectivas raízes (xilopódios).....   | 18 |
| <b>FIGURA 6.</b> Inflorescência do umbuzeiro ( <i>Spondias tuberosa</i> ).....   | 19 |
| <b>FIGURA 7.</b> Frutos do umbuzeiro ( <i>Spondias tuberosa</i> ).....   | 19 |
| <b>FIGURA 8.</b> Estrutura da parede celular vegetal.....  | 23 |
| <b>FIGURA 9.</b> Estrutura geral da pectina.....   | 23 |
| <b>FIGURA 10.</b> Fluxograma do processamento da casca do umbu.....  | 29 |
| <b>FIGURA 11:</b> Fluxograma do processo de extração de pectinas de umbu em meio ácido.....  | 30 |
| <b>FIGURA 12.</b> Separação da pectina: adição de etanol (foto A), separação da pectina na forma de precipitado (fotos B, C, D e E), filtração das pectinas (foto F).....  | 32 |
| <b>FIGURA 13:</b> Fluxograma do processo de extração de pectinas de umbu em meios aquoso e ácido.....  | 34 |
| <b>FIGURA 14.</b> Comparação entre os rendimentos de pectinas de casca de umbu, em diferentes estádios fisiológicos de maturação e de concentrações de ácido cítrico.....  | 35 |
| <b>FIGURA 15.</b> Resultado do rendimento da extração de pectinas a partir da casca de umbu maduro e “de vez”.....   | 35 |
| <b>FIGURA 16.</b> Resultado do rendimento de pectinas de umbu extraída sob diferentes concentrações de ácido cítrico.....  | 37 |
| <b>FIGURA 17.</b> Separação da pectina na forma de precipitado a partir da extração em meios aquoso e ácido. Precipitação da pectina extraída em meio aquoso (fotos 1 e 2) e filtração (fotos 3, 4 e 5); precipitação da pectina extraída em meio ácido (fotos 6, 7, 8 e 9)..... | 38 |

## LISTA DE TABELAS

|   |    |
|---|----|
| <b>TABELA 1.</b> Rendimento de pectinas de casca de umbu, em diferentes estádios fisiológicos de maturação e de concentrações de ácido cítrico..... | 34 |
| <b>TABELA 2.</b> Resultado da extração de pectinas de casca de umbu maduro em meio aquoso .....   | 36 |
| <b>TABELA 3.</b> Resultado da extração de pectinas de casca de umbu maduro com ácido cítrico a 5,0 % e 7,0%.....                                    | 36 |

## SUMÁRIO

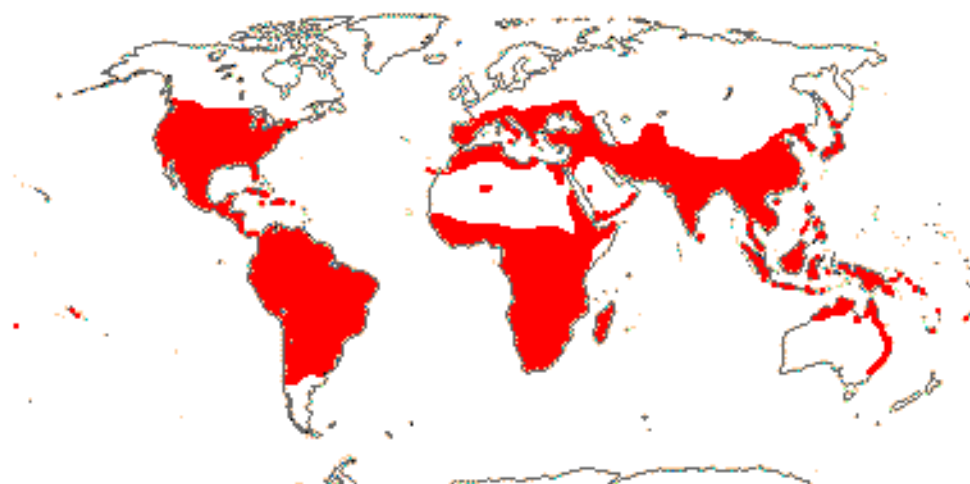
|   |    |
|---|----|
| <b>1 INTRODUÇÃO</b> .....   | 13 |
| <b>2 ASPECTOS FISIOLÓGICOS DO UMBUZEIRO</b> .....   | 16 |
| 2.1. CAULE.....   | 17 |
| 2.2 RAIZ .....  | 18 |
| 2.3 FLORES E FRUTOS .....   | 18 |
| 2.4 HISTÓRICO DAS PECTINAS.....   | 19 |
| 2.5 HISTÓRICO DA PRODUÇÃO COMERCIAL DAS PECTINAS .....  | 20 |
| 2.6 PRODUÇÃO INDUSTRIAL .....   | 21 |
| 2.7 PECTINAS: NOMENCLATURA, FUNÇÃO E OCORRÊNCIA.....  | 22 |
| 2.8 EXTRAÇÃO DE PECTINA.....  | 24 |
| 2.9 GELEIFICAÇÃO DA PECTINA.....  | 24 |
| 2.10 APLICAÇÕES DAS PECTINAS .....  | 25 |
| 2.10.1 Na Indústria.....  | 25 |
| 2.10.2 Efeitos farmacológicos.....  | 25 |
| <b>3 OBJETIVOS</b> .....  | 27 |
| 3.1 OBJETIVO GERAL .....  | 27 |
| 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....   | 27 |
| <b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....   | 28 |
| 4.1 MATERIAL .....  | 28 |
| 4.1.1 Coleta e transporte dos frutos .....  | 28 |
| 4.1.2 Higienização e tratamento dos frutos.....   | 28 |
| 4.2 MÉTODOS .....   | 29 |
| 4.2.1 Extração de pectinas de casca de umbu ( <i>Spondias tuberosa</i> ) sob diferentes estádios fisiológicos de maturação (maduro e “de vez”) e de concentrações de ácido cítrico (5,0%; 6,0% e 7,0%)..... | 29 |
| 4.2.2 Extração de pectinas de umbu maduro ( <i>Spondias tuberosa</i> Arr. Cam) em meios aquosos e ácidos.....   | 31 |

|  |           |
|--|-----------|
| 4.2.2.1 Pré-tratamento: Extração de açúcares solúveis.....                                 | 31        |
| 4.2.2.2 Extração de pectinas com água destilada.....                                       | 32        |
| 4.2.2.3 Extração de pectinas com ácido cítrico .....                                       | 32        |
| <b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>   | <b>34</b> |
| 5.1 RENDIMENTOS DA EXTRAÇÃO DE PECTINA EM DIFERENTES MEIOS.....                            | 34        |
| 5.1.1 Rendimento médio de pectina de umbu (maduro e “de vez”) extraída em meio ácido ..... | 34        |
| 5.1.2 Rendimento médio de pectina de umbu maduro extraída em meios aquoso e ácido .....    | 36        |
| <b>6. CONCLUSÃO.....</b>   | <b>40</b> |
| <b>7 REFERENCIAS .....</b>   | <b>41</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

A família botânica *Anacardiaceae* Lindl. é representada por aproximadamente 80 gêneros e 600 espécies (BARROSO *et al.*, 2002), apresentando distribuição predominantemente pantropical (**Figura 1**) com algumas espécies representativas em regiões temperadas do planeta (CRONQUIST, 1981).

**FIGURA 1.** Distribuição geográfica da família *Anacardiaceae*.



Fonte: <http://www.mobot.org/mobot/research/APweb/>

Dentro da família *Anacardiaceae* Lindl., *Spondias tuberosa* Arr. Cam., conhecida popularmente como umbuzeiro ou imbuzeiro, é uma espécie nativa do semiárido brasileiro, sendo uma das espécies de grande importância socioeconômica desta família, pois além de fornecer frutos saborosos, nutritivos e xilopódios ricos em água (LORENZI, 1992; MENDES, 1990), o umbuzeiro representa uma importante fonte de renda através do extrativismo para algumas famílias do semiárido brasileiro (ARAÚJO & NETO, 2002).

O xeromorfismo desta espécie é propiciado, além dos xilopódios, pelo mecanismo de fechamento dos estômatos nas horas mais quentes do dia e pela queda das folhas durante a estação seca (MENDES, 1990).

O umbu é um fruto nutricionalmente importante. No entanto, como outras frutas, está sujeito aos efeitos da sazonalidade sendo seus frutos bastante perecíveis. Na época de safra, que ocorre entre os meses de dezembro a março, ocorre um excesso de oferta desta fruta que, uma vez colhida e em condições ambientais de preservação, dura entre dois e três dias. Em

consequência disso é comum verificar, durante o pico produtivo, perda de parte da produção pelo excesso de maturação dos frutos e pela ausência de uma infraestrutura de conservação adequada (MAIA et al., 1998).

O umbu é um fruto muito apreciado, pois além do seu consumo *in natura*, é bastante utilizado para a produção de doces e geléias, entre outros produtos, o que indica a presença de pectinas.

Segundo MESBAHI et al., (2009 APUD PAIVA et al., 2009, p. 196):

[...] pectinas são hidrocolóides naturais presentes em plantas superiores que formam um grupo heteromolecular de polissacarídeos estruturais, encontrados na parede celular primária das células vegetais e nas camadas intercelulares (lamela média), contribuindo para adesão entre as células, firmeza e resistência mecânica do tecido.

Naturalmente, a pectina está associada à celulose, hemicelulose e lignina, sendo designada enquanto nesta forma de protopectina, podendo ser extraída com abundância do mesocarpo da maioria dos frutos cítricos (PAIVA et al., 2009).

A importância da pectina na tecnologia e no processamento de alimentos está associada à sua função de conferir firmeza, retenção de sabor e aroma, como também, ao seu papel de hidrocolóide na dispersão e estabilização de diversas emulsões, sendo a formação de gel a sua principal característica funcional. (GANCZ; APUD PAIVA et al., p. 197).

No entanto, nos últimos anos, a pectina vem sendo empregada também como fibra dietética solúvel por apresentar efeitos fisiológicos benéficos ao organismo humano, tais como redução dos níveis de colesterol, lipoproteínas, ácidos biliares e glicose (FIETZ; SALGADO, 1999; PIEDADE; CANNIATTI-BRAZACA, 2003; TERPSTRA et al., 1998; APUD MUNHOZ et al., 2010).

A extração de pectina é um processo de múltiplos estágios físicos, químicos e enzimáticos, nos quais a hidrólise, a extração e a solubilização de macromoléculas do tecido vegetal são influenciadas por diversos fatores como temperatura, pH, tipo de ácido e tempo de extração (PAGÁN et al 2001).

A pectina pode ser produzida a partir da mistura do extrato líquido com etanol, sendo portanto, precipitada e seca. Embora as fontes mais usuais para a extração de pectina comercial sejam os albedos cítricos e o bagaço de maçã (subprodutos da indústria de sucos), não foi encontrado referencial a respeito da extração de pectinas de umbu.

Outras fontes de obtenção de pectinas como polpas de beterraba e batata, têm atraído a atenção de pesquisadores, por apresentarem expressivo conteúdo desta substância, porém com baixo poder de geleificação (TURQUOIS et al., 1999).

A agregação de valor aos produtos do semiárido contribui para o desenvolvimento socioeconômico e fortalecimento da agricultura familiar no semiárido brasileiro.

Sendo assim, faz-se necessário um estudo para um melhor aproveitamento desses frutos, como a extração de pectinas, tendo-se em vista que a casca do umbu é tida como sem valor no processo de industrialização, atribuindo-se um valor econômico a esta parte do fruto que geralmente é descartada, podendo-se assim contribuir para a melhoria socioeconômica das famílias que utilizam o umbu como fonte de renda.



## 2 ASPECTOS FISIOLÓGICOS DO UMBUZEIRO

O bioma Caatinga é o principal ecossistema existente na Região Nordeste, estendendo-se pelo domínio de clima semiárido, numa área de 73.683.649 ha, o que corresponde a 6,83% do território nacional, como pode ser observado na **Figura 2**. O termo Caatinga é originário do tupi-guarani e significa mata branca. É um bioma único, pois, apesar de estar localizado numa área com predominância de clima semiárido, apresenta grande variedade de paisagens, relativa riqueza biológica e endemismo (IBAMA, 2012).

**FIGURA 2.** Representação geográfica do bioma Caatinga no território brasileiro.

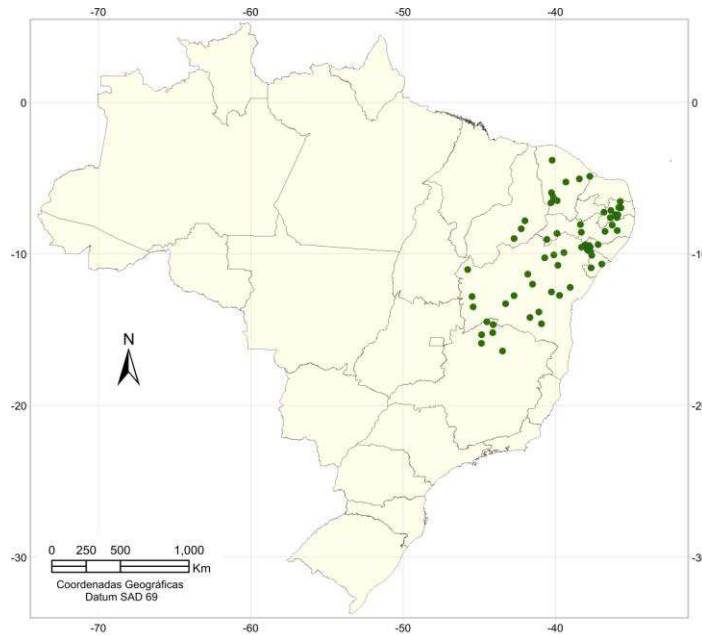


Fonte: <http://www.ecoa.unb.br/>

As caatingas podem ser caracterizadas como florestas arbóreas ou arbustivas, compreendendo principalmente árvores e arbustos baixos, muitos dos quais apresentam espinhos, microfilia e algumas características xerofíticas. A ocorrência de secas estacionais e periódicas estabelece regimes intermitentes aos rios e deixa a vegetação sem folhas. A folhagem das plantas volta a brotar ficando verde nos curtos períodos de chuvas (PRADO, 2003).

O umbuzeiro ou imbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.), pertencente à Família *Anacardiaceae* é uma espécie xerófila típica das caatingas do Nordeste Brasileiro, que ocorre desde o Ceará até o norte de Minas Gerais (LORENZI, 1998), como pode ser observado na **Figura 3**.

**FIGURA 3.** Locais identificados de ocorrência natural do umbuzeiro (*Spondias tuberosa*), no Brasil.



Fonte: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br>

## 2.1. CAULE

O umbuzeiro é uma árvore de vida longa, de pequeno porte, possuindo um tronco curto e copa em forma de guarda-chuva com diâmetro de 10 a 15 m (MAIA, 2004), como mostra a **Figura 4**. O caule apresenta ramos novos lisos e ramos velhos com ritidomas; as folhas são verdes, alternas, compostas e imparipinadas. O umbuzeiro é capaz de suportar longos períodos de seca e produzir mesmo em solos ruins (EPSTAIN, 1998).

**FIGURA 4.** Umbuzeiro (*Spondias tuberosa*) no período de safra.



## 2.2 RAIZ

O umbuzeiro possui um órgão subterrâneo (túbera ou batata) conhecido como xilopódio (**Figura 5**), que é constituído de tecido lacunoso que armazena água, mucilagem, glicose, tanino, amido, ácidos e sais minerais essenciais para a sua sobrevivência durante o período de estiagem. As raízes superficiais chegam a explorar cerca de 1m de profundidade no solo. (MAIA, 2004).

Os xilopódios são utilizados por pequenos agricultores para alimentação e dessedentação dos animais em épocas de seca prolongada, como também, na produção de doce caseiro. Historicamente, essa reserva nutritiva do umbuzeiro tem sido uma das alternativas para os agricultores em períodos de longas estiagens na região Semiárida do Nordeste (MENDES, 1990).

**FIGURA 5.** Umbuzeiros (*Spondias tuberosa*) com suas respectivas raízes (xilopódios).

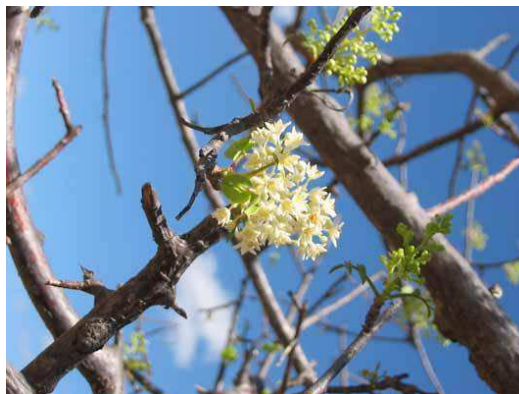


Fonte: <http://fatosefotosdacaatinga.blogspot.com.br>

## 2.3 FLORES E FRUTOS

As flores do umbuzeiro são brancas, perfumadas, melíferas, agrupadas em panícula de 10 a 15 cm de comprimento. Apresenta a peculiaridade de emitir as inflorescências antes das folhas, no período de estiagem (EPSTAIN, 1998), como mostra a **Figura 6**.

**FIGURA 6.** Inflorescência do umbuzeiro (*Spondias tuberosa*)



Fonte: <http://www.irpaa.org/>

Sua frutificação é abundante e tem início em torno de 45 dias após a floração. Os frutos (**Figura 7**) são drupas glabras ou levemente pilosas e arredondadas, com diâmetro médio de 3,0 cm, pesando em torno de 10 a 20 g. Apresentam uma superfície lisa ou exibem de 4 a 5 pequenas protuberâncias na porção distal (SILVA et al., 1987; EPSTEIN, 1998).

**FIGURA 7.** Frutos do umbuzeiro (*Spondias tuberosa*)



Os frutos são consumidos *in natura* ou preparados na forma de sorvetes, sucos e umbuzada (doce feito com a polpa do umbu). O período de frutificação é de aproximadamente dois meses e cada planta chega a produzir cerca de 300 kg de frutos por safra.

Segundo Ferreira et al. (2005), o umbuzeiro se consagra por ser uma espécie frutífera de grande importância econômica, social e ecológica para o semiárido brasileiro.

## 2.4 HISTÓRICO DAS PECTINAS

As primeiras citações sobre pectina datam de um artigo inglês publicado em 1750, referente a preparação de geléia de maçã (KERTESZ, 1950). A descoberta da pectina, enquanto composto químico, foi feita por Nicolas Louis Vauquelin em 1790 e Henri Braconnot, químico e farmacêutico francês, no ano de 1824, foi o primeiro a caracterizá-la como composto das frutas responsável pela formação do gel e sugerir o nome pectina, proveniente do grego πηχτοζ, que significa espesso (BRAVERMAN; BERK, 1976).

A ocorrência de substâncias pécnicas diferindo em solubilidade e facilidade de extração é conhecida desde 1848, quando Fremy reportou a existência de um precursor pécnico insolúvel em água, denominado posteriormente de protopectina, por Tschirch. (CANTERI et al., 2012).

Durante a investigação da turbidez de suco, Kelhofer, em 1908, concluiu que o sedimento observado em fermentado de pêra compreendia um complexo de proteínas, pectinas e compostos fenólicos oxidados. Até meados de 1930, a pectina era considerada como uma pequena estrutura cíclica. Smolenski, em 1923, foi o primeiro a sugerir que a pectina era um polímero complexo, comparável em estrutura ao amido, sendo que as análises de raios-X concordavam com essa hipótese, mas indicavam ser mais lógica em comparação com a celulose. Os ácidos pectínicos apresentam grupos metiléster ligados em  $\alpha(1\rightarrow4)$  e a fórmula básica foi estabelecida por Schneider e Bock, em 1937. Nessa época, já se discutia a dificuldade em estabelecer estudos comparativos quanto à composição, ao tipo e à distribuição dos compostos pécnicos em vegetais, devido aos diferentes métodos de extração e análises empregados (JOSLIN; DEUEL, 1963; NOGUEIRA et al., 2008; OWENS et al., 1946; BAKER, 1948; ELWELL; DEHNT, 1939 APUD CANTERI et al., 2012, p. 1-2).

## **2.5 HISTÓRICO DA PRODUÇÃO COMERCIAL DAS PECTINAS**

A obtenção de um extrato líquido de pectina foi registrada em 1908 na Alemanha e o processo propagou-se rapidamente pelos Estados Unidos, onde uma patente clássica foi obtida por Douglas (US Patente n. 1.082,682 de 1913). A produção de pectina desenvolveu-se aos poucos, no início do século XX, na Europa e nos Estados Unidos, usando principalmente o bagaço de maçã. A primeira fábrica de pectina cítrica foi construída em 1926, na Califórnia, EUA (CANTERI et al., 2012, p. 43).

Quanto à produção comercial, Hermann Herbsthreith descobriu, na década de 1930, o potencial de uso e aplicação do bagaço de maçã, subproduto até então descartado da produção

do suco. Em 1940, cerca de 60% da pectina produzida no mundo era de bagaço cítrico, devido à abundância de matéria-prima gerada pela industrialização de sucos (CANTERI et al., 2012).

No Brasil, a produção industrial de pectina teve início no ano de 1954, na cidade de Limeira (SP), sendo a única fábrica de pectina ainda hoje no País denominada de CPKelco e maior produtora mundial de pectina cítrica. Recentemente, foram desenvolvidos estudos sobre potencial de uso do bagaço de maçã na recuperação de compostos fenólicos nativos, associados ao escurecimento, para utilização como agentes antioxidantes, resultando na coloração mais clara da pectina obtida. Isso aponta a tendência crescente das indústrias em buscar alternativas que promovam o fechamento da “reciclagem” de um resíduo, com o máximo de aproveitamento e por meio da maior exploração comercial dos componentes antes considerados como subprodutos (RIBEIRO, 2002; ACIL, 2010; SCHIEBER, 2003; APUD CANTERI et al., 2012, p. 2).

Na maioria dos países em vias de desenvolvimento, a pectina é importada. A produção regionalizada por pequenos processadores poderia suprir a demanda com custo mais baixo, desde que existisse incentivo governamental. Entretanto, existem algumas barreiras a serem superadas, como o custo, a dificuldade para isolamento da pectina sob a forma de pó em pequena escala e a obtenção de uma gama de pectinas com propriedades específicas, e não apenas de um tipo de produto. Tipicamente, a produção de pectina nos países tropicais em desenvolvimento está coimplantada junto às indústrias de suco em larga escala. Poucos fabricantes detêm o comércio global e curiosamente, toda pectina utilizada nos EUA é importada, principalmente da Europa e das Américas Central e do Sul (BATES, 2001).

As principais indústrias mundiais produtoras de pectina, na atualidade, são Cargill, Cítrico, CPKelco, Danisco, Degussa, Herbestreith & Fox, Obipectin e Pektowin Jaslo. O valor de venda de um quilograma de pectina cítrica de alta metoxilação no Brasil (janeiro de 2011) indica valorização de mais de 500% em cerca de vinte anos (YALPANI, 1987).

## **2.6 PRODUÇÃO INDUSTRIAL**

Embora a extração de pectina varie de acordo com a matéria-prima, em linhas gerais, o processo compreende: extração do vegetal de origem em meio aquoso ácido; purificação desse líquido extraído e isolamento da pectina por precipitação. A maior parte da pectina solúvel em água permanece no suco e a remanescente é insolúvel. A solubilização dessa fração menos solúvel envolve processos físicos e químicos, sendo acompanhada por

inevitável e não controlada remoção de açúcares neutros da cadeia lateral, bem como pela hidrólise de ligações ésteres. (CHRISTENSEN, 1984; VORAGEM, 1995).

A extração em meio ácido sob aquecimento é o método utilizado industrialmente para obtenção de pectinas a partir de resíduos industriais de sucos de frutas, onde, diferentes ácidos podem ser utilizados nesse processo. Em alguns países, os ácidos minerais são proibidos, sendo substituídos por cítrico, láctico ou tartárico (THIBAUT et al., 1991; SAKAI et al., 1993; APUD CANTERI et al., 2012, p. 2).

## 2.7 PECTINAS: NOMENCLATURA, FUNÇÃO E OCORRÊNCIA

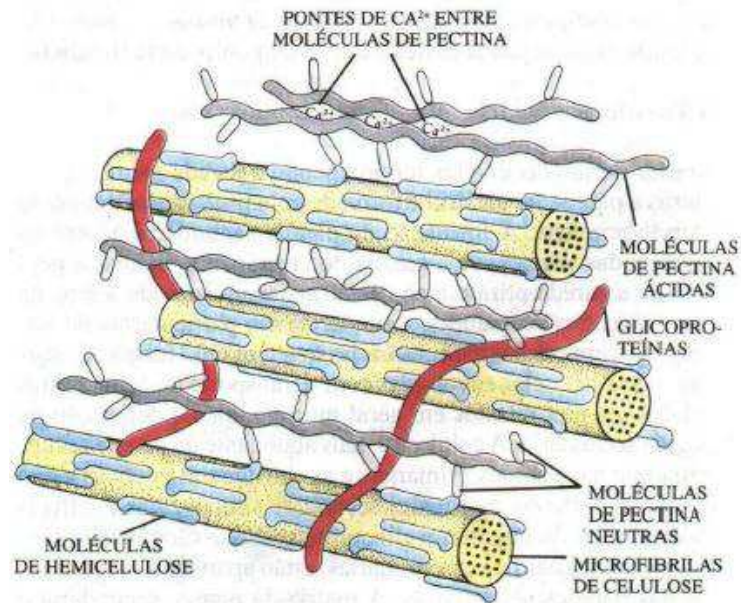
Segundo PAIVA et al., (2009, p. 197) a fim de padronizar a nomenclatura e facilitar o entendimento das substâncias pécticas, em 1944 o comitê da *American Chemical Society* revisou e definiu estas substâncias complexas como:

- A) **Substancias pécticas:** consiste em todos os materiais que contem ácidos poligalacturônico em sua composição;
- B) **Protopectinas:** Consistem na forma natural da pectina, quando associada à celulose, hemicelulose e lignina. São pouco solúveis em água, e em presença de ácidos diluídos formam os ácidos pectínicos ou pécticos, de diferentes tamanhos moleculares e composição. A Protopectina é abundante em frutas verdes com pleno desenvolvimento. Durante o processo de amadurecimento ela é hidrolisada para pectina por ação de enzima e, durante o amadurecimento demasiado, a pectina pode ser decomposta e formar o álcool metílico e o ácido péctico;
- C) **Ácidos pécticos:** são cadeias de ácidos galacturônicos totalmente livres de metoxilas e pouco solúveis em água. São oriundos da ação das enzimas pectinametilesterase durante o processo de amadurecimento do fruto;
- D) **Pectina:** são ácidos pectínicos solúveis em água, com os grupos carboxilas do ácido galacturônico variavelmente esterificados com metanol.

As substâncias pécticas ocorrem sem exceção na parede celular primária e na lamela média das células vegetais (**Figura 8**). A seiva da planta usualmente contém apenas traços das substâncias pécticas dissolvidas. Há relatos também da presença de pectinas no citosol da célula vegetal. As pectinas encontram-se naturalmente em associação com a celulose e hemicelulose, que auxiliam na adesão entre as células, sendo considerada a pectina, o

principal agente cimentante da parede celular, contribuindo desta forma para firmeza, resistência mecânica e coesividade do tecido (McCREADY, 1970; MESBAHI et al., 2005; LOOTENS et al., 2003; WU, 1987; ZHONGDONG et al., 2006 APUD PAIVA; LIMA; PAIXÃO, 2009, p. 197-198).

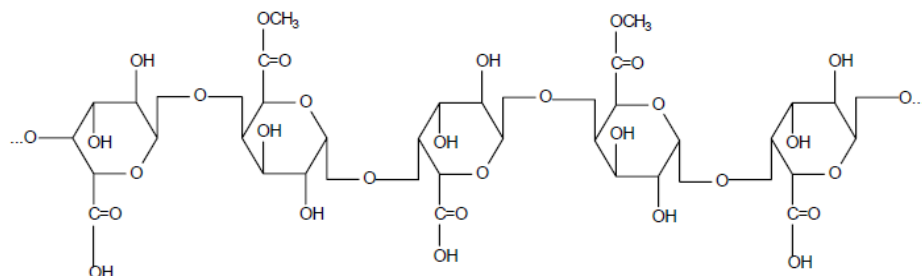
**FIGURA 8.** Estrutura da parede celular vegetal



Fonte: RAVEN, 2007

A pectina é um polissacarídeo com cerca de 150 a 500 unidades de ácidos galacturônicos parcialmente esterificados com grupos metoxílicos, unidos por ligações glicosídicas  $\alpha - 1,4$  em uma longa cadeia molecular (**Figura 9**).

**FIGURA 9.** Estrutura geral da pectina.



Fonte: COELHO, 2008



Alguns açúcares neutros como galactose, glicose, ramnose, arabinose e xilose, também podem estar presentes, normalmente entre 5 a 10% do peso do ácido galacturônico, inseridos na cadeia principal, ligados como cadeias laterais, ou apresentando-se como contaminantes isolados. Dependendo de sua origem, em algumas pectinas, alguns grupos hidroxílicos podem estar acetilados nas posições dois e três, o que pode inferir em sua capacidade de formar géis (BOBBIO, 1989; CHEFTEL, 1976; TURQUOIS, 1999).

## **2.8 EXTRAÇÃO DE PECTINA**

As fontes mais ricas de pectinas estão nos frutos cítricos, podendo ser extraídos em abundância principalmente do albedo, região mesocárpica do fruto. Outra fonte natural deste carboidrato é a maçã, que conjuntamente com os frutos cítricos constituem as principais matérias-primas para produção de pectina em nível comercial (PAIVA et al., 2009).

A produção industrial de pectina envolve varias etapas, tais como; a preparação da matéria prima, a separação dos compostos presentes na matéria-prima, a conservação da protopectina, a separação de resíduos insolúveis, a precipitação, a purificação e a secagem da pectina extraída; bem como a embalagem, o armazenamento e a comercialização (IGLESIAS; LOZANO, 2004 APUD LICODIEDOFF, 2008 p. 36).

As pectinas de uso comercial podem ser obtidas na forma líquida ou sólida. O método usual para a obtenção de pectina consiste na extração com solução aquosa ácida (pH 3 a 4); no entanto, diversos outros procedimentos têm sido propostos, como o uso de solventes orgânicos inertes, neutros e miscíveis em água, em temperaturas moderadas; tratamento prévio com solução de íons cálcio e posterior extração com solução de ácido oxálico; extração com uso de meio alcalino e um agente sequestrante, seguida de aquecimento; ou ainda, por meio do uso de microrganismos que liberam enzimas capazes de extrair a pectina sem degradá-la (CRISTENSEN, 1986; TURQUOIS *et al.* 1999; COELHO, 2008, p. 15).

## **2.9 GELEIFICAÇÃO DA PECTINA**

O estado “gel” é considerado como sendo um estado próximo ao estado sólido, quando levado em consideração a sua organização, o que permite manter sua forma e resistir a certas variações. O gel pode ser definido também como uma rede tridimensional sólida que retém entre sua malha uma fase líquida (MULTON, 2000). Nesta rede a pectina é considerada um colóide hidrófilo com carga negativa, que é estabilizada por uma camada de água envolvendo

cada micélio. A formação da geléia ocorre no momento em que a pectina precipita, ramificando os aglomerados de micélio na presença do açúcar, que atua como um agente desidratante, e na presença de íons de hidrogênio, que agem para reduzir a carga negativa sobre a pectina (CRUESS, 1973).

De acordo com Siguemoto (1993), gel é um sistema no qual a pectina existe no estado intermediário entre a solução e o precipitado. A adição de qualquer material que reduza a solubilidade da pectina dissolvida vai favorecer a formação do gel.

## **2.10 APLICAÇÕES DAS PECTINAS**

### **2.10.1 Na Indústria**

No setor industrial, os polissacarídeos pécticos promovem aumento de viscosidade e funcionam como colóide estabilizante e protetor em alimentos e bebidas, com aplicação em doces e geléias, preparações de frutas para iogurtes, bebidas e sucos de frutas concentrados, sobremesas de frutas e leite, produtos lácteos geleificados, produtos de confeitaria e produtos lácteos acidificados diretamente ou fermentados. Dentre outras propriedades estão: a prevenção de flotação em preparados de frutas, a estabilidade de produtos de panificação, a estabilização protéica, a maciez a partir da melhoria da textura, o aumento do volume e o controle da sinerese (CANTERI et al., 2012, p. 7).

Além do emprego em alimentos, a pectina vem sendo utilizada para remover metais tóxicos em soluções aquosas e como agente floculante no tratamento de efluentes, apresentando a vantagem de ser biodegradável e atóxica ao meio ambiente e aos seres humanos (COELHO, 2008, p. 11).

Florêncio (2007) avaliou o uso de fibras solúveis, quitosana e pectina, na remoção das proteínas do soro de queijo visando criar alternativas para minimizar o impacto ambiental causado pelo despejo do soro no meio ambiente. A extração dessas proteínas representa uma forma de minimizar perdas nutricionais e financeiras com o aproveitamento destas proteínas no enriquecimento de outros produtos.

### **2.10.2 Efeitos farmacológicos**

Com relação aos efeitos farmacológicos da pectina, considera-se que no grande grupo das fibras dietéticas, esta integra o grupo dos polissacarídeos não-amiláceos, juntamente com

gomas, hemiceluloses,  $\beta$ -glucanas, entre outros. Embora esses compostos não sejam degradados por enzimas humanas, por sua vez, podem ser degradados pela microbiota natural, especialmente durante a passagem pelo intestino grosso. Com implicações benéficas do equilíbrio hídrico e motilidade intestinal, as substâncias pécicas são inadequadamente denominadas de fibras solúveis, visto que em solução são encontradas sob a forma de dispersão coloidal. (WOSIACKI & NOGUEIRA, 2005; CANTERI et al., 2012).

De acordo com ENDRESS (1991) existem outras propriedades de promoção à saúde, comprovadas cientificamente, associadas às substâncias pécicas. Dentre estas, podem ser destacadas:

- A) Redução do colesterol total pelo decréscimo da absorção do colesterol exógeno, em função do caráter hidrofóbico dos grupamentos metiléster;
- B) Ligação com produtos de degradação no cólon, aumento da excreção de ácidos biliares e redução da reabsorção deste ácido no intestino e no fígado;
- C) Diminuição das frações popularmente conhecidas como mau colesterol (LDL) e embora não altere o bom colesterol (HDL), também pode ser protetora contra a aterosclerose por melhorar a razão HDL/LDL;
- D) Aumento da viscosidade do líquido da digestão e da espessura da camada da parede intestinal interna, reduzindo a absorção de glucose;
- E) Redução do peso corporal pela imobilização de nutrientes nos intestinos, aumento da sensação de saciedade e diminuição da atividade de certas enzimas, que leva à menor digestão e absorção;
- F) Ligação a metais pesados e a microrganismos tóxicos no cólon impedindo a reabsorção das toxinas por estes produzidas.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GERAL**

Estabelecer um protocolo eficiente para extração de pectina da farinha de casca de umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.), um fruto típico da Caatinga.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- a) Desenvolver uma metodologia eficiente na extração de pectina de casca de umbu;
- b) Analisar diferenças na quantidade de pectinas, entre frutos de umbu maduros e “de vez”, a partir do estágio fisiológico;
- c) Promover o aproveitamento das cascas de umbu.

## **4 MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 MATERIAL**

O material biológico de investigação deste trabalho foi o umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.), um fruto típico da Caatinga do Nordeste Brasileiro.

#### **4.1.1 Coleta e transporte dos frutos**

Os frutos foram coletados manualmente no sítio Serra da Lagoa, município de Picuí – PB, em meados de maio de 2011. Foi realizada apenas uma coleta.

Para a coleta dos frutos, levou-se em consideração árvores (umbuzeiros) que apresentavam maiores quantidades de frutos, sendo observados quanto a estes, tamanho, aparência (frutos sadios), formato (uniforme) e estágio de maturação: “de vez” (fruto que ainda não atingiu sua maturação) e maduro, definidos pela coloração da casca, observada visualmente, a fim de se obter amostras homogêneas.

Após a coleta, os frutos foram separados em sacos plásticos e transportados para o Laboratório de Biologia do Centro de Educação e Saúde, da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, onde passaram por um processo de higienização, seleção e armazenamento.

#### **4.1.2 Higienização e tratamento dos frutos**

A etapa de higienização da matéria-prima tem como finalidade descartar os contaminantes, deixando a superfície da fruta limpa.

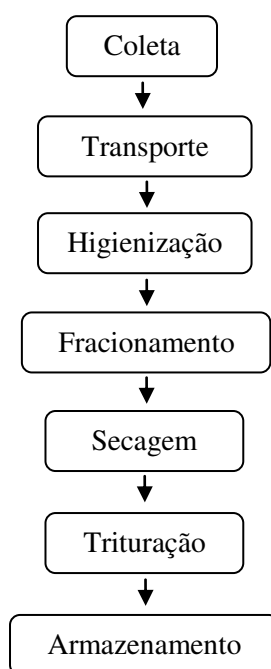
No laboratório, os frutos foram acondicionados em bandejas de PVC e higienizados utilizando-se água corrente, sendo secos com papel toalha para retirada do excesso de umidade. Em seguida, foram descascados com faca inox (Tramontina) para posterior secagem, sendo aproveitadas somente as cascas.

As frações foram divididas em:

- a) Casca de umbu maduro;
- b) Casca de umbu “de vez”.

Ambas as frações foram secas separadamente em estufa (Biopar modelo S250BA) a 60°C até peso constante. Após secagem, as cascas foram trituradas separadamente em liquidificador industrial (Skymesen modelo TA-02), até obtenção das farinhas, as quais foram armazenadas separadamente em recipientes de vidro fechados devidamente etiquetados. As etapas do processamento para obtenção da farinha da casca de umbu estão descritas na **Figura 10**.

**FIGURA 10.** Fluxograma do processamento da casca do umbu



## 4.2 MÉTODOS

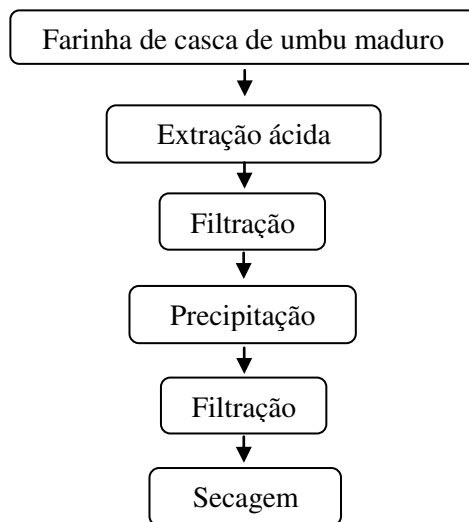
As amostras das farinhas foram submetidas à análise química, seguindo-se duas metodologias distintas, descritas a seguir:

### 4.2.1 Extração de pectinas de casca de umbu (*Spondias tuberosa*) sob diferentes estádios fisiológicos de maturação (“de vez” e maduro) e de concentrações de ácido cítrico (5,0%; 6,0% e 7,0%)

A pectina foi extraída em meio ácido, com ácido cítrico, adaptando-se a metodologia utilizada por Munhoz; Sanjinez-Argandona; Soares Junior (2010) para extração de pectina de goiaba desidratada. O procedimento para extração de pectina de umbu (*Spondias tuberosa*)

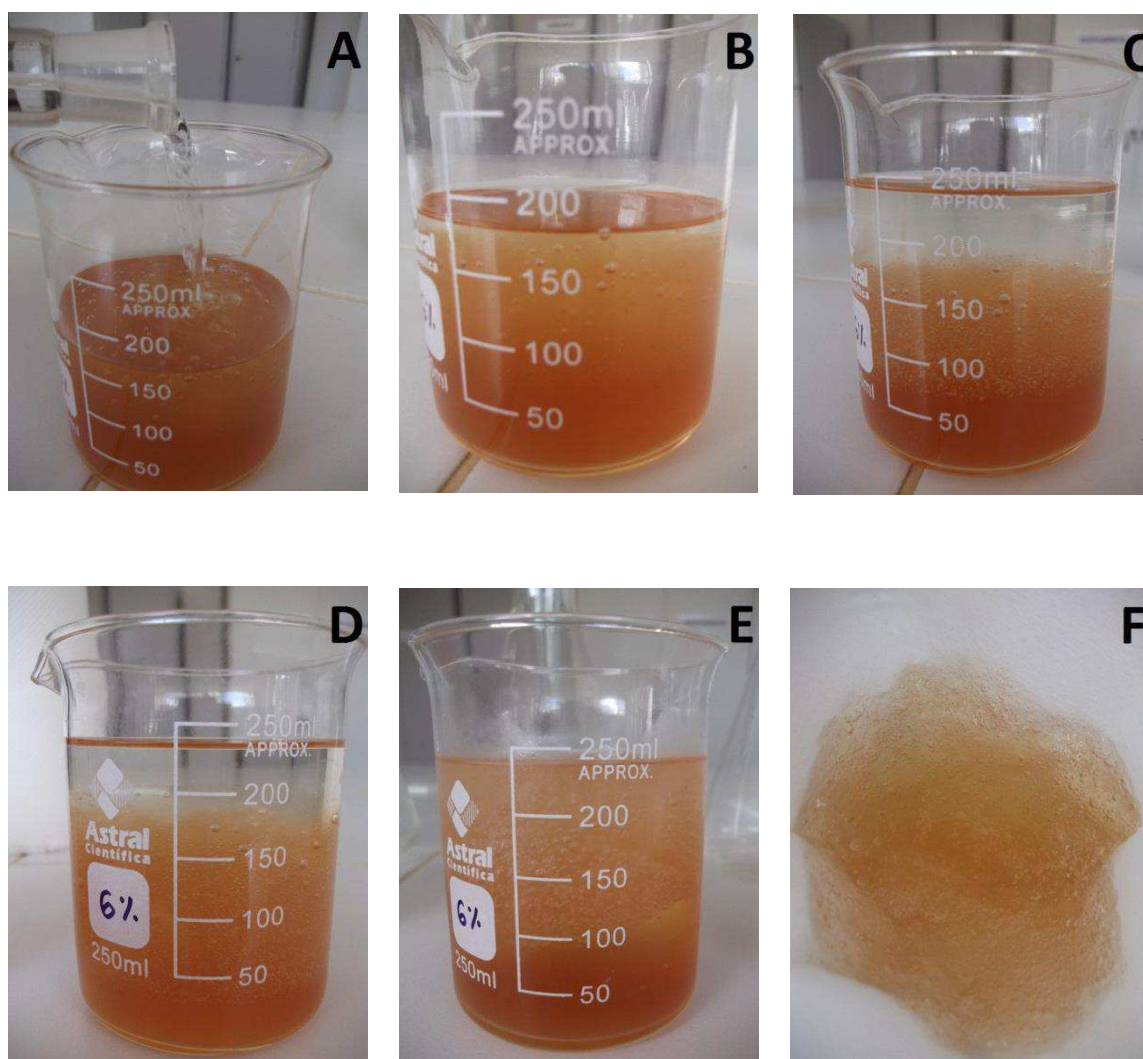
foi realizado com a farinha da casca de umbu “de vez” e maduro. As etapas do processo para a extração de pectinas de umbu em meio ácido encontra-se descrito na **Figura 11**.

**FIGURA 11:** Fluxograma do processo de extração de pectinas de umbu em meio ácido.



Inicialmente utilizou-se para cada 2g de farinha, 100 ml de ácido cítrico sob diferentes concentrações (5,0%; 6,0% e 7,0%). As extrações foram realizadas em triplicatas para cada concentração de ácido cítrico, à temperatura constante de 80°C em banho Maria (Solab), com duração de 80 minutos cada extração. Após a extração ácida, as amostras foram resfriadas em geladeira a 5°C por duas horas. Em seguida, foram filtradas em tecido de nylon, sendo descartado o resíduo. Ao filtrado, contendo pectina, foi adicionado álcool etílico (95%) na proporção 1:2 (uma parte de solução de pectina e duas partes de álcool) e deixado em repouso a 5°C na geladeira por duas horas. Após este período, houve a separação da pectina na forma de precipitado, sendo separada por filtração em filtro de papel (**Figura 12**). Os filtros com as pectinas foram secos em estufa de secagem a 60°C até peso constante.

**FIGURA 12.** Separação da pectina: adição de etanol (foto A), separação da pectina na forma de precipitado (fotos B, C, D e E), filtração das pectinas (foto F).



#### 4.2.2 Extração de pectinas de umbu maduro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam) em meios aquosos e ácidos.

A pectina foi extraída em meios aquoso e ácido, utilizando-se água destilada e ácido cítrico, respectivamente, adaptando-se a metodologia utilizada por Santos et al. (2009) para extração de pectinas de frutos de gabioba (*Campomanesia xanthocarpa* B.). O procedimento para extração de pectina de umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) foi realizado com a farinha da casca de umbu maduro.

##### 4.2.2.1 Pré-tratamento: Extração de açúcares solúveis



Inicialmente, utilizou-se 100 ml de álcool etílico 95% para cada 10g de farinha da casca de umbu maduro, objetivando-se a extração de açúcares solúveis. A extração foi realizada em duplicata em béqueres de 250 ml (Astral Científica), sob temperatura ambiente (28°C) por 30 minutos, obtendo-se após filtração, os resíduos insolúveis em álcool (RIA) que foram nomeados: R1 e R2 respectivamente, materiais de partida para as extrações sequenciais de pectina.

Os respectivos resíduos (R1 e R2) foram secos em estufa (Biopar modelo S250BA) a 60°C até peso constante.

#### **4.2.2.2 Extração de pectinas com água destilada**

As extrações aquosas foram realizadas utilizando-se os resíduos R1 e R2. Os respectivos resíduos foram dissolvidos, cada um, em 200 ml de água destilada, sob agitação em agitador magnético com aquecimento (Solab modelo SL91), durante 24 horas à temperatura de 30°C.

Após extração aquosa, o material foi filtrado em tecido de nylon. Para que as pectinas fossem precipitadas, ao material filtrado foi acrescentado álcool etílico 95% na proporção 1:2 (uma parte de solução de pectina e duas partes de álcool) e colocado na geladeira a 5°C por 24h onde, após este período, houve a separação da pectina na forma de precipitado, sendo este, filtrado em filtro de papel e seco em estufa a 60°C até peso constante, obtendo-se os extratos E1 e E2 ricos em pectina. Os resíduos provenientes da extração aquosa que foram denominados de R1.1 e R2.1 respectivamente, foram secos em estufa até peso constante, para prosseguir com a extração ácida.

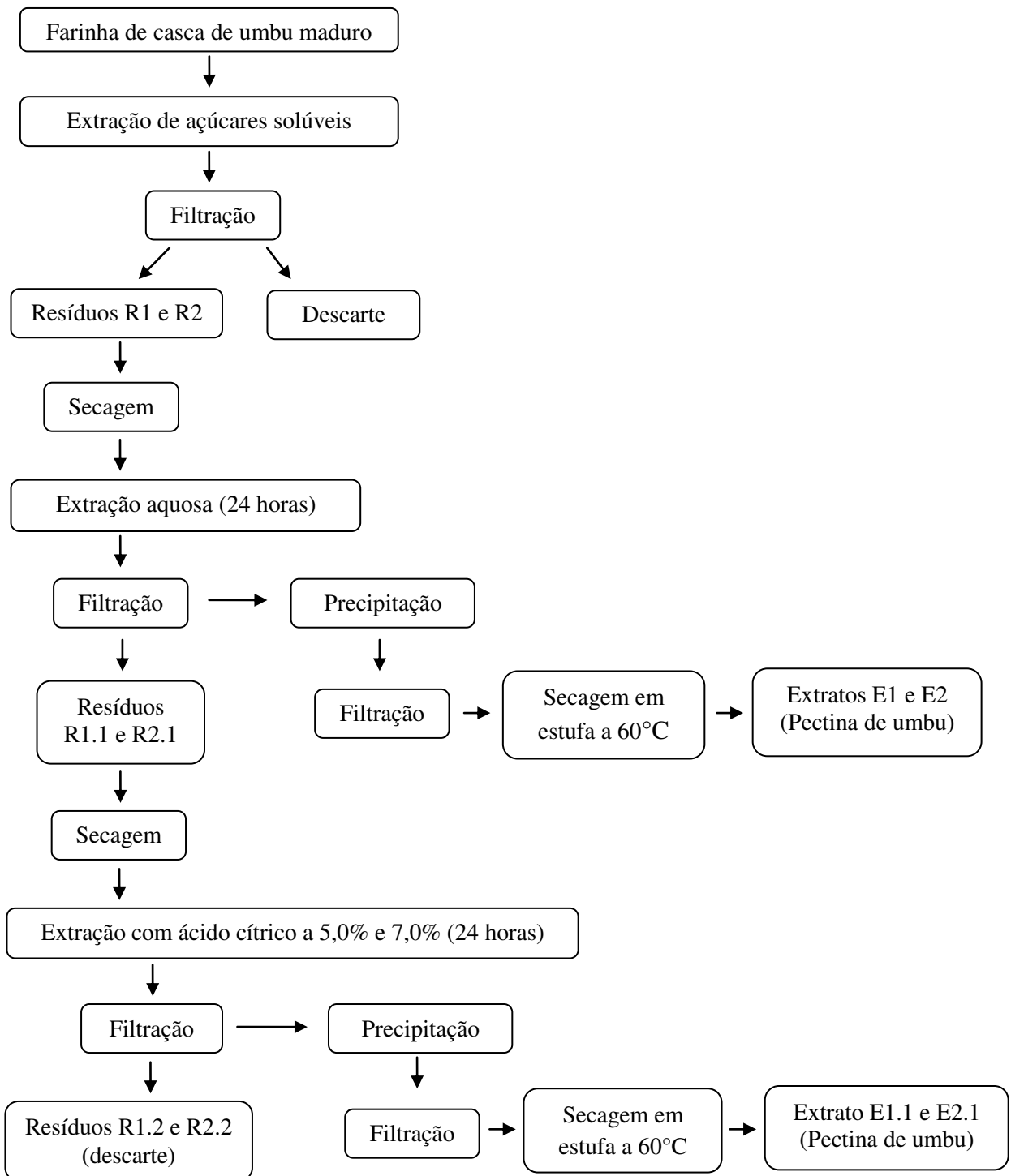
#### **4.2.2.3 Extração de pectinas com ácido cítrico**

Foi realizada utilizando-se os resíduos R1.1 e R2.1 dissolvidos cada um, em 200 ml de ácido cítrico sob duas concentrações, 5,0% e 7,0%, (resíduos R1.1 e R2.1, respectivamente), sob agitação em agitador magnético com aquecimento (Solab modelo SL91), durante 24 horas à temperatura de 30°C. Após extração ácida, o material foi filtrado em tecido de nylon. Ao material filtrado foi acrescentado álcool etílico 95% na proporção 1:2 (uma parte de solução de pectina e duas partes de álcool) e colocado na geladeira a 5°C por 24h. Os precipitados contendo pectinas foram filtrados em filtros de papel e secos em estufa a 60°C até peso constante obtendo-se os extratos E1.1 e E2.1, ambos ricos em pectinas. Os resíduos

provenientes da extração ácida (R1.2 e R2.2 respectivamente) foram secos em estufa até peso constante, sendo em seguida, descartados.

Todo o processo para a extração de pectinas de umbu em meios aquoso e ácido encontra-se descrito na **Figura 13**.

**FIGURA 13:** Fluxograma do processo de extração de pectinas de umbu em meios aquoso e ácido.



## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 RENDIMENTOS DA EXTRAÇÃO DE PECTINA EM DIFERENTES MEIOS

O umbu é bastante aproveitado para a fabricação de doces e geléias, entre outros produtos, indicando assim, a presença de pectinas, sendo esse um dos fatores que motivou a análise das pectinas da casca deste fruto.

Os rendimentos médios de pectina extraída das farinhas da casca de umbu maduro e de umbu “de vez” podem ser observados a seguir, de acordo com cada metodologia adotada.

#### 5.1.1 Rendimento médio de pectina de umbu (maduro e “de vez”) extraída em meio ácido

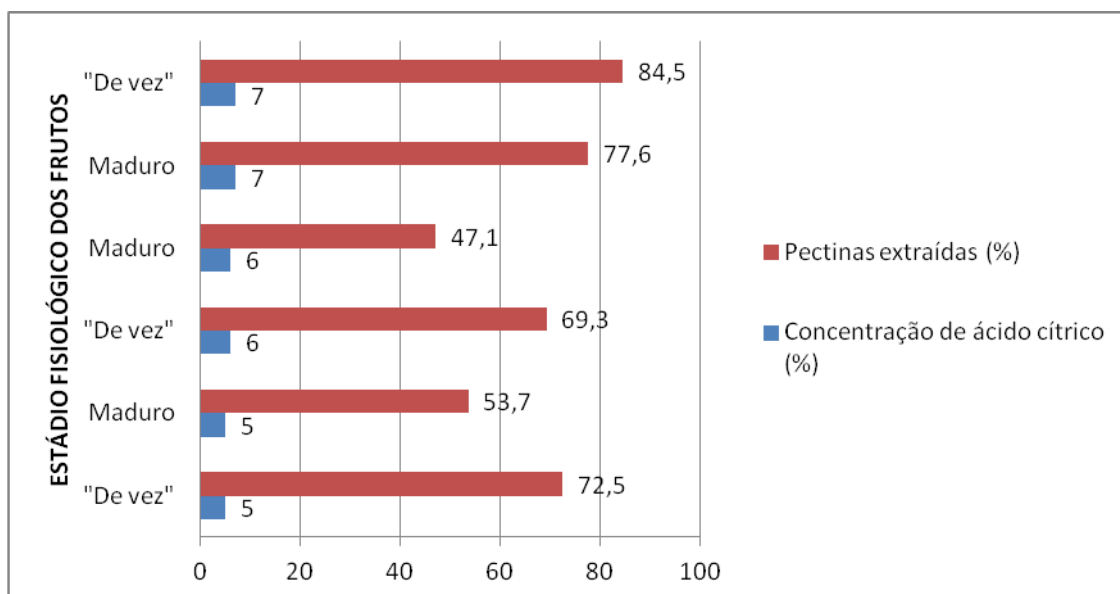
Na **Tabela 1**, encontram-se descritos os rendimentos médios das extrações ácidas de pectina de umbu nos seus diferentes estádios fisiológicos de maturação. Observa-se que, os resultados das extrações de pectinas a partir da farinha da casca do umbu em estágio “de vez” apresentaram rendimentos maiores de pectinas em relação às extrações realizadas com a farinha da casca do umbu maduro.

**TABELA 1.** Rendimento médio de pectinas de casca de umbu, em diferentes estádios fisiológicos de maturação e de concentrações de ácido cítrico.

| Peso inicial | Estádio de maturação dos frutos | Ácido cítrico (%) | Pectinas extraídas (%) |
|--------------|---------------------------------|-------------------|------------------------|
| 2g           | Maduro                          | 5                 | 53,7 ±                 |
| 2g           | "De vez"                        | 5                 | 72,5 ±                 |
| 2g           | Maduro                          | 6                 | 47,1 ±                 |
| 2g           | "De vez"                        | 6                 | 69,3 ±                 |
| 2g           | Maduro                          | 7                 | 77,6 ±                 |
| 2g           | "De vez"                        | 7                 | 84,5 ±                 |

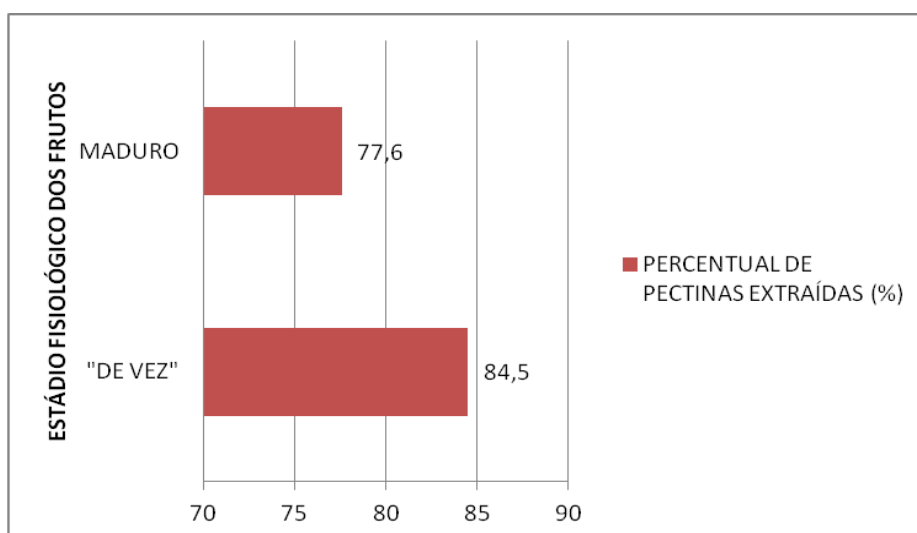
O rendimento médio de pectina extraída da farinha da casca de umbu maduro variou entre 53,7% e 77,6%. Enquanto que, o rendimento de pectina a partir da farinha da casca do umbu “de vez” variou entre 72,5 e 84,5% como podemos observar na **Figura 14**.

**FIGURA 14.** Comparação entre os rendimentos de pectinas de casca de umbu, em diferentes estádios fisiológicos de maturação e de concentrações de ácido cítrico.



Foi observado nos dois procedimentos utilizados, o maior rendimento de pectina na extração com ácido cítrico a 7,0% obtendo-se respectivamente, a partir da quantidade inicial do material biológico utilizado, 77,6% de pectina extraída a partir da farinha da casca de umbu maduro e, 84,5% de pectina de umbu “de vez” (**Figura 15**)

**FIGURA 15.** Resultado do rendimento da extração de pectinas a partir da casca de umbu maduro e “de vez”



Estes valores apresentam-se acima da média, sugerindo-se que, não apenas pectinas foram extraídas da casca do umbu, como também outros compostos. No entanto, não foram encontrados na literatura valores de referência que comprovem esses valores máximos de

77,6% e 84,5% de rendimentos, como esses encontrados na extração de pectina a partir da farinha da casca do umbu.

### 5.1.2 Rendimento médio de pectina de umbu maduro extraída em meios aquoso e ácido

O etanol foi utilizado como pré-tratamento para a extração de pectinas, extraindo-se os açúcares solúveis que possivelmente poderiam influenciar no peso seco final das pectinas.

O rendimento médio de pectina extraída em meio aquoso variou entre 20,8% e 21,1%, como pode ser observado na **Tabela 2**.

**TABELA 2.** Resultado da extração de pectinas de casca de umbu maduro em meio aquoso.

| Extratos | Pectinas extraídas (%) |
|----------|------------------------|
| E1       | 20,8 ±                 |
| E2       | 21,1 ±                 |

Possivelmente a maior quantidade de material extraído em meio aquoso, dar-se devido à liberação de hemiceluloses não fortemente ligadas a parede celular da casca do umbu, sendo neste caso a quantidade de pectinas inferior se comparada ao resultado da extração em meio ácido.

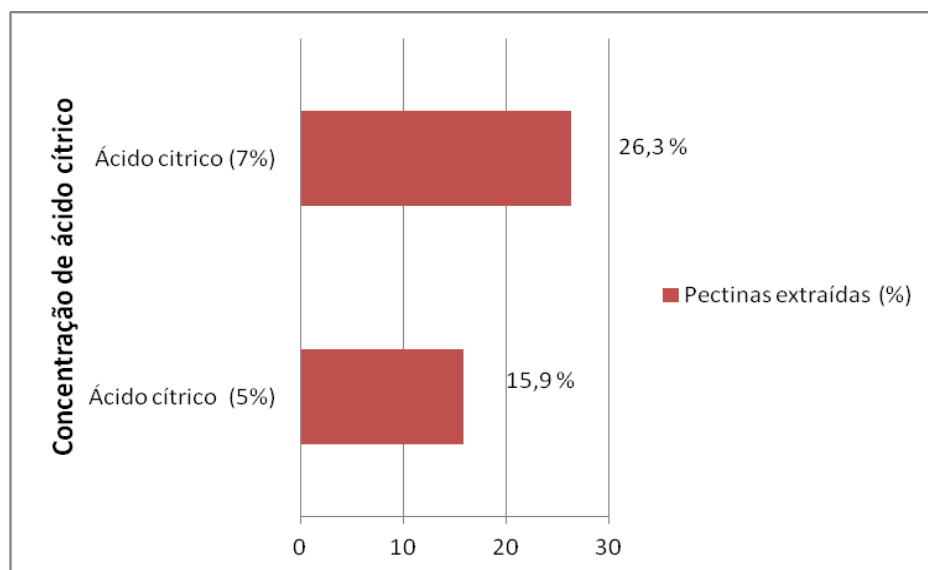
No entanto, o rendimento médio de pectina extraída com ácido cítrico variou entre 15,9% e 26,3% nos estratos E1-A e E2-A, respectivamente como podemos observar na **Tabela 3**.

**TABELA 3.** Resultado da extração de pectinas de casca de umbu maduro com ácido cítrico a 5,0 % e 7,0%.

| Extrato | Ácido cítrico (%) | Pectinas extraídas (%) |
|---------|-------------------|------------------------|
| E1-A    | 5                 | 15,9 ±                 |
| E1-B    | 7                 | 26,3 ±                 |

Foi observado que o rendimento de pectina na extração com ácido cítrico a 7,0% apresentou o melhor resultado, como mostra a **Figura 16**.

**FIGURA 16.** Resultado do rendimento de pectinas de umbu extraída sob diferentes concentrações de ácido cítrico.

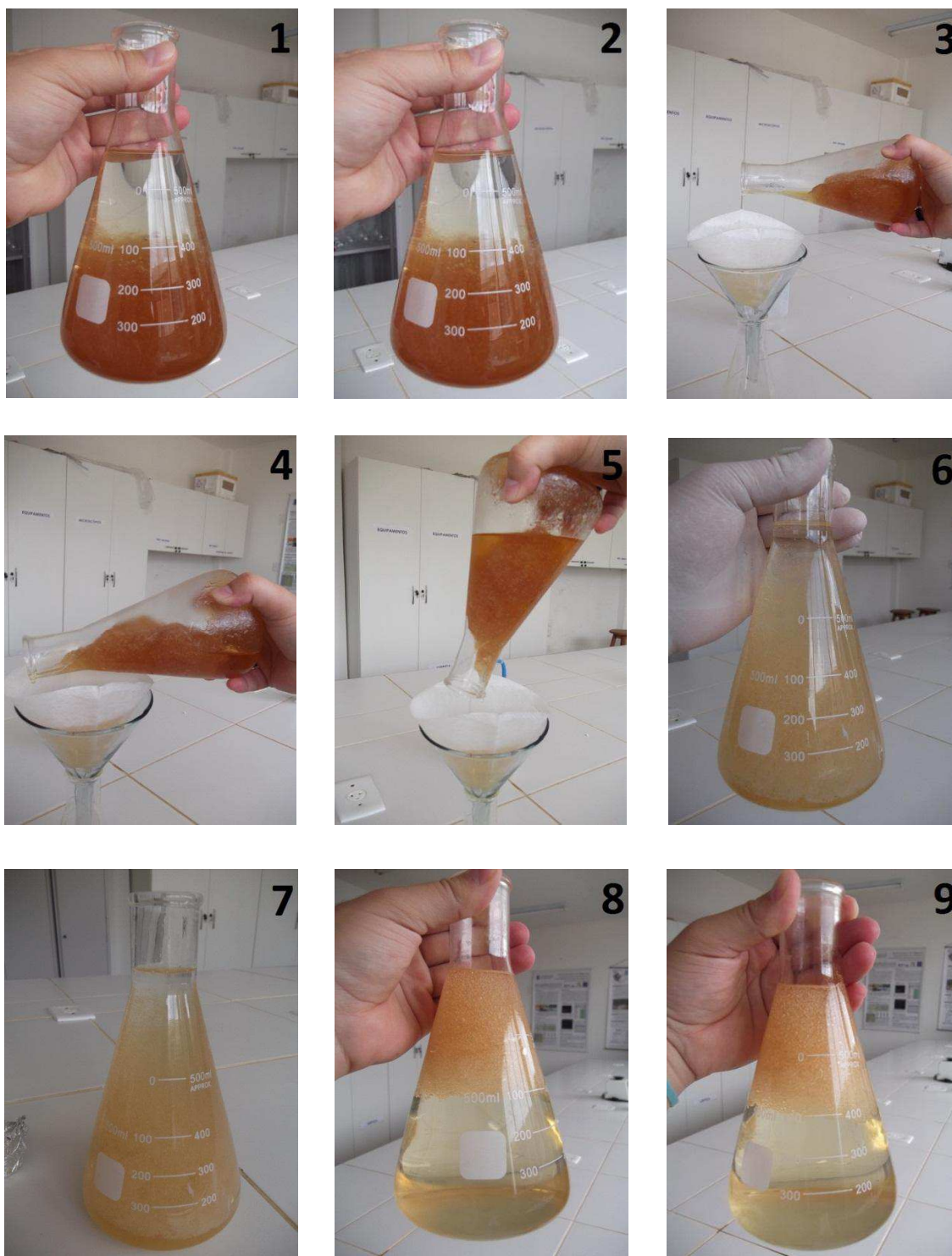


Observamos que o maior rendimento de pectina de umbu foi obtido nas extrações utilizando-se a concentração de ácido cítrico a 7,0%, o que corrobora dados da literatura que relatam que a melhor concentração de ácido cítrico para extração de pectinas é de 7,0% (MUNHOZ; SANJINEZ-ARGANDONA; SOARES JUNIOR, 2010).

A extração ácida oferece maiores rendimentos de pectinas, devido às mesmas serem carboidratos carregados e de fácil extração em meio ácido.

No que se refere à coloração das pectinas, observamos que aquelas que foram extraídas em meio ácido apresentam uma coloração mais clara, como pode ser observado na **Figura 17**.

**FIGURA 17.** Separação da pectina na forma de precipitado a partir da extração em meios aquoso e ácido. Precipitação da pectina extraída em meio aquoso (fotos 1 e 2) e filtração (fotos 3, 4 e 5); precipitação da pectina extraída em meio ácido (fotos 6, 7, 8 e 9).



Isso se deve ao fato de que a extração em meio ácido foi realizada a partir do resíduo proveniente da extração aquosa, onde muitos compostos já haviam sido removidos, resultando numa amostra mais pura.

Segundo Kalapathy & Proctor (2001), os fatores: concentração de ácido cítrico, tempo e temperatura influenciam no processo de extração de pectinas, apresentando assim, efeito positivo no seu rendimento. O longo tempo de extração pode favorecer a degradação da molécula de pectina, principalmente quando associada à alta concentração de ácido.

Santos et al. (2009) relataram um procedimento de extração ácida de pectina a partir de frutos de *Campomanesia xanthocarpa* B. (Gabiroba), onde foi realizado um pré-tratamento da polpa destes frutos, submetendo-as à inativação enzimática com etanol, obtendo-se o resíduo insolúvel em álcool, que serviu de material de partida para as extrações sequenciais de pectina com água e ácido cítrico, onde os melhores resultados de rendimento de pectina foram observados na extração com ácido cítrico, apresentando um percentual de 21% de pectinas extraídas, indicando que a maior parte do material pécico do fruto encontra-se na forma de protopectina, a qual é insolúvel em água.

Em relação às extrações de pectinas realizadas a partir da farinha da casca do umbu em diferentes estádios fisiológicos de maturação, podemos afirmar que existe uma possível diferença entre as quantidades de pectinas extraídas a partir de frutos “de vez” e maduros do umbu.



## 6. CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos neste trabalho, conclui-se a importância do estudo dos resíduos gerados pelo umbu, que em sua maior parte é desperdiçada.

O processo de extração de pectina da farinha da casca de umbu com ácido cítrico e precipitação alcoólica, apresentou rendimentos acima de 15%. As melhores condições de extração foram: concentração de ácido cítrico de 7,0% e tempo de extração de 24 horas.

A partir dos dados obtidos em nossos experimentos, sugerimos que para a extração de pectinas de casca de umbu a melhor metodologia a ser adotada é a de extração em meios aquoso e ácido, com pré-tratamento com etanol e tempo de extração de 24 horas; e que a melhor concentração de ácido cítrico seja de 7,0%.

Uma vez descrita a metodologia de extração de pectinas para os frutos de umbu, poder-se-á no futuro, aprofundar-se alguns estudos qualitativos referentes ao tema proposto, como por exemplo, a análise da estrutura química dessas pectinas.

## 7. REFERENCIAS

ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP II 2009. *Anacardiaceae*. Disponível em: <<http://www.mobot.org/mobot/research/APweb/>>. Acesso em 08 jun. 2012.

ARAÚJO, F. P.; NETO, M. T. C. **Influência de fatores fisiológicos de plantas-matrizes e de épocas do ano no pegamento de diferentes métodos de enxertia do umbuzeiro**. Revista Brasileira de Fruticultura 24(3): p.752-755, 2002.

BARRERA, et al. **Effect of pectins on the gelling properties of surimi from silver carp**. Food Hydrocolloids, v.16, p.441-447, 2002.

BARROSO, G.M. *et al.* **Sistemática das Angiospermas do Brasil**. 2ª. ed. v. 1. Editora UFV, Viçosa, MG, p. 309, 2002.

BATES, R. P.; Morris, J. R. & Crandal, P. G. *Agricult. Serv. Bul. FAO*, 146, p.25 (2001).

BOBBIO, F.O.; BOBBIO, P.A. **Introdução a Química de Alimentos**. 2ª Ed. São Paulo: Livraria Varela, 231p, 1989.

BRAVERMAN, J. B. S.; BERK, Z. -“**Braverman’s Introduction to the Biochemistry of Foods**”.Elsevier, New York, 1976.

CANTERI, Maria H. G. et al.. **Pectina: da matéria-prima ao produto final**. Polímeros (São Carlos. Impresso), v. 22, p. 1-9, 2012.

CHEFTEL, J. C.; CHEFTEL H. **Introducción a la Bioquímica y Tecnología de los Alimentos**. Zaragoza: Ed. Acribia, 333p, 1976.

CHRISTENSEN, S. H. - “**Pectins**”, *in*: Food Hydrocolloids, Glicksman M. (ed.), CRC Press, Florida (1984).

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

CRISTENSEN, S.H. **Pectins**. *In*: GLICKSMAN, Martin (Ed.). Food Hydrocolloids. Boca Raton: CRC Press. v.3. p.205-230, 1986.

CRONQUIST, A. **Na integrated system of classification of flowering plants**. New York: New York Botanical Garden, Columbia University Press, 1981.

CRUESS, W. V. **Produtos industriais de frutas e hortaliças**. São Paulo, Edgar Blucher, 1973.

ENDRESS, H. U. - “**Nonfood uses of pectin**”, *in*: Walter R. & Taylor, S. (ed.), Academic Press, New York (1991).

EPSTEIN, L. **A riqueza do umbuzeiro**. Comunicações Revista Bahia Agrícola. v.2, n.3, p.31-34, 1998.

FERREIRA, et al. **Frutíferas**. In: SAMPAIO, E. V. S. B. et al. Espécies da Flora Nordestina de Importância Econômica Potencial. Recife: Associação Plantas do Nordeste, 2005. 331p.

Fatos e Fotos da Caatinga. **Detalhes dos xilopódios do umbuzeiro**. Disponível em: <<http://fatosefotosdacaatinga.blogspot.com.br/2007/04/detalhes-dos-xilopodios-do-imbuzero.html>> . Acesso em: 24 de jul. 2012

FLORENCIO, I. M. *et al.* **Utilização de fibras solúveis** (Quitossana e pectina cítrica) **na redução do impacto ambiental causado pelo soro de queijo**. 1º Congresso Norte-Nordeste de Química; Natal-RN, 1-2, 2007.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Ecosistemas brasileiros: Caatinga** – 2012. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/ecossistemas/caatinga.htm>> Acesso em 05 jun. 2012.

Instituto Regional da Pequena Agropecuária Apropriada – IRPAA. **Flora da Caatinga**. Disponível em: <<http://www.irpaa.org/galeria/1>>. Acesso em: 22 de jul. 2012.

KALAPATHY, U.; PROCTOR, A. **Effect of acid extraction and alcohol precipitation conditions on the yield and purity of soy hull pectin**. Food Chemistry, v. 73, n. 4, p. 393-396, 2001.

LICODIEDOFF, Silvia. **Influência do teor de pectinas comerciais nas características físico-químicas e sensoriais da geléia de abacaxi** (*Ananas comosus* (L.) Merrill). 2008. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

LIMA FILHO, J. M. P. **Internal water relations of umbu tree under semi-arid conditions**. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v.23, n.3, p.518-521, 2001.

LORENZI, Harri. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Ed. Plantarum, p. 26, 1992.

LORENZI, Harri. **Árvores Brasileiras**. Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas do Brasil. 2. ed., v.1, São Paulo: Plantarum, p.45, 1998.

MAIA, G.A.; OLIVEIRA, G.S.F. de O.; FIGUEIREDO, R.W. Curso de especialização em tecnologia de processamento de sucos e polpa tropicais: matérias-primas. Brasília: **ABEAS**, 1998. v.2, cap.22, p.219-224.

MAIA, G. N. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades**, 1. ed., São Paulo: D&Z Computação Gráfica e Editora, 2004.

MENDES, B.V. **Umbuzeiro** (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.): importante fruteira do semiárido. Mossoró: ESAM, 1990. p. 67 (Coleção Mossoroense, v. DLXIV).

MULTON, J. L. **Aditivos y auxiliares de fabricación en las industrias agroalimentarias**. Zaragoza: Acribia, 2000.

MUNHOZ, Cláudia. L. ; SANJINEZ-ARGANDONA, Eliane. J. ; SOARES JUNIOR, Manuel. S.. **Extração de pectina de goiaba desidratada. Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, p. 119-125, 2010.

PAGÁN, J. et al. **Extraction and characterization of pectin from stored peach pomace**. Food Research International, v. 34, n. 7, p. 605-612, 2001.

PAIVA, Emmanuela P.; LIMA, Marianne S.; PAIXÃO, José A.. **Pectina: propriedades químicas e importância sobre a estrutura da parede celular de frutos durante o processo de maturação**. In: Revista Iberoamericana de Polímero, v.10, p.196, 2009.

PRADO, E. D. **As caatingas da América do sul**. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M., SILVA, J. M. C. (Eds.) Ecologia e conservação da caatinga. Recife: UFPE, 2003. 822 p.

PROBIO EDUCAÇÃO AMBIENTAL. **Caatinga**. Disponível em: <<http://www.ecoa.unb.br/probioea/guia/index.php/caatinga/46-caatinga>> Acesso em: 22 de jul. 2012.

RAVEN, P. H. **Biologia vegetal**. 7ª edição, 2007, Editora Guanabara Koogan.

RESENDE, G. M. de; CAVALCANTI, N. de B.; DRUMOND, M. A. **Consumo de frutos do imbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda) pelos caprinos na caatinga. Agrossilvicultura (Viçosa)**, Viçosa, v. 1, n. 2, p. 203-210, 2004.

SANTOS, Marli S.. **Caracterização físico-química, extração e análise de pectinas de frutos de *Campomanesia xanthocarpa* B. (Gabirola)**. Semina. Ciências Agrárias, Londrina, v. 30, n.1 p. 104, 2009.

SIGUEMOTO, A. T. **Propriedades de pectina – Braspectina**. Anais do Simpósio sobre Hidrocoloides, 24 a 25 de abril de 1991 – Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1993.

SILVA, C.M.S.; PIRES, I.; SILVA, H. D. **Caracterização dos frutos de umbuzeiro**. Petrolina, PE: EMBRAPA-CPATSA, Boletim de Pesquisa, 34, 17p. 1987.

THIBAUT, J. F.-“*Les substances pectiques*”, in: Les polymeres vegetaux, Monties B. (ed.), Gauthier-Vilars, Paris (1980).

TURQUOIS, T.; RINAUDO, M.; TARAVEL, F.R.; HEYRAUD, A. **Extraction of highly gelling pectic substances from sugar beet pulp and potato pulp: influence of extrinsic parameters on their gelling properties**. Food Hydrocolloids, v.13, p.255-262, 1999.

VORAGEN, G. J.; PILNIK, W.; THIBAUT, J. F.; AXELOS, M. A. V. & RENARD, C. M. G. C.-“*Pectins*”, in: Food polysaccharides and their applications, cap. 10, Stephen A. M. (ed.), Marcel Dekker Inc., New York (1995).

WOSIACKI, G. & NOGUEIRA, A. - “*Suco de maçã*”, in: Venturini Filho, W. G. (ed.), Edgard Blücher, São Paulo, p.255-291 (2005).

YALPANI, M. & SANDFORD, P. A. “*Commercial Polysaccharides: recent trends and developments*”, in: Industrial polysaccharides. genetic engineering, structure/property relations and applications, Yalpani, M. (ed.) Elsevier, Amsterdam (1987).