



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE PALMAS
CURSO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

KAROLLINE RIBEIRO LIMA BECKMAM

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E EXTRAÇÃO DE PECTINA DA
FARINHA DA CASCA DE BANANA VERDE TIPO CAVENDISH (*Musa AAA*)**

PALMAS – TO

2019

KAROLINE RIBEIRO LIMA BECKMAM

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E EXTRAÇÃO DE PECTINA DA
FARINHA DA CASCA DE BANANA VERDE TIPO CAVENDISH (*Musa AAA*)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Tocantins, como parte do requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos.

Orientador: Prof. MSc. Itamar Souza Reges

PALMAS – TO

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

B397c Becknam, Karolline Ribeiro Lima .
CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E EXTRAÇÃO DE PECTINA
DA FARINHA DA CASCA DE BANANA VERDE TIPO CAVENDISH (Musa
AAA) . / Karolline Ribeiro Lima Becknam. – Palmas, TO, 2019.
43 f.

Monografia Graduação - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus
Universitário de Palmas - Curso de Engenharia de Alimentos, 2019.
Orientador: Itamar Souza Reges

1. Pectina . 2. Extração . 3. Resíduo . 4. Farinha . I. Título

CDD 664

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

“O que é nascido de Deus vence o mundo; e esta é a vitória que vence o mundo: a nossa fé”.

1João 5:4

*Dedico esse trabalho a toda a minha família
em especial a minha mãe Ivoneide e meu pai
João, e meus irmãos João Victor e Daniel, a
minha avó Iraci e também aos meus tios
Joenilton e Jubetania.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por todo amor, carinho, cuidado e benção depositados em mim durante esta jornada e todos os momentos da minha vida.

A minha família que é a base para todos os meus sonhos, por sempre depositarem em mim força, apoio, confiança, compreensão e amor. Em especial a minha mãe Ivoneide Ribeiro Lima Beckmam que é a pessoa mais importante no mundo para mim, que me ensinou a nunca desistir dos meus sonhos, e que sempre esteve me ajudada mesmo quando longe me dava força para continuar, e por todo o seu amor por mim. Ao meu pai João da Conceição Beckmam que sempre me ajudou nos momentos difíceis e que também sempre acreditou em mim. Aos meus irmãos João Victor e Daniel pelo amor e força. A todos os meus tios e primos que sempre estiveram comigo me ajudado a seguir meus sonhos e a minha avó Iraci Ribeiro Lima que mesmo com todos os seus problemas sempre ajudando a todos.

Ao meu querido orientador Professor MSc. Itamar Souza Reges, pela orientação, apoio, ensinamento e paciência, durante a elaboração desse trabalho e também a todo ensinamento durante a graduação.

Ao Professor Donizete Xavier da Silva e a Professora Cilene Mendes Reges por aceitarem avaliar esse trabalho, a UFT por proporcionar todo apoio e aprendizado, ao biólogo Douglas Martins técnico do laboratório por me ajudar nas análises e todo o ensinamento.

A todo o grupo PET- Engenharia de Alimentos, por todo conhecimento, aprendizado, amizades e momentos felizes compartilhados, ao tutor Abraham Damian Zuniga por sempre nos apoiar.

Ao grupo “Enrolados” por serem amigos tão maravilhosos que compartilharam comigo muitos momentos de alegria e que em momentos difíceis se doaram para ajudar uns aos outros.

A algumas das minhas amigas mais especiais Dafilla Yara, Milena Dourado, Doris Teixeira, Cassandra Maia, Jordana Moura, Sanmylla Eufrasio, Emycaella Marinho, Izabela Braga por todos os momentos que compartilhamos juntas e por todo apoio. Vocês são exemplos de mulheres.

Ao meu “Squad” da UFT, Eduardo Henrique, Leticia Camargo, Pedro Henrique e Rodolfo Mesquita, obrigados por serem os melhores amigos que a UFT me deu, pelo companheirismo, ensinamentos e momentos felizes que passamos juntos, mais que amigos são meus irmãos, obrigado por tudo.

RESUMO

A casca da banana utilizada em processamento industrial é um resíduo que pode trazer sérios danos ambientais se for descartado sem nenhum tratamento, como a casca de banana é rica em nutrientes, uma forma de reaproveitar seria transformando em farinha e extrair esses nutrientes. Por isso, o principal objetivo desse trabalho foi a produção de pectina a partir de farinha da casca de banana verde. A farinha foi produzida utilizando a casca da banana nanica em estágio de maturação 2. As cascas foram secas em secador de bandeja com circulação de ar a 60°C por 24 horas e posteriormente trituradas em moinhos de facas. Foi realizada análises centesimais da farinha da casca da banana verde com ênfase em determinar os teores de fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido. A farinha da casca da banana verde foi tratada quatro vezes em etanol (85%) por 20 minutos e posteriormente seca em estufa com circulação de ar a 80°C para obtenção do resíduo solúvel em álcool. A pectina foi extraída utilizando água acidificada (pH 2%) com ácido cítrico, a uma temperatura de 90°C por 3 horas, posteriormente a substancia foi filtrada, lavada em etanol absoluto e centrifugada a 4000rpm por 10 minutos, a pois a secagem em estufa a pectina foi então pesada para determinação do rendimento (6,76%) e posteriormente tratada para determinação do Grau de Esterificação. O rendimento da pectina extraída mostrou-se próximo de outros autores e o Grau de Esterificação determinou que a pectina extraída da farinha da casca da banana verde tem um alto teor de geleificação.

Palavras-chave:Banana; Pectina; Extração; Resíduo.

ABSTRACT

Banana peel used in industrial processing is a waste that can cause serious environmental damage if discarded without any treatment, as banana peel is rich in nutrients, one way to reuse would be to turn it into flour and extract these nutrients. Therefore, the main objective of this work was the production of pectin from green banana peel flour. The flour was produced using matured banana peel in maturation stage 2. The peels were dried in a tray dryer with air circulation at 60 ° C for 24 hours and then ground in knife mills. Centesimal analyzes of green banana peel flour were carried out with emphasis on the determination of neutral detergent fiber and acid detergent fiber. The green banana peel flour was treated four times in ethanol (85%) for 20 minutes and then dried in an oven with air circulation at 80 ° C to obtain the alcohol soluble residue. The pectin was extracted using acidified water (pH 2%) with citric acid at a temperature of 90 ° C for 3 hours, then the substance was filtered, washed in absolute ethanol and centrifuged at 4000 rpm for 10 minutes after drying in the greenhouse the pectin was then weighed for yield determination (6.76%) and further treated for esterification grade. The yield of the extracted pectin was close to the authors and the Degree of Esterification determined that the pectin extracted from the green banana peel flour has a high gel content.

Keywords: Banana; Pectin; Extraction; Residue.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Touceira da Bananeira

Figura 2 - Escala de VON LOESECKE, 1950.

Figura 3 - Parede Celular Vegetal

Figura 4 - Estrutura Química Completa da Pectina

Figura 5 - Bananas que Foram Utilizadas para

Figura 6 - Balança Analisadora de Umidade por Infravermelho

Figura 7 - Preparo da Farinha da Casca da Banana para Obter o RIA e Pectina

Figura 8 - Solução de Pectina Extraída pelo Ácido Cítrico

Figura 9 - Pellets de Pectina Extraída.

Figura 10 - Pectina em Pó.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Produção Brasileira de Banana por Região

Tabela 2 - Principais Estados Produtores de Banana no Brasil

Tabela 3 - Teor de Pectina em Matéria Seca de Principais Frutas Utilizadas na Extração

Tabela 4 - Fatores de Conversão de Nitrogênio Total em Proteína

Tabela 5 - Tabela de Composição Centesimal da Farinha de Banana Verde tipo Cavendish

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 - Teor de Cinzas

Equação 2 - Teor de Lipídeos

Equação 3 - Teor de Proteína

Equação 4 - Teor de Fibra Bruta

Equação 5 - Rendimento Pectina

Equação 6 - Grau de Esterificação

LISTA DE SIGLAS E SÍMBOLOS

EE - Extrato Etéreo

DE - Grau de Esterificação

ACS - American Chemical Society

ATM- Alto Teor de Metoxilação

BTM-Baixo Teor de Metoxilação

FDN - Fibra em Detergente Neutro

FDA - Fibra em Detergente Ácido

FBV – Farinha da Casca de Banana Verde

IAL - Instituto Adolfo Lutz

RIA - Resíduo Insolúvel em Álcool

FCBV - Farinha da Casca de Banana Verde

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	15
2. OBJETIVOS.....	17
2.1. Objetivo Geral.....	17
2.2. Objetivos Específicos	17
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	18
3.1. Banana (<i>Musa AAA</i>)	18
3.1.1. Principais Variedades.....	19
3.1.2. Características.....	20
3.2. A Casca da Banana.....	21
3.3. Pectina	23
3.3.1. Classificação da Pectina.....	26
3.3.2. A Gelificação da Pectina.....	26
3.3.3. Método de Extração	27
4. MATERIAIS E MÉTODOS	27
4.1. Obtenção da Farinha da Casca de Banana Verde	27
4.2. Análises Centesimais da Farinha	28
4.2.1. Umidade da Farinha de Banana.....	28
4.2.2. Teor de Cinzas	29
4.2.3. Extrato Etéreo (EE).....	30
4.2.4. Proteína Bruta.....	30
4.2.5. Fibra Bruta.....	31
4.2.6. Fibra em Detergente Neutro e Fibra em Detergente Ácido	32
4.3. Obtenção do Resíduo Insolúvel em Álcool (RIA)	32
4.4. Extração e Rendimento da Pectina.....	33

4.5. Determinação do Grau de Esterificação (DE)	36
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	36
5.1. Caracterização da Farinha da Casca de Banana Verde	36
5.2. Rendimento da Pectina Extraída	38
5.3. Grau de Esterificação da Pectina Extraída	39
6. CONCLUSÃO.....	40
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41

1. INTRODUÇÃO

A banana é uma fruta muito consumida em todo o mundo, devido seu alto valor energético e por ser um alimento rico em fibra é considerada uma das mais importantes frutas tropicais do mundo. A Índia é o maior produtor mundial de banana totalizando 26.509.096 de toneladas por área métrica de produção. A maior parte de banana cultivada na Índia é destinada ao mercado interno. A variedade mais cultivada na Índia é do subgrupo Cavendish. No processamento, 95% dessa matéria-prima é utilizada na produção de chips de banana (PRATIK.B.KAMBLE, 2017).

No Brasil a produção de banana ocupa 508 mil hectares de área produzida. Os cinco estados brasileiros com maior produção de banana são São Paulo, Bahia, Santa Catarina, Minas Gerais e Pará segundo a EMBRAPA (2018). As principais variedades cultivadas incluem banana prata, pacovan, maçã, da terra, ouro, figo e a nanica/nanicão do tipo Cavendish.

Segundo Rebello (2013) o percentual de resíduos apresentados pelas frutas é em torno de 40% do fruto, sendo que esse resíduo pode ser dividido em casca, bagaço, sementes e partes impróprias para a utilização. Esses resíduos são descartados sem nenhum tratamento próprio, tendo como alternativa a utilização para produção de ração. Uma fonte alternativa para uso de resíduos gerados no processamento de frutas é a produção de pectina comercial. Muitas vezes a casca de banana é jogada fora sem nenhum tratamento, e por ser um resíduo muito abundante devido à alta produção e utilização da fruta, estudos foram realizados a procura de alternativas para utilização desse subproduto.

A casca é o subproduto mais produzido no processamento de banana, só no Brasil são gerados cerca de 1,2 milhões de toneladas desse resíduo. Por ser muito rica em fibras estudos são desenvolvidos na utilização da casca para a produção de doces, hambúrguer, e produção de biocombustíveis. Outra alternativa é a produção de farinha da casca de banana verde, que pode ser usada como agente de absorção de corantes, ou aditivos na produção de macarrão, pães, bolos e para extração de substância pectínica (REBELLO, 2013).

Pertencente à família dos oligossacarídeos e polissacarídeos, a pectina é encontrada na parede celular de vegetais, tendo como função principal a sustentação da união da célula. O esqueleto pectínico é composto por um homopolímero de ácido

galacturônico, com grupos carboxilas metil esterificados. A pectina deve conter no mínimo 65% de ácido galacturônico em sua composição (CANTERI et al., 2011). Com o aumento da produção de pectina novas fontes de materiais pectínicos surgiram, e com isso os cuidados com a matéria-prima utilizada na extração devem ser maiores, devido ser materiais que já passaram por um processamento e que se tornam bastantes perecíveis podendo ser contaminados com bolores ou terem suas ações enzimáticas ativadas (KLIEMANN, 2006). Com a grande variedade de matéria-prima á uma diferença nas propriedades da pectina como o grau de esterificação. As pectinas são divididas em pectinas com grau de esterificação alto (ATM) que possuem grau de metoxilação superior a 50% e as pectinas com grau de metoxilação inferior a 50% que são consideradas de grau de esterificação baixo (BTM). O grau de metoxilação tem influência nas propriedades funcionais da pectina como a solubilidade, a capacidade de gelificação, as condições e a temperatura que ocorrerá a gelificação. O rendimento é caracterizado pelas condições em que a extração da pectina ocorrerá com temperatura de extração, tempo, pH e ácido utilizado (Pectinas Propriedades e Aplicações , 2014).

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho foi analisar as características físico-químicas da farinha da casca de banana tipo Cavendish com maturação “verde com traço amarelo”, e utilizar a farinha como matéria-prima para extração de pectina pelo método ácido.

2.2. Objetivos Específicos

- Obter a farinha de banana verde variedade nanica, por secagem a 60°C;
- Determinar o teor de Fibra em Detergente Neutro e Fibra em Detergente Ácido presente na farinha da casca de banana verde;
- Extrair pectina da Farinha da Casca de Banana Verde utilizando ácido cítrico;
- Determinar o rendimento de pectina extraída da Farinha da Casca de Banana Verde;
- Determinar o Grau de Esterificação da pectina extraída.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Banana (*Musa AAA*)

A banana é uma fruta bastante produzida em regiões tropicais e subtropicais devidos sua fácil adaptação a esses climas. Desse modo o Brasil por ser um país tropical, tornou-se o terceiro produtor mundial desse fruto. Estima-se que são produzidos cerca de seis milhões de toneladas ao ano, sendo a segunda fruta mais consumida pelos brasileiros, ficando atrás apenas da laranja(KHAMSUCHARIT, 2018).

A polpa da banana é o ingrediente principal para produção de doces e outros derivados, com o uso da parte comestível do fruto, gera-se um resíduo sólido a casca que é uma parte bastante energética, e que contém um teor de fibras elevado(KHAMSUCHARIT, 2018).

Segundo dados disponibilizados pelo IBGE (2004), a área total cultivada foi de 508 mil hectares no território brasileiro. A maior parte da população brasileira consome banana não só para obtenção de nutrientes, mas também como fonte de energia e complementação na dieta alimentar. Cerca de 30 kg/hab/ano é o consumo “per capita” do Brasil. Já a Índia tem a maior colheita mundial, e seu consumo per capita é de 12 kg/hab/ano devido à dimensão de sua população.

Tabela 1 - Produção Brasileira de Banana por Região

REGIÃO FISIAGRÁFICA	ÁREA COLHIDA (hac)	QUANTIDADE PRODUZIDA (ton)	PARTICIPAÇÃO NA PRODUÇÃO (%)
Nordeste	188.041	2.251.907	33,74
Sudeste	126.939	2.196.993	32,91
Sul	48.688	1.022.730	15,32
Norte	79.505	899.546	13,48
Centro-Oeste	22.261	303.924	4,55

Fonte: (EMBRAPA, 2018)

Segundo Borges et al. (2009), distribuído por todo o território nacional o cultivo da bananeira é mais abrangente na região nordestina estimando 34% da produção no país. O estado de São Paulo é o maior produtor, seguido pelo estado da Bahia, Santa Catarina, Minas Gerais e Pará(EMBRAPA, 2018).

Tabela 2 - Principais Estados Produtores de Banana no Brasil

ESTADOS	ÁREA COLHIDA (hac)	PRODUÇÃO (ton)	RENDIMENTO (ton/hac)
São Paulo	49.012	1.084.514	22,13
Bahia	72.584	866.591	11,94
Santa Catarina	29.145	712.775	24,46
Minas Gerais	41.525	685.471	16,51
Pará	43.145	514.205	11,92
Outros	230.023	2.811.544	14,34

Fonte: (EMBRAPA, 2018)

3.1.1. Principais Variedades

As variedades de banana cultivadas no Brasil são de grande abrangência, as mais difundidas são a Prata, Pacovan, Maça e da Terra, entre outras que são utilizadas apenas para o mercado interno. Outras bananas como a Nanica e Nanicão da variedade Cavendish são usadas principalmente para exportação, em escala menor são produzidas a Banana Ouro, Figo (Vermelha e Cinza) e Caru (Verde e Roxa). A banana Prata foi introduzida no país pelos portugueses devido a isso a população da região Norte e Nordeste apresentam uma maior preferência pelo seu sabor. Suas características são de pote pequeno, sabor doce e suave. Já a banana Pacovan é 40% maior que a variedade Prata e seu fruto apresenta uma leve acidez. A variedade Maça tem a casca fina e a polpa suave, é considerada a mais nobre entre os consumidores brasileiros. A variedade Nanica e Nanicão também conhecidas como banana d'água são frutos longos e curvados, sua polpa é bastante doce e são mais usadas na exportação. Banana da Terra que é bastante consumida frita ou cozida, principalmente na culinária brasileira, são frutos bem longos e sabor bem adocicado (SILVA et al., 2004).

No nordeste na região do submédio São Francisco, a produtividade média da bananeira é maior que a média nacional. As variedades do subgrupo Cavendish possuem produtividade média de 35ton/ano, Pacovan de 25ton/ano e a maçã 18ton/ano. No nordeste o cultivo da bananeira ocupa o terceiro lugar em produção ficando atrás apenas da uva e da manga. A área plantada atualmente é de 5.500 hectares, a principal variedade plantada é a Pacovan, em seguida vem o grupo Cavendish (BORGES et al., 2009).

Como foram citadas anteriormente as variedades padrões são a Prata, Maça, subgrupo Cavendish e banana da Terra, dentro dessas principais há uma ou duas variedades diferentes. A escolha de qual seja cultivada deve ser em relação ao mercado consumidor e também a finalidade que essa matéria-prima vai ter, outro fator que é bastante importante na escolha da variedade de bananeira cultivada é a sua resistência a doenças, deve-se evitar variedades que sejam susceptíveis a ataques das principais pragas e doenças da cultura (SILVA, 2004).

A nanica do subgrupo Cavendish (*Musa acuminata* Colla), que popularmente pode ser conhecida como banana d'água, anã, caturra e baba-da-china é muito importante na economia mundial, pois apresenta um grande potencial na produtividade, sendo bastante utilizada para processamento industrial, além de ser de baixo custo (OLIVEIRA, 2007).

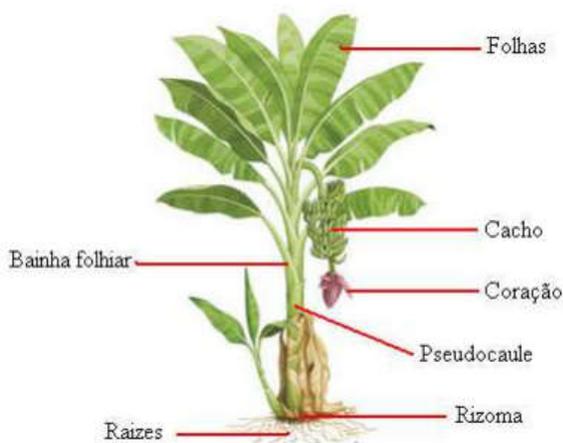
3.1.2. Características

A planta da bananeira tem características de um vegetal herbáceo completo possuindo raiz, tronco, folhas, flores, sementes e frutos. A plantação da bananeira é naturalmente por via vegetativa emitindo novos rebentos, quando se deseja a criação de novas cultivares ou híbridos o processo pode ser feito através de sementes (GONÇALVES et al., 2002).

O ciclo de vida da bananeira é bem definido onde sua fase de gestação inicia-se com a geração de um broto-rebento em outra planta. A contagem de vida inicia-se com o aparecimento ao nível do solo, a partir do crescimento forma-se uma bananeira que irá produzir um cacho, aonde os frutos irão desenvolver, amadurecer e cair. Posteriormente todas as folhas irão secar é quando a planta morre. Por ser um processo contínuo é comum que onde se apresenta uma bananeira adulta, existam outras de vários estágios de crescimento ao seu lado, esse conjunto de plantas de diferentes idades crescendo em um mesmo grupo denomina-se touceira. As touceiras são formadas por gerações da muda original conhecidas popularmente com mãe, filho e neto (GONÇALVES et al., 2002). O caule da bananeira que se encontra no subterrâneo é conhecido como rizoma, muitas pessoas confundem o caule da bananeira com o conjunto de camadas de folhas que brotam do rizoma. Esse conjunto possui coloração verde onde as folhas se apresentam uma dentro da outra é chamado

de pseudocaule. O coração também é uma parte muito importante da planta, é revestido de brácteas que são folhas transformadas que abrangem as flores, todo esse conjunto forma as touceiras representada na Figura 1 (LEITE, 2017).

Figura 1 - Touceira da Bananeira



Fonte: (LEITE, 2017)

3.2.A Casca da Banana

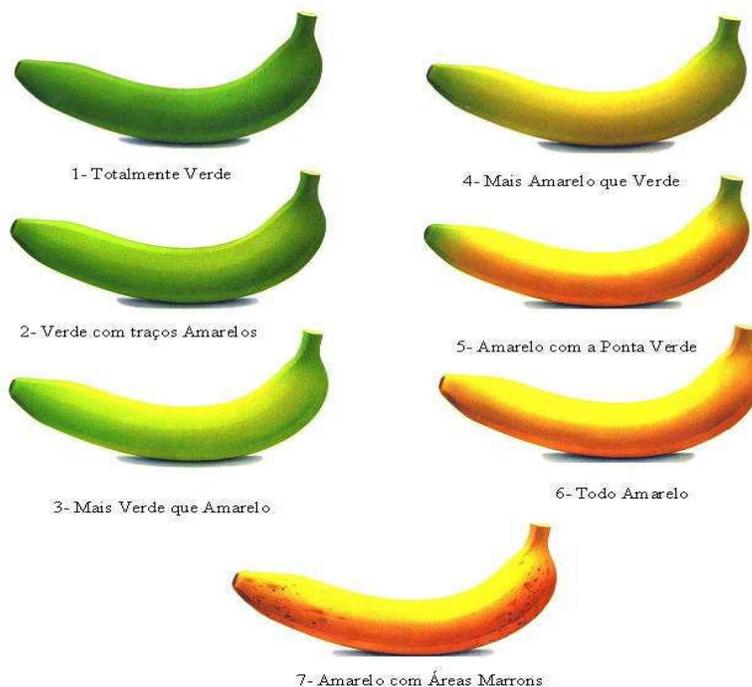
Na produção de polpa, doce e outros produtos provenientes da banana, produz-se um resíduo que é sua casca, representando cerca de 30 % de toda a fruta madura. Esse resíduo é descartado em grande quantidade na natureza. Apesar de ser um resíduo biológico, ainda não existe aplicação industrial para as cascas descartadas, podendo ser utilizada de forma direta na produção de adubo ou ração animal, devido á isso é de grande importância para as indústrias de alimentos, encontrar alternativas viáveis (REBELLO, 2013).

Só no Brasil é gerado cerca de 1,2 milhões de toneladas de casca de banana, assim é de grande relevância a aplicabilidade desse resíduo, pois se trata de uma fruta mundialmente conhecida. Algumas pesquisas já foram realizadas para utilização desse subproduto na produção de doces, hambúrguer enriquecidos de fibras, produção de álcool, gás e etanol. Da casca da banana pode-se produzir a farinha, um subproduto que pode ser usado como bioissorvente de metais pesados, purificação da água, agente

de absorção de corantes básicos, pode ser utilizada como aditivo à massa de macarrão, extração de pectina entre outros (REBELLO, 2013).

Outro fator importante desse subproduto é a determinação da maturação do fruto que é feita normalmente pela comparação da cor da casca da banana como na Figura 2, já padronizada. A cor da casca apresenta uma correlação com a conversão de amido em açúcar, no sabor do fruto e características da textura da polpa. Por tanto foi determinada relações entre o brilho e alguns parâmetros da banana com relação à coloração de sua casca, verificando-se o brilho apresentado como indicador do estágio de maturação proporcionado pelo fruto (OLIVEIRA, 2007).

Figura 2 - Escala de VON LOESECKE, 1950.



Fonte: (FERNANDES, 2011)

A coloração da casca da banana é também usada para antecipar a vida útil na distribuição comercial do produto e a textura que é uma parte importante na qualidade para o consumo. Com o aparecimento da cor amarela na casca, a polpa vai de um branco opaco, devido seu alto teor de amido para um suave amarelo (OLIVEIRA, 2007).

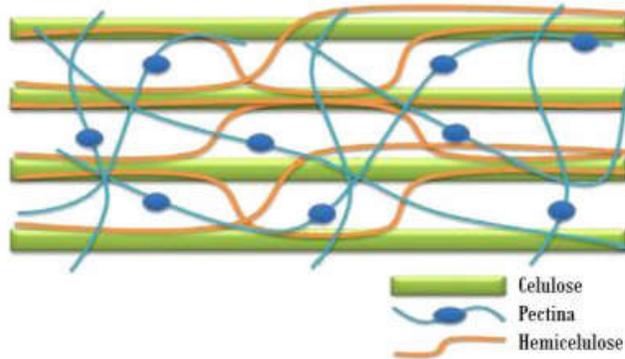
Nas variedades do subgrupo Cavendish, a síntese do açúcar e a hidrólise do amido é normalmente concluído no estágio final de maturação, já em outras variedades, essas ações são mais lentos e terão seguimento quando a fruta estiver muito madura. Uma pesquisa feita com banana Nanica e a banana Prata revelam que a ação de maturação é diferente entre ambas as variedades. Em bananas do subgrupo Cavendish a coloração e a textura incidem gradativamente durante o armazenamento, já na banana Prata o processo mostra-se desigual, pois as modificações em tais características acontecem próximo ao final da estocagem (OLIVEIRA, 2007).

3.3.Pectina

A história da pectina se inicia em meados de 1908 na Alemanha com a obtenção do primeiro extrato líquido da substância. Posteriormente o Estados Unidos adotou o processo onde foi patenteada por Douglas (US Pat. 1.082,682,1913). No início do século XX a produção de pectina se desenvolveu aos poucos na Europa, utilizando como matéria prima a maçã. Em seguida na Califórnia surgiu a primeira fábrica de pectina cítrica (CANTERI et al., 2011). A produção comercial teve começo com a utilização de bagaço de maçã como subproduto descartado em indústrias de produção de sucos. Após alguns anos, 60% da produção de pectina no mundo era oriundo de bagaço cítrico, por ser um resíduo muito gerado na produção de sucos. A produção de pectina no Brasil iniciou-se em 1954, em Limeira cidade do estado de São Paulo. A produção de pectina continua até os dias atuais, tornando-se a maior produtora de pectina cítrica do mundo (CANTERI et al., 2011).

Segundo Kliemann (2006) são consumido 18 a 19 mil toneladas de pectina no mundo, estudos mostram que a pectina diminui os níveis plasmáticos de colesterol e ajuda regular a glicose sanguínea. Os alimentos que possuem pectinas tem um alto teor de fibras solúveis e devido a isso há um aumento do consumo desses alimentos. A variação do teor de pectina ocorre devido ao tipo de tecido das plantas, e os alimentos que mais se destacam em fonte dessa fibra são a maçã, beterraba e girassol, já o teor de pectina em frutas cítricas ou outras frutas diferentes das citadas anteriormente a variação desse teor de pectina ocorre devido a alguns fatores como solo, clima, temperatura entre outros, e também o método de extração e a maturação do fruto utilizado para tal.

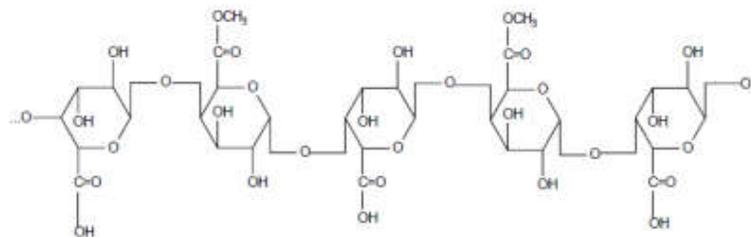
Figura 3 - Parede Celular Vegetal



Fonte: (PAGNONCELI, 2018)

As pectinas são classificadas como polissacarídeos complexos que fazem parte das estruturas da parede celular dos vegetais como mostra a Figura 3, tendo importância no crescimento, desenvolvimento e proteção do vegetal. A ligação covalente entre pectina, celulose e hemicelulose forma a protopectina, sua principal função é a sustentação da união da célula. Insolúvel em água, mas quando em contato com soluções ácidas a protopectina é separada permitindo a liberação da pectina. A pectina tem sua estrutura química como mostra a Figura 4, formada de uma cadeia linear principal composta de várias unidades de ácido D-galacturônico que estão unidos covalentemente de ligações $\alpha(1,4)$, que forma a cadeia poligalacturônica. Os grupos carboxílicos dessa cadeia apresentam unidades de L-ramnose por meio de ligações $\alpha(1,2)$, que se encontram ligadas a cadeias laterais, formadas por 15 açúcares neutros, principalmente as unidades de galactose e arabinose(REBELLO, 2013).

Figura 4 - Estrutura Química Completa da Pectina



Fonte: (MLYNARCZUK, 2013)

O teor de pectina presente em cada matéria-prima varia de acordo com a botânica do produto vegetal, os mais utilizados como subproduto nas indústrias são: bagaço de maçã albedo cítrico, polpa de beterraba e girassol, pois possui um teor de pectina superior a 15% em matéria seca. Podemos observar valores de pectina para alguns frutos de acordo com a Tabela 3. A extração nessas indústrias ocorre com adição de meio ácido em alta temperatura. Segundo Canteri et al., (2011) menciona que, por haver uma grande variedade de matéria-prima utilizada na extração há a influência do subproduto no poder de formação de gel da pectina. A pectina comercial pode ser classificada como alta metoxilação, quando o percentual de grau de esterificação é superior a 50%, ou de metoxilação baixa quando o Grau de Esterificação é inferior a 45%.

Tabela 3 - Teor de Pectina em Matéria Seca de Principais Frutas Utilizadas na Extração

FRUTO	TEOR DE PECTINA (% MS)
Maçã	4-7
Bagaço da maçã	15-20
Albedo cítrico	30-35
Bagaço da beterraba	15-20
Cenoura	10
Tomate	3

Fonte: (CANTERI et al, 2011) com alterações.

Na indústria as substâncias pécnicas aumentam a viscosidade e agem como colóides estabilizantes e protetores em alimentos, podendo ser usadas na produção de doces, geleias, bebidas e sucos de fruta concentrados entre outros. Outro objetivo desse produto é a prevenção de flotação em alimentos que usam frutas no seu preparo, em estabilidade em produtos panificados, estabilidade proteica, maciez, textura, aumento de volume e o controle da sinérese. Na indústria farmacêutica, são considerados fonte de fibra dietética, e o grupo de polissacarídeos não-amiláceos, com gomas, hemiceluloses e entre outros (CANTERI et al., 2011). A prática de extração de pectina apresenta uma grande alternativa visando minimizar o descarte desse resíduo sólido de grande abundância descartado na natureza.

3.3.1. Classificação da Pectina

No ano de 1944 a ACS (American Chemical Society) classificou em quatro categorias as substâncias pectínicas (ZANELLA, 2013):

- **Ácidos Pécnicos:** que são os ácidos poligalacturônicos que possuem cadeias longas com a ausência ou a presença de apenas pequeno grupo de metil éster em sua cadeia;
- **Ácidos Pectínicos:** possui em sua composição uma quantidade maior de ácidos poligalacturônicos, que os encontrados nos ácidos pécnicos;
- **Protopectina:** a protopectina é o termo usado para a pectina insolúvel em água encontrada nas plantas, ou seja, é a forma natural da pectina, quando associada à celulose, hemicelulose e lignina. Quando a protopectina é hidrolisada os ácidos pectínicos podem se formar;
- **Pectina:** são ácidos pectínicos que possuem um teor variável de metil éster, que em condições adequadas formam géis.

3.3.2. A Gelificação da Pectina

A formação de uma estrutura tridimensional é desencadeada a partir de uma associação entre cadeias de pectinas. Essa estrutura são tramas largas de sequências regulares, onde duas ou mais tramas são mutuamente sobrepostas uma a outra promovendo sua interação, que quando incorporada a ramnose e ramificação na cadeia podem ser interrompidas. Quando o polímero é totalmente dissolvido através de condições físicas ou químicas que diminuem a solubilidade da pectina proporcionando a cristalização local é quando ocorre a formação de gel. A temperatura é um dos fatores mais importantes na formação de gel. Quando uma solução quente que contém pectina é resfriada, os movimentos térmicos das moléculas tornassem menores, aumentando a formação de uma rede de gel. Todo sistema que possui pectina em sua composição, tem uma temperatura limite para ocorrer a gelificação, então há uma temperatura limite em que a gelificação nunca ocorrerá. As pectinas que possuem baixo teor de metoxilação, se colocadas em condições onde a temperatura seja abaixo dessa temperatura crítica, a gelificação ocorrerá quase que instantaneamente. Para pectinas com alto teor de metoxilação dependerá do tempo, classificando-as como termorreversíveis (Pectinas Propriedades e Aplicações, 2014).

3.3.3. Método de Extração

O método de extração convencional é caracterizado por uma Operação Unitária onde se remove o componente desejado do alimento (soluto) com uma solução líquida (solvente). Esse processo ocorre quando o sólido é misturado com o soluto por um ou vários estágios de misturas, com o emprego de alta temperatura e por um determinado tempo. A solução posteriormente é separada do solvente e recuperada. Alguns fatores são muito importantes durante essa extração, o tempo de contato entre soluto e solvente deve ser suficiente para que se dissolva o soluto para satisfazer o equilíbrio da mudança de composição. Quanto maior a temperatura melhor contato entre o soluto e o solvente terá, quanto menores forem as partículas do sólido maior a taxa de extração. Três etapas importantes ocorrem no processo de extração de pectina que são: a extração do material da planta por meio aquoso, depois ocorre a purificação do meio líquido e por último separação da pectina do meio líquido. A extração pode ocorrer pelo método químico com adição de meio ácido, básico ou agente quelantes, ou método enzimático(OLIVEIRA, 2015).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1.Obtenção da Farinha da Casca de Banana Verde

A farinha foi produzida utilizando como matéria-prima a casca da banana Nanica verde. As bananas foram obtidas no comércio local de Palmas-TO, cerca de 10 Kg com estágio de maturação 2 segundo a Figura 2, “verde com traços amarelos”. A determinação do estágio foi feita visualmente por comparação de cor entre a Figura 2 e Figura 5. Posteriormente foram transportadas para o Laboratório de Processamento de Frutas e Hortaliças da Universidade Federal do Tocantins.

Figura 5 - Bananas que Foram Utilizadas para Extração



Fonte: (Autora, 2019)

As bananas foram classificadas, e em seguida lavadas com detergente neutro e água corrente. Após a sanitização as frutas foram colocadas em um tacho com água a 95°C por 5 minutos, para que suas enzimas endógenas fossem inativadas. Posteriormente ao branqueamento as bananas foram descascadas manualmente utilizando faca de aço inoxidável, e as casca secas em secador de bandeja com circulação de ar a 60°C por 24 horas. As cascas secas foram pesadas e colocadas no dessecador para evitar a absorção de umidade. As cascas foram trituradas em moinho de facas tipo (Willye Te- 650) com peneira de malha mesh de 10, a farinha obtida foi acondicionada em sacos selados em seladora manual (Solda Filete) e armazenada até a utilização.

4.2. Análises Centesimais da Farinha

4.2.1. Umidade da Farinha de Banana

A umidade da farinha da casca de banana nanica verde foi analisada pelo método de umidade por infravermelho, onde se pesou em placa de Petri 2,0 gramas de farinha em balança analítica modelo (AY220) e posteriormente transferida para a balança analisadora de umidade por infravermelho modelo BEL MARK i-

Thermo(Figura 6), e iniciou-se a coleta de dados (%Umidade), e após 10 minutos finalizou a análise de umidade da amostra.

Figura 6 - Balança Analisadora de Umidade por Infravermelho



Fonte: (Autora, 2019)

4.2.2. Teor de Cinzas

O teor de cinzas é definido pelo resíduo mineral fixo obtido de um produto que sofreu aquecimento a uma temperatura de 550 a 570°C. IAL(2008)A amostra foi preparada previamente em Erlenmeyer com adição de 100 mL de solução ácida e 0,5 gramas de agente filtrante. Posteriormente foi filtrado em cadinho e lavado com água fervente, em seguida foi lavada com 20 mL de álcool e 20 mL de éter e seca em estufa a temperatura de 105°C por 2 horas e em seguida no dessecador até obter peso constante. O resíduo foi aquecido em forno mufla a temperatura de 550°C até as cinzas obterem coloração branca, posteriormente resfriada em temperatura ambiente em dessecador e pesada. O calculo é feito pela seguinte equação:

$$\%C = \frac{C \times 100}{P} \quad (1)$$

Onde %C é o teor de cinzas da amostra, C é o peso das cinzas e P é o peso da FCBV.

4.2.3. Extrato Etéreo (EE)

A fração de extrato etéreo foi determinada por extração direta em Soxhlet, seguindo a metodologia do IAL (2008). Foi pesado 3g de FCBV em cartucho de papel filtro e selado e posteriormente transferido para o aparelho extrator. Em seguida o extrator foi acoplado ao balão de fundo chato que foi tarado a 105°C. Foi adicionado Hexano (C₆H₁₄) como agente extrator. O aquecimento é feita por chapa aquecedora durante 8 horas. Posteriormente o cartucho é retirado, o Hexano é destilado e o balão com o extrato é seco em estufa a temperatura de 105°C, por 1 hora. A amostra foi resfriada em dessecador, e pesada, e calculado o teor de EE pela seguinte Equação:

$$\%EE = \frac{100 \times N}{P} \quad (2)$$

Onde %EE é o teor de lipídeos da FCBV, N gramas de lipídeos obtidos ao final da extração e P é o peso da amostra.

4.2.4. Proteína Bruta

A proteína bruta foi determinada pelo método de Kjeldahl, utilizando o destilador de nitrogênio modelo (Tecnal TE – 036/1). Para obtenção do teor de nitrogênio total foi pesado 1g de FCBV em papel de seda e pesado em balança analítica, o papel com a amostra foi introduzido no balão de Kjeldahl e adicionado 6g de mistura catalítica. A amostra foi aquecida em chapa elétrica na capela, até a amostra estar totalmente azul, e aquecida por mais 1 hora. Foi adicionada 3 gotas de fenolftaleína e 1 g de zinco em pó e o balão foi acoplado a sistema de destilação, a extremidade afilada e mergulhada em Erlenmeyer contendo ácido sulfúrico a 0,05 M. Foi adicionado NaOH a 30% na amostra até obtenção de um ligeiro excesso aqueça até ebulição e destila obtendo cerca de 250 mL do destilado. Foi titulada com NaOH a 0,1 M o excesso de ácido sulfúrico 0,05 M usando vermelho de metila com indicador IAL (2008). Para o cálculo é utilizando fator de conversão de 6,25, esse valor é utilizado para diferentes alimentos como mostra a Tabela 4.

Tabela 4 - Fatores de Conversão de Nitrogênio Total em Proteína

ALIMENTO	FATOR
----------	-------

Farinha de Centeio	5,83
Farinha de Trigo	5,83
Macarrão	5,70
Cevada	5,83
Aveia	5,83
Amendoim	5,46
Soja	6,25
Arroz	5,95
Amêndoas	5,18
Castanha do Pará	5,46
Avelã	5,30
Coco	5,30
Outras Nozes	5,30
Leite e Derivados	6,38
Margarina	6,38
Gelatina	5,55
Outros Alimentos	6,25

Fonte: (IAL, 2008)

$$\%Pt = \frac{V \times 0,14 \times f}{P} \quad (3)$$

Onde %Pt é o teor de proteína, V é a diferença de volume de ácido sulfúrico e o volume de NaOH gastos na titulação, P é o peso de amostra de Farinha da Casca da Banana Verde e f é o fator de conversão utilizadas conforme a Tabela 4.

4.2.5. Fibra Bruta

A concentração de fibra foi determinada pesando-se 2,0 gramas da amostra em papel filtro e fazendo a extração em aparelho Soxhlet, usando Hexano como solvente, a amostra foi aquecida em estufa até eliminar totalmente o solvente. O resíduo foi transferido para Erlenmeyer e adicionado 100 mL de solução ácida e 0,5 g de agente filtrante, filtrou-se e colocou em cadinho e lavou-se a amostra com água fervente, depois adicionou 20 mL de álcool e 20 mL de Hexano aqueceu em estufa a 105°C de temperatura por 2 horas, resfriou em dessecador e pesou. O resíduo foi incinerado em forno mufla a temperatura de 550°C, resfriou-se a temperatura ambiente e pesou, a perda de peso será a fibra bruta obtida, que foi calculado pela seguinte Equação:

$$\%Fb = \frac{F \times 100}{P} \quad (4)$$

Onde %Fb é o percentual de fibra bruta da FCBV, F é o peso da fibra bruta obtida e P é o peso da amostra de FCBV.

4.2.6. Fibra em Detergente Neutro e Fibra em Detergente Ácido

Usando a metodologia de Salman et al., (2010) que trabalhou com o método de Van Soest, determinou-se também o teor de fibra em detergente neutro (FDN) que consiste em separar o conteúdo celular da parede celular, isso é feito aquecendo parte da amostra em detergente neutro, a substância celular solubiliza-se no detergente, enquanto a parede celular não, podendo ser separada por filtração. Determinou-se também o teor de fibra em detergente ácido (FDA), onde se utiliza detergente ácido para solubilizar a celulose e hemicelulose e ocorrendo a ligação da lignina na celulose que é separada por filtração.

4.3.Obtenção do Resíduo Insolúvel em Álcool (RIA)

A extração foi feita em triplicata conforme a Figura 7. Pesou-se em balança analítica - ATY 224 10 gramas de amostra de farinha de casca de banana verde. As amostras foram então tratadas quatro vezes com Etanol (85%) por 20 minutos na temperatura de 80°C em estufa - Q314M com circulação de ar, para que sejam removidos os compostos solúveis em álcool como lipídeos, açúcares e pigmentos e com isso obter o Resíduo Insolúvel em Álcool (RIA). Depois da lavagem o RIA foi seco em estufa a 80°C até a evaporação total do álcool(REBELLO, 2013).

Figura 7 - Preparo da Farinha da Casca da Banana para Obter o RIA e Pectina



Fonte: (Autora, 2019)

4.4. Extração e Rendimento da Pectina

Para a produção da FCBV foram utilizados 11 Kg de banana do tipo nanica, desse total 3,875 Kg foi o resíduo gerado que nesse caso a casca da fruta, após a secagem e moagem das cascas obteve-se 550 gramas de farinha e foram utilizados apenas 10 gramas de FCBV para extração da pectina.

Em um balão volumétrico de 1000 mL adicionou-se 500 mL de água destilada, e acidificou-se essa água com ácido cítrico até obtenção de pH igual a 2. Foram então adicionados 100 mL da água acidificada às amostras de farinha da casca de banana. Em seguida foi realizada agitação das amostras manualmente, até que todo pó estivesse umedecido uniformemente. Após o processo de agitação as amostras foram tratadas em um banho-maria a 90°C por 3 horas, com agitação manual para homogeneização das amostras. A solução foi em seguida filtrada em Erlenmeyer com auxílio de um funil revestido com camadas de gazes esterificadas e algodão conforme mostrado na Figura 8.

Figura 8 - Solução de Pectina Extraída pelo Ácido Cítrico



Fonte: (Autora, 2019)

O filtrado foi recolhido e adicionado etanol absoluto e posteriormente sobreposta em tubos Falcon de 15 mL. A pectina precipitada foi centrifugada por 10 minutos a 4000 rpm para que fosse recuperada. Depois da recuperação retirou o álcool dos tubos e colocou-o para secar em estufa a 65°C até que a pectina se soltasse dos tubos em forma de pellets como mostra a Figura 9. Os pellets foram macerados de modo a apresentar a pectina em pó Figura 10, e em seguida pesada em balança analítica.

Figura 9 - Pellets de Pectina Extraída



Fonte: (Autora, 2019)

Figura 10 - Pectina em Pó



Fonte: (Autora, 2019)

Para obtenção do rendimento foi utilizada a Equação 5

$$\%P = \frac{mP}{mRIA} \times 100 \quad (5)$$

Onde %P é o percentual depectina extraída, mP é a massa da pectina extraída e mRIA é a massa da farinha utilizada para extração.

4.5. Determinação do Grau de Esterificação (DE)

O Grau de Esterificação foi determinado seguindo a metodologia (REBELLO, 2013). Foi pesado 0,2 gramas de amostra de pectina em um Erlenmeyer umedecido com etanol (95%) e em seguida adicionado 20 mL de água destilada, misturou-se bem e colocou na mesa agitadora por 2 horas a 40°C. Em seguida foi adicionado 3 gotas de fenolftaleína e titulou-se a amostra com NaOH a 0,1 mol/L, o volume gasto na titulação foi anotado com titulação inicial (Ti). Foi colocado 10 mL de NaOH a 0,1 mol/L na amostra neutralizada e deixou na mesa agitadora novamente por 2 horas a 40°C, para que ocorra a saponificação dos grupos carboxilas. Em seguida foi adicionado 10 mL de HCL a 0,1mol/L e titulou-se novamente com NaOH a 0,1 mol/L, anotou-se os valores gastos na titulação final (Tf). Em seguida determinou-se o Grau de Esterificação com a seguinte equação:

$$\%DE = \frac{Tf}{Ti + Tf} \times 100 \quad (6)$$

Onde %DE é o percentual do Grau de Esterificação determinado, Ti mais Tf é o volume final da titulação com NaOH após a saponificação dos grupos carboxilas.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. Caracterização da Farinha da Casca de Banana Verde

A composição centesimal da farinha da casca da banana (*Musa AAA*) da variedade Cavendish utilizada para extração da pectina está expressa na Tabela 5.

Tabela 5 - Tabela de Composição Centesimal da Farinha de Banana Verde tipo Cavendish

COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA	TEOR(%)
Umidade	6,47
Cinzas	11,54
Proteína	4,73
Lipídeos	4,20
Fibra Bruta	1,97

Fibra Detergente Neutro	11,29
Fibra Detergente Ácido	5,90

Fonte: (Autora, 2019)

A umidade encontrada na farinha da casca de banana tipo Cavendish foi de 6,47g/ 100g que se encontra dentro dos valores segundo a ANVISA (Agencia Nacional de Vigilância Sanitária) que determinou um valor de 15% de umidade para farinhas (REBELLO, 2013). Em estudos com banana verde Vargas et al., (2012) obtiveram o valor de 4,78% de umidade na farinha da casca da banana verde, um pouco abaixo do encontrado no presente trabalho. Segundo Neris et al., (2018) que trabalham com a variedade nanica, prata, maçã e da terra, apenas a umidade da farinha da casca da banana da terra verde (9,54%) apresentou-se dentro dos limites estipulados pela ANVISA, outras variedades apresentaram valores entre 16,74% - 32,78%, isso pode ter ocorrido devido ao método de secagem natural com luz solar com temperatura de 35°C.

O teor de cinzas encontrado na farinha da casca de banana nanica verde foi de 11,54%. Este mesmo valor foi encontrado por (OLIVEIRA, et al., 2016). Este mesmo valor se mostra superior ao obtido por Rebello (2013), que foi de 6,74%. O teor de cinzas obtido por Neris et al., (2018) trabalhando com casca de banana nanica verde foi de 11,34 % o que apresenta concordância, com os dados obtidos neste trabalho. Leobet(2016) fez um estudo comparativo do teor de cinzas considerando vários autores, onde se obteve valores na faixa de 9,02 a 12,90% no teor de cinzas com uma média de 11,27%, comprovando que os valores encontrados neste trabalho corroboram com os valores encontrado na literatura.

O teor de nitrogênio total da amostra obtido foi de 4,73% que comparado com Medeiros et al., (2010) que encontraram 3,8g/100g são bem próximos, mas se comparados com valores estabelecidos pela ANVISA para farinhas que apresentam um percentual mínimo de 7,5g/100g o valor obtido encontra-se inferior. Analisando a fração proteica Bezerra (2010) encontrou o percentual de 4,85% que também se encontra bem próximo do trabalho realizado. Vargas et al., (2012), o valor encontrado para o teor proteico foi de 3,04%, que é um valor abaixo preconizado pela legislação.

Para o Extrato Etéreo (EE) da farinha da casca de banana foi obtido o valor de 4,20%. Alguns autores apresentaram valores distintos do obtido no presente trabalho como Medeiros et al., (2010) que encontraram 0,88% de lipídeos na farinha da casca

verde e Vargas et al., (2012) que obtiveram 8%. Leobet(2016) realizou a comparação do teor de lipídeos entre vários autores, onde apresentou um valor médio de 6,40%, que é próximo do valor obtido neste trabalho.

As análises para fibra foram divididas em três partes, fibra bruta, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido. Em estudos realizados com a banana nanica jangada, Ormenese (2010) encontrou o valor de 1,21% para o teor de fibra bruta valor esse muito próximo do resultado obtido no trabalho que apresentou 1,97%. Segundo Silva et al., (2015) em análises centesimais de cultivares verde foi encontrados valores de 8,9% de FDN e 3,8% de FDA, valores esses que se aproximam dos valores encontrados em análises desse trabalho que foi de 11,29 e 5,90% respectivamente, o que podemos afirmar em relação a isso é que FDN apresenta valores superiores a FDA, e que devido a esses altos valores de fibras a FCBV é uma boa fonte de extração de pectina.

5.2. Rendimento da Pectina Extraída

A pectina extraída da farinha da banana verde teve rendimento de 6,76%. Outros trabalhos de extração utilizando a banana obtiveram valores um pouco acima como Khamsucharit (2018) que utilizou cerca de 10 gramas de farinha para extração e obtiveram valores de (10,91-24,08)%, utilizando bagaço de maçã e algumas variedades de banana. Oliveira, et al. (2016), utilizando banana do tipo Cavendish obteve valores de rendimento de 5,2% a 12,2%, que corrobora com o valor encontrado neste trabalho. Neste mesmo trabalho Oliveira, et al. (2016) observou que o rendimento da extração teve um aumento a partir da diminuição do pH e aumento da temperatura. Pratik.B.Kamble(2017), encontraram um rendimento de 13,5% para extração de pectina da farinha da casca de banana utilizando um tempo de 4 horas no processo de extração, os mesmos autores observaram que utilizando um tempo de 5 horas o rendimento foi inferior. Rebello(2013), trabalhando com farinha de banana e usando ácido cítrico encontrou rendimentos de 4,17 a 19,54%.

Munhoz (2008) encontrou valores entre 5,1 a 12,85% de rendimento de pectina, concordando com o rendimento encontrado neste trabalho. Em extração utilizando a casca do melão com diferentes tipos de ácidos, Raji et al.,(2017) encontraram diferentes valores para o rendimento da pectina, tais como de

14,8% para extração com ácido cítrico, 13,3% para ácido tartárico, 9,5% para ácido clorídrico, 7% para ácido acético, 4,7% para ácido láctico e 4,4% para ácido fosfórico. Comparando os dados de rendimento obtidos por Rebello(2013) que foi entre 4,17 a 19,54% e Oliveira, et al.(2016) que foi entre 5,2 a 12,2%, em que ambos trabalharam com extração de pectina da farinha de banana do tipo Cavendish com ácido cítrico, encontraram valores bem próximos ao encontrado no presente estudo.

5.3. Grau de Esterificação da Pectina Extraída

O grau de esterificação da pectina extraída da farinha da casca de banana para as condições utilizadas neste estudo foi de 64,29%. Khamsucharit (2018) obteve valores entre 63,15 e 72,03% de graus de esterificação (DE) o que está em consonância com o valor encontrado neste estudo. Estes mesmos autores indicaram que as pectinas com valores nesta faixa são consideradas pectinas de metoxilação elevada que são semelhantes a pectinas extraídas de cítricos e de polpa de maçã.

A pectina extraída nesse trabalho por apresentar um grau de esterificação de 64,29% apresenta uma taxa de formação de gel lenta, segundo Munhoz et al., (2008). As pectinas com menores teores de esterificação possibilitam a formação de géis estáveis na ausência de açúcares, se comparadas com as pectinas de alto poder de geleificação, são menos sensíveis a mudança de pH, formando géis com pH de 2,6 a 6,0, podendo ser utilizada como espessante e estabilizantes em alimentos.

6. CONCLUSÃO

A caracterização físico-química realizada nesse trabalho possibilitou encontrar teores de umidade e cinzas de 6,47% e 11,54%, respectivamente, valores que estão em acordo com outros descritos na literatura.

Os teores de fibras tanto em detergente neutro (1,97%), como em detergente ácido (5,90%) também são próximos de valores encontrados por outros pesquisadores.

O rendimento encontrado no processo de extração por ácido cítrico foi de 6,76% que também se encontra dentro da faixa de rendimentos comparado com outros autores que trabalharam com o mesmo ácido.

A pectina extraída apresentou um grau de esterificação de 64,29%, podendo ser classificada como pectina de alto grau de geleificação.

Dessa forma, esse trabalho demonstrou que a casca de banana verde pode ser reaproveitada uma vez que contém bom teor de pectina e fibras.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Pectinas Propriedades e Aplicações. (2014). Food Ingredients Brasil , 46-53.

BEZERRA, C. V. (2010). **Caracterização e Avaliação das Propriedades Funcionais Tecnológicas da Farinha de Banana Verde Obtidas por Secagem em Leito de Jorro.** Belém.

BORGES, A. L., SILVA, A. L., BATISTA, D. D., MOREIRA, F. R., FLORI, J. E., & OLIVEIRA, J. E. (07 de 2009). Acesso em 18 de 06 de 2019, disponível em Embrapa: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/110622/1/Sistema-de-Producao-da-Bananeira-Irrigada.pdf>.

CANTERI, M. H., MORENO, L., WOSIACKI, G., & SCHEER, A. D. (19 de 07 de 2011). **Pectin: from Raw Material to the Final Product.**

EMBRAPA. (17 de 09 de 2018). Acesso em 27 de 07 de 2019, disponível em http://www.cnpmf.embrapa.br/Base_de_Dados/index_pdf/dados/brasil/banana/b1_banana.pdf.

- FERNANDES, S. O., & BONALDO, S. M. (14 de 11 de 2011). **Controle de Antracnose (*Colletotrichum musae*) e Conservação em Pós-colheita de Banana Nanica no Norte de Mato Grosso**. pp. 240-241.
- FURTADO, M. A., & FERRAZ., F. O. (04 de 08 de 2008). **Determinação da Umidade em Alimentos por Intermédio de Secagem e Estufa Convencional e Radiação Infravermelha - Estudo Comparativo em Alimentos com Diferentes Teores de Umidade**. Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil.
- GONÇALVES, A. A., SILVEIRA, A., NITZKE, J. A., & MANFROI, V. (2002). **A Feira**. Rio Grande do Sul, Brasil.
- IAL. (2008). **Métodos Físico-químicos para Análise de Alimentos**. São Paulo.
- IBGE. (2004). Acesso em 09 de 07 de 2019, disponível em **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**: <https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/default.shtm>.
- KHAMSUCHARIT, P., & LAOHAPHATANALERT, K.(2018). **Characterization of pectin extracted from banana peels of different varieties**. *Food Sei Biotechnol*, 623-629.
- KLIEMANN, E. (03 de 2006). **Extração E Caracterização da Pectina da Casca do Maracujá Amarelo (*Passiflora edulis flavicarpa*)**. p. 77.
- LEITE, G. L., & ALVES, S. M. (06 de 2017). **Pragas de Bananeira**. Acesso em 27 de 07 de 2019, disponível em https://halley.adm-serv.ufmg.br/ica/wp-content/uploads/2017/06/Pragas_de_bananeira.pdf.
- LEOBET, J. (10 de 03 de 2016). **Casca de Banana (*Musa cavendishii*) Como Fonte de Energia e Caracterização do Resíduo Mineral Fixo**.
- MEDEIROS, M. J., OLIVEIRA, P. A., SOUZA, J. M., SILVA, R. F., & SOUZA, M. L. (22 de 07 de 2010). **Chemical composition of mixtures with green banana and nut Brazil flours**. pp. 396-402.

- MLYNARCZUK, B. B., & MOREIRA, R. C. (2013). **Quantificação de Pectina do Albedo do Maracujá Amarelo por Espectroscopia e Análise Multivariada**. Ponta Grossa, Paraná, Brasil.
- MUNHOZ, C. L., SANJINEZ-ARGANDOÑA, E. J., & SOARES-JÚNIOR, M. S. (2008). **Extraction of pectin from dehydrated guava**. *Ciencias e Tecnologia de Alimentos*.
- NERIS, T. S., SILVA, S. S., LOSS, R. A., CARVALHO, J. W., & GUEDES, S. F. (2018). **Physicalchemical evaluation of banana peel (*Musa spp.*) in natura and dehydrated in different maturation stages**. *Ciência e Sustentabilidade - CeS*, 5-21.
- OLIVEIRA, C. F. (2015). **Aplicação de Diferentes Tecnologias na Extração de Pectina Presente na Casca do Maracujá**.
- OLIVEIRA, M. (06 de 2007). **Efeito da Composição Química, Origem e Grau de Maturação sobre a Cor e a Crocância da Banana Nanica Obtida por Secagem HTST**. Campinas, São Paulo, Brasil.
- OLIVEIRA, T. Í., ROSA, M. F., CAVALCANTE, F. L., PEREIRA, P. H., MOATES, G. K., WELLNER, N., et al. (2016). **Optimização de Extração de Pectina a Partir de Cascas de Banana com Ácido Cítrico, Utilizando Metodologia de Superfície de Resposta**. *Food Chemistry*, 113-118.
- ORMENESE, R. D.(2010). **Obtenção de Farinha de Banana Verde por Diferentes Processos de Secagem e Aplicação em Produtos Alimentícios**. Campinas.
- PAGNONCELI, J. (2018). **Purificação, Caracterização e Aplicação de uma Exopoligalacturonase de *Penicillium janthinellum* VI2R3M**. Cascavel, Paraná, Brasil.
- PRATIK.B.KAMBLE, GAWANDE, S., & TEJA.S.PATIL. (2017). **Extração de pectina a partir Unripe Banana Peel**. *Revista Internacional de Pesquisa de Engenharia e Tecnologia (IRJET)*, 2259-2264.
- RAJI, Z., RAJI, F. F., KHODAIYAN, F., RAZAEL, K., & KIANI, H.(2017). **Extração otimização e Propriedades físico-químicas de pectina a partir de Melão descasca**. *International Journal of Biological Macro moléculas*, 709-716.
- REBELLO, L. P. (01 de 11 de 2013). **Avaliação de Compostos Fenólicos, Extração e Caracterização da Pectina em Farinha de Casca de Banana (*Musa AAA*)**. p. 31.

- SALMAN, A. K., FERREIRA, A. C., SOARES, J. P., & SOUZA, J. P. (05 de 2010). **Metodologias para Avaliação de Alimentos para Ruminantes Domésticos**. Porto Velho, Rondônia, Brasil.
- SILVA, A. D., JUNIOR, J. L., MARTINS, M. I., & BARBOSA, J. (2015). **Green banana flour as a functional ingredient in food products**. *Tecnologia de Alimentos*, 2252-2258.
- SILVA, S. D., SANTOS-SEREJO, J. A., & CORDEIRO, Z. J. (2004). **Capítulo IV . In: Banana** (p. 45). Cruz das Almas.
- VARGAS, B. C., MONSORES, R. M., SILVA, P. I., & JUNQUEIRA., M. d. (2012). **Composição Físico-química de Farinha de Casca e de Polpa de Banana Verde**. pp. 1-5.
- WAIREGI, L., ASTEN, P. V., GILLER, K., & FAIRHURST, T.(07 de 2016). **Africasoilhealth**. Acesso em 09 de 07 de 2019, disponível em Africasoilhealth: <http://africasoilhealth.cabi.org/wpcms/wp-content/uploads/2016/07/portuguese-banana-coffee-BW-lowres.pdf>.
- ZANELLA, K. (06 de 12 de 2013). **Extração da Pectina da Casca da Laranja-pera (*Citrus sinensis* L. Osbeck) com Solução Diluída em Ácido Cítrico**. Campinas, São Paulo, Brasil .
- IBGE cidra. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl>>. Acesso em: jun. 2019.