

**INSTITUTO FEDERAL**  
**GOIANO**  
**Câmpus Rio Verde**

**CURSO DE BACHARELADO DE ENGENHARIA DE  
ALIMENTOS**

**CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS DA FARINHA DA  
CASCA DA BANANA VERDE LIOFILIZADA EM DIFERENTES  
ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO**

**JULIANA MORAES RODRIGUES**

**Rio Verde, GO**

**2022**

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO - CAMPUS RIO VERDE  
CURSO DE BACHARELADO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS**

**AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DA FARINHA DA CASCA DA  
BANANA VERDE EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO  
OBTIDA POR LIOFILIZAÇÃO**

**JULIANA MORAES RODRIGUES**

Trabalho de Curso apresentado ao Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde, como requisito parcial para obtenção do Grau de Bacharel em Engenharia de Alimentos.

**Orientadora: Dra. Mayra Conceição Peixoto Martins Lima**

**Co-orientador: Dr. Leandro Pereira Cappato**

**Rio Verde - GO**

**Maior, 2022**

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP  
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
**Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano**

RR696c Rodrigues, Juliana  
CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS DA FARINHA DA CASCA  
DA BANANA VERDE LIOFILIZADA EM DIFERENTES ESTÁDIOS  
DE MATURAÇÃO / Juliana Rodrigues; orientadora Mayra  
Conceição Peixoto Martins Lima Conceição Peixoto  
Martins Lima; co-orientador Leandro Pereira  
Cappato. -- Rio Verde, 2022.  
40 p.

TCC (Graduação em Engenharia de Alimentos) --  
Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2022.

1. Banana verde. 2. Método de conservação. I.  
Conceição Peixoto Martins Lima, Mayra Conceição  
Peixoto Martins Lima, orient. II. Pereira Cappato,  
Leandro , co-orient. III. Título.

# TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

## IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese (doutorado)            | <input type="checkbox"/> Artigo científico              |
| <input type="checkbox"/> Dissertação (mestrado)      | <input type="checkbox"/> Capítulo de livro              |
| <input type="checkbox"/> Monografia (especialização) | <input type="checkbox"/> Livro                          |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC (graduação)  | <input type="checkbox"/> Trabalho apresentado em evento |

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

JULIANA MORAES RODRIGUES

Matrícula:

2016102200340374

Título do trabalho:

CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS DA FARINHA DA CASCA DA BANANA VERDE LIOFILIZADA EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO

## RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial:  Não  Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIIF Goiano: 13 / 05 / 2022

O documento está sujeito a registro de patente?  Sim  Não

O documento pode vir a ser publicado como livro?  Sim  Não

## DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais indusos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Rio Verde - Goiás  
Local

13 / 05 / 2022  
Data

*Juliana Moraes Rodrigues*

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:

*[Assinatura]*  
Assinatura do(a) orientador(a)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 35/2022 - GGRAD-RV/DE-RV/CMPRV/IFGOIANO

### **ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO**

No nono dia do mês de maio de 2022, às 9 horas, reuniu-se a banca examinadora composta pelos docentes Dr. Leandro Pereira Cappato, Dr. Marco Antônio Pereira da Silva, e a Engenheira Lorrane Soares dos Santos, para examinar o Trabalho de Curso (TC) intitulado **CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS DA FARINHA DA CASCA DA BANANA VERDE LIOFILIZADA EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO** da acadêmica Juliana Moraes Rodrigues, Matrícula nº 2016102200340374 do Curso de Bacharelado em Engenharia de Alimentos do IF Goiano - Campus Rio Verde. Após a apresentação oral do TC, houve arguição da candidata pelos membros da banca examinadora. Após tal etapa, a banca examinadora decidiu pela Aprovação da acadêmica. Ao final da sessão pública de defesa foi lavrada a presente ata, que segue datada e assinada pelos examinadores.

*(Assinado Eletronicamente)*

Leandro Pereira Cappato

CO-Orientador(a)

*(Assinado Eletronicamente)*

Marco Antônio Pereira da Silva

Membro Interno

*(Assinado Eletronicamente)*

Lorrane Soares dos Santos

Membro Externo

## Observação:

( ) O(a) estudante não compareceu à defesa do TC.

Documento assinado eletronicamente por:

- **Lorrane Soares dos Santos, 2021202330740003 - Discente**, em 10/05/2022 22:44:51.
- **Marco Antonio Pereira da Silva, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 10/05/2022 19:07:23.
- **Leandro Pereira Cappato, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 10/05/2022 19:04:38.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 10/05/2022. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 387596

Código de Autenticação: 9ef446db9b



INSTITUTO FEDERAL GOIANO  
Campus Rio Verde  
Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, None, RIO VERDE / GO, CEP 75901-970  
(64) 3620-5600

*Dedico este trabalho à Deus, pois Ele me mostrou que sou capaz em meio a tantas dúvidas. Dedico também ao meu pai, mãe, irmã e amigos, por todo apoio que me deram ao longo desses anos.*

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a Deus, que me deu força, capacidade e amparo durante toda minha trajetória.

A minha mãe Cleuza Moraes Faria, que sempre esteve ao meu lado me apoiando e cuidando de mim com muito amor e dedicação. Da mesma forma agradeço meu Pai, Ricardo Willians Rodrigues Cabral, que tem seu jeito bruto de apoiar e cobrar, mas sempre querendo o melhor de mim e da minha irmã, e nunca deixou faltar nada durante esta etapa da minha vida.

A minha irmã Pollyanne Moraes Rodrigues, pelos conselhos, pelo colo nos momentos difíceis, pelo apoio e por acreditar que sou capaz.

Em especial, agradeço ao Marcus Azzi e sua mãe Janaiem, que foram essenciais para que eu persistisse nessa caminhada, muito obrigado pelo apoio e carinho nesses últimos meses.

Imensa gratidão pelas minhas amizades que se iniciaram na faculdade, em especial a Jéssica, Lorrane e Samuel, que se tornaram minha segunda família dentro do instituto, sem eles eu não teria conseguido chegar até aqui, não consigo nem descrever com palavras o quanto sou grata a vocês e o quanto vocês são importantes na minha vida.

A Nathália, minha companheira de desenvolvimento de pesquisa para o trabalho de conclusão de curso, obrigada por estar comigo e me ajudar em todas as dificuldades que surgiram nessa caminhada.

Na área acadêmica, começo meus agradecimentos aos meus orientadores, Mayra Conceição Peixoto Martins Lima e Leandro Pereira Cappato que tiveram muita paciência e cuidado ao me ajudar a finalizar mais uma etapa acadêmica.

Aos meus orientadores de iniciação científica, em especial agradeço ao Josemar Oliveira que me apresentou a iniciação científica.

Aos professores da Engenharia de Alimentos que fizeram parte da minha graduação e me ajudaram com o desenvolvimento deste trabalho.

A todos que de alguma forma fizeram parte da minha história dentro do Instituto, muito obrigada!



## RESUMO

A banana é a fruta de maior consumo *in natura* e uma das principais culturas agrícolas do mundo. Neste contexto, visando a redução dos impactos ambientais causados pelo descarte inadequado destes resíduos ao meio ambiente e como forma de agregar maior valor nutricional e comercial às cascas da banana, objetivou-se produzir e comparar através de análises físico-químicas e tecnológicas a farinha da casca da banana verde liofilizada nos estádios de maturação 1 (completamente verde) e 2 (verde apresentando traços amarelados). As bananas foram cortadas dos cachos sanitizadas e colocadas na panela de pressão com água fervente por 15 minutos, retiradas e colocadas em água fria. Após resfriadas, foram separadas a casca da polpa e as cascas foram imersas em solução de ácido acético a 1% por 10 minutos, embaladas e levadas ao ultra freezer por pelo menos seis horas antes de serem colocadas no liofilizador por cerca de 48 a 72 horas. Após o fim do ciclo no liofilizador, foram trituradas em moinho de facas tipo Willey em peneiras com mesh 20 (0,841 mm). Os resultados obtidos em relação as análises tecnológicas e físico-químicas foram satisfatórias, ambas as farinhas apresentaram alto teor de fibras, sendo, no estádio 1 de 14 g e no estádio 2 de 14,5 g. A composição centesimal das farinhas da casca da banana verde nos dois estádios de maturação se aproximou de resultados obtidos da farinha de trigo, padrão de mercado, sendo assim, ambas as farinhas são uma excelente alternativa para a produção de produtos de panificação.

**Palavras-chave:** Banana verde; Método de conservação;

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1</b> - Escala de Maturação de Von Loesecke. ....	13
<b>FIGURA 2</b> - Banana Prata adquirida na cidade de Rio Verde - GO. ....	22
<b>FIGURA 3</b> - Fluxograma de etapas para obtenção das farinhas de banana verde. ....	23
<b>FIGURA 4</b> - Inibição enzimática das cascas da banana verde. ....	24
<b>FIGURA 5</b> - Armazenamento das cascas da banana verde para congelamento. ....	24
<b>FIGURA 6</b> - Casca de banana verde liofilizada. ....	25
<b>FIGURA 7</b> - Cor das farinhas da casca da banana verde obtidas em dois estádios de maturação. ....	30

## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 1</b> - Produção de bananas em 2015, 2016 e 2017 em toneladas.....	10
<b>TABELA 2</b> - Classificação nutricional do amido in vitro. ....	20
<b>TABELA 3</b> - Valores médios de absorção em água, absorção em óleo e solubilidade em água da farinha da casca da banana verde obtida pelo processo de liofilização com diferentes tratamentos. ....	26
<b>TABELA 4</b> - Valores médios e desvio padrão da composição centesimal das farinhas da casca da banana verde obtida pelo processo de liofilização com diferentes tratamentos.....	27
<b>TABELA 5</b> - Coordenadas colorimétricas da farinha da casca da banana verde obtida pelo processo de liofilização com diferentes tratamentos. ....	30

## SUMÁRIO

<b>1INTRODUÇÃO .....</b>	<b>8</b>
<b>2REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>9</b>
<b>2.1Banana.....</b>	<b>9</b>
<b>2.1.1Variedades.....</b>	<b>10</b>
<b>2.1.2Aspectos nutricionais.....</b>	<b>11</b>
<b>2.2Maturação.....</b>	<b>12</b>
<b>2.3Resíduos das Cascas de Banana.....</b>	<b>15</b>
<b>2.4Farinha da Banana verde e Liofilização.....</b>	<b>17</b>
<b>2.5Fibra Alimentar e Amido Resistente.....</b>	<b>18</b>
<b>3MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>21</b>
<b>3.1Local e Realização do Experimento.....</b>	<b>21</b>
<b>3.2Aquisição e Processamento da Banana.....</b>	<b>21</b>
<b>3.3Análises da farinha da Casca da Banana Verde.....</b>	<b>25</b>
<b>3.4Delineamento Experimental.....</b>	<b>26</b>
<b>4RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>26</b>
<b>4.1Análises Tecnológicas das Farinhas da Casca da Banana Verde.....</b>	<b>26</b>
<b>4.2Análises Físico-Químicas das Farinhas da Casca da Banana Verde.....</b>	<b>27</b>
<b>4.3Análises de cor.....</b>	<b>30</b>
<b>5CONCLUSÕES .....</b>	<b>31</b>
<b>6REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>33</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O eixo da vida de um indivíduo é baseado em sua alimentação estando ligado diretamente à seu estado de saúde. A incompreensão dos princípios nutritivos, bem como o não aproveitamento, gera o desperdício de toneladas de recursos alimentares, resultando em um sério problema a ser resolvido na produção e distribuição de alimentos, sobretudo nos países em desenvolvimento (SILVA; SOUZA, 2021).

É cada vez mais constante a discussão sobre o aumento do desperdício de alimentos. De acordo com as estimativas da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), 1,3 bilhões de toneladas de alimentos são desperdiçados no mundo a cada ano, e a região da América Latina e Caribe correspondem a 20% da quantidade total da comida perdida e/ou desperdiçada no mundo (FAO, 2019).

No Brasil, anualmente são desperdiçadas 26 milhões de toneladas de alimentos ou 41 toneladas por dia, visto que a maior parte do desperdício acontece na cozinha com a não utilização das cascas, raízes e sementes (FAO, 2019). As mercadorias são desperdiçadas uma vez que estão fora do prazo de validade, ou não foram consumidas por serem tachadas como malformadas, ou fora do padrão estabelecido pela legislação do Ministério da Agricultura (FERNANDES, 2012).

A banana é a fruta de maior consumo *in natura* e uma das principais culturas agrícolas do mundo (AGRIANUAL, 2019). Cultivada especialmente em regiões tropicais é classificada como cultura perene e de crescimento rápido, os frutos podem ser colhidos durante todo o ano e são primordiais para as economias de muitos países. Em 2017, segundo dados da FAO (2019), a produção mundial foi de 113,92 milhões de toneladas em 5,64 milhões de hectares, destacando-se como principais produtores, a Índia (26,75%), China (9,81%), Indonésia (6,29%), Brasil (5,85%) e Equador (5,51%).

No geral, a banana é consumida nos países produtores e somente 20% da produção é exportada. O principal exportador de banana é o Equador, responsável por 35% das exportações, seguido por Colômbia (13%), Costa Rica (13%), Filipinas (11%) e Guatemala (11%). Mundialmente, os principais importadores são Estados Unidos, Alemanha, Bélgica e Japão (AEBE, 2012).

No Brasil, a cultura da banana faz-se presente em todos os estados, sendo Minas Gerais o maior produtor nacional, com produção de 660.463 mil toneladas (IBGE, 2018). O cultivo no país é explorado em grande ou pequena escala, existente em determinados municípios brasileiros e com predomínios de diferentes grupos genômicos nas grandes

regiões do país (SILVA et al., 2008; DONATO et al., 2009).

A banana é uma importante fonte de mono e oligossacarídeos, ácido ascórbico e sais minerais, tais como potássio (K), fósforo (P), cálcio (Ca), magnésio (Mg), sódio (Na), ferro (Fe) e manganês (Mn), além de vitaminas do complexo B (principalmente vitamina B6 e piridoxina), carotenoides precursores de vitamina A e fitoesteróis ( $\beta$ -sitosterol, campesterol e estigmasterol) (VILELA et al., 2014; BOLFARINI et al., 2016). A composição bioquímica da banana assim como as características físico químicas da fruta são alteradas de acordo com a evolução do seu estágio de maturação (NERIS et al., 2018).

Também são encontrados nos frutos, tanto em polpa como na casca, compostos fenólicos, como: ácido gálico, catequina, epicatequina, taninos e antocianinas (MATTILA et al., 2006; MATTOS et al., 2010). A farinha de banana verde distingue-se pela presença de amido resistente (ORMENESE; QUEIROZ; VITALI, 2010), que é um amido homopolissacarídeo contendo cadeias de amilose e amilopectina (WANG; WHITE, 1994). É um carboidrato que possui propriedades funcionais semelhantes às fibras e possui benefícios fisiológicos, por exemplo, contribui nos tratamentos de câncer e diabetes (PEREIRA, 2007).

A liofilização é considerada como um dos melhores métodos de secagem, pois proporciona manutenção das propriedades sensoriais e nutricionais dos alimentos. O método constitui-se no congelamento do produto seguido pela desidratação, que ocorre através do processo de sublimação, possibilitando a redução do teor de água e, conseqüentemente, minimizando a ocorrência da maior parte das reações que provocam a degradação do produto (VIVAS et al., 2019).

Neste contexto, visando a redução dos impactos ambientais causados pelo descarte inadequado destes resíduos ao meio ambiente e como forma de agregar valor nutricional e comercial as cascas da banana, objetivou-se produzir e comparar através de análises físico químicas e tecnológicas, a farinha da casca da banana verde liofilizada em diferentes estádios de maturação (Estádio 1, a fruta possui a casca completamente verde e Estádio de maturação 2, a casca da fruta já apresenta traços amarelados).

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Banana**

A banana (*Musa spp.*) é uma das culturas mais populares no mundo (AURORE et al., 2009) e ocupa o quarto lugar entre os produtos agrícolas, depois de milho, arroz e trigo

(CORDOBA et al., 2018). Em 2018, a produção foi de cerca de 115,7 milhões de toneladas de banana em mais de 130 países, praticamente todas as regiões tropicais do planeta, de acordo com os dados estatísticos da Organização das Nações Unidas (FAOSTAT, 2019). Nesse ano 2017, o Brasil ocupou o quarto lugar com produção de cerca de 7 milhões de toneladas como pode ser observado na Tabela 1. A produção nacional de banana está distribuída com os Estados mais representativos, como: São Paulo, Santa Catarina, Bahia, Ceará e Pernambuco, dessa produção, 95% é destinada ao mercado interno e menos de 3% para exportação (BARROS MESQUITA et al., 2016; IBGE, 2018).

**TABELA 1** - Produção de bananas em 2015, 2016 e 2017 em toneladas.

País	Ano		
	2015	2016	2017
Índia	29 221 000	29 135 000	30 477 000
China	10 627 000	10 940 000	11 170 000
Indonésia	9 496 058	7 007 125	7 162 685
Brasil	6 859 227	6 735 260	6 675 100
Equador	7 194 431	6 529 676	6 282 105
Filipinas	5 840 124	5 29 142	6 041 369
Angola	3 595 306	3 820 873	4 301 880
Guatemala	3 796 115	3 775 150	3 887 439
Colômbia	3 705 343	3 691 163	3 786 672
Tanzânia	3 584 532	3 563 596	3 484 788
<b>Total no mundo</b>	<b>115 110 163</b>	<b>112 599 836</b>	<b>113 918 763</b>

Fonte: FAOSTAT, (2019).

As bananas são uma parte importante para a economia e segurança alimentar de muitos países, principalmente, aqueles com economia mais frágil (THOMPSON, 2011). A banana por ser uma fruta climatérica altamente perecível, tem perdas pós-colheita através de manejos inadequados, atingindo cerca de 40 % a 50 % da produção nacional bananeira (EMBRAPA, 2018). Os aspectos comuns desta fruta estão nas variedades de tamanhos (grandes e pequenos), cores (vermelho a preto e verde a marrom) e firmeza (FAO, 2018).

### 2.1.1 Variedades

As bananas são cultivadas há milhares de anos, a cultura sem semente foi a forma mais comum desenvolvida, isto deve-se a contribuição de espécies primárias como *Musa acuminata* e *Musa balbisiana* (SILVA CONCEIÇÃO et al., 1998). No mundo existem milhares de variedades de bananas (THOMPSON, 2011), sendo que 30 % a 47 % da produção

pertence ao sub grupo Cavendish, que apresenta altos rendimentos de produção e maior resistência aos danos ambientais (FAO, 2018). Quase todas as variedades utilizadas comercialmente surgiram de híbridos selecionados no campo (MENON, 2016).

No Brasil são cultivadas diferentes variedades de bananas e algumas dessas variedades são colhidas para serem comercializadas nos mercados locais (BORGES et al., 2012). As variedades mais importantes cultivadas no Brasil são: Ouro (AA), Nanica (AAA), Nanicão (AAA), Grande Naine (AAA), Maçã (AAB), Mysore (AAB), Prata (AAB), Pacovan (AAB), Prata Anã (AAB), Terra (AAB), D'Angola (AAB) e Figo (AAB). Estas culturas foram consideradas de acordo com a aceitação do consumidor, alta produtividade e resistência de pragas e doenças (GONDIM; CAVALCANTE, 2001).

### **2.1.2 Aspectos nutricionais**

É importante conhecer a composição nutricional dos alimentos que são ingeridos. Assim sendo, o conhecimento nutricional tornou-se o pilar básico para uma educação nutricional, controle de qualidade e avaliação do consumo nutritivo (TACO, 2011). A indústria de alimentos expande produtos para veiculação de nutrientes importantes para o benefício do organismo humano. Sendo assim, a banana é uma alternativa potencial para o consumo, pois possui um alto valor nutritivo em carboidratos (26,22 %), fibras (2,58 %), proteínas (1,33 %), minerais (0,62 %) e lipídeos (0,24 %), (REKHA, 2016).

Os carboidratos representam os principais componentes das bananas. Frutas verdes têm mais carboidratos de que as frutas maduras. O amido é mais importante em cereais, raízes, tubérculos e frutos imaturos. Na banana, o amido é o carboidrato mais importante, e representa cerca de 30 % da fruta (CLIFTON; KEOGH, 2016), seu peso molecular é entre  $2,88$  a  $3,14 \times 10^8$  g. mol<sup>-1</sup> e existem três tipos de amido: o amido digestível rápido, amido digestível lento e amido resistente, este último promove efeitos benéficos a saúde (BEZERRA et al., 2013), ocorrência e provável digestão. As proteínas são nutrientes em baixas concentrações nas bananas, havendo ligeiro aumento na concentração quando amadurecem (CLIFTON; KEOGH, 2016). As bananas não são ricas em lipídios, os níveis permanecem quase constantes nas bananas verdes e maduras. O lipídio presente na casca é rico em ácidos graxos poli-insaturados, particularmente ácido linoléico e ácido linolênico.

De acordo com Clifton e Keogh (2016), as bananas são conhecidas pelo alto teor de potássio (K) na polpa, além do magnésio, cálcio e fósforo que também estão presentes. Segundo a FAO/WHO (2018), as fibras são carboidratos com grau de polimerização igual ou



superior a 3, que resistem a digestão e absorção no intestino delgado humano e que são fermentados completa ou parcialmente no intestino grosso. Estão presentes naturalmente nos alimentos *in natura*. A banana possui maior conteúdo de fibra na casca que na polpa (entre 33 a 43 % do total de fibra do peso fresco). O potássio é o mineral mais abundante na banana, com valores estimados de 4,1 a 5,5 mg . 100 g<sup>-1</sup> de peso seco da fruta.

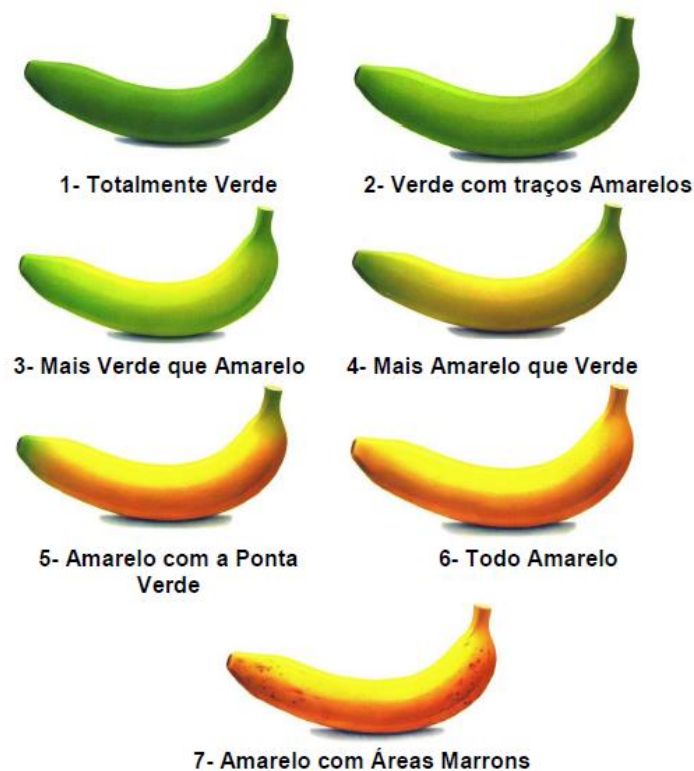
## 2.2 Maturação

Os estádios de maturação, o ponto de colheita e de consumo em diversas frutas são definidos pela cor da casca (MEDINA; PEREIRA, 2012). O amadurecimento dos frutos é determinado pela mudança de coloração da casca de cor verde escuro para coloração amarelo-brilhante, redução da firmeza da polpa, aumento da umidade da polpa e conversão do amido em açúcares (ZHANG et al., 2019). Além disso, o aumento nos teores de sólidos solúveis, acidez titulável e compostos voláteis, e a diminuição no teor de compostos fenólicos, como, por exemplo, os taninos, proporcionam o característico sabor adocicado dos frutos (QAMAR; SHAIKH, 2018).

A banana é uma fruta de padrão respiratório climatérico, definido pelo aumento da taxa respiratória e da produção do etileno durante o climatério, sendo capaz então de ser colhida antes do completo amadurecimento. É na fase do climatério que se iniciam as principais alterações sensoriais da fruta, tais como pigmentação amarela da casca, amaciamento da polpa e alterações de sabor e aroma, que se tornam característicos da fruta madura (MEDINA; PEREIRA, 2004). De acordo com Bleinroth (1995), praticamente toda transformação na aparência, textura e composição química da banana durante o amadurecimento se deve, direta ou indiretamente, à ação de determinadas enzimas.

Os principais aspectos das bananas que sofrem mudanças durante o amadurecimento são: **(i) Relação polpa/casca** - Ao longo da maturação da banana, o peso da polpa aumenta constantemente devido à absorção da água da casca e até mesmo do engajo (suporte que sustenta o cacho de bananas). Dessa maneira, a casca perde peso. A relação polpa/casca pode ser considerada como índice de maturação da banana, também conhecido como coeficiente de maturação. A alteração deste índice é bastante rápido: enquanto na banana verde é de 1,3 a 1,4, na madura pode chegar a 2,0 (BLEINROTH, 1995); **(ii) Coloração** - A casca da banana tem coloração que vai do verde ao amarelo na fase de maturação em razão da presença de clorofila, xantofila e caroteno. Dois outros pigmentos são encontrados no protoplasma da célula: os flavonoides e as antocianinas. A quantidade de clorofila encontrada na fruta verde é

de 52 a 103 mg por kg de casca. O teor de xantofila tem provado ser maior que o de caroteno, estando entre 5 a 7 mg por kg de casca, enquanto que o caroteno é encontrado na proporção de 1,5 a 3,5 mg por kg. Durante a maturação, a clorofila é gradualmente destruída pela ação enzimática e o caroteno e a xantofila tornam-se cada vez mais evidentes (BLEINROTH, 1995). A cor da casca é um bom indicativo do grau de amadurecimento da banana (MEDINA; PEREIRA, 2004). Na Figura 1, é mostrada a Escala de Maturação de Von Loesecke (1950), utilizada para classificação das bananas pela cor.



Fonte: Adaptado de PBM; PIF, (2006).

**FIGURA 1** - Escala de Maturação de Von Loesecke.

(iii) **Textura** – A polpa de banana é constituída por grande número de pequenas células. Na banana verde, cada uma dessas células possui rígida membrana composta principalmente de substâncias insolúveis, conhecidas como protopectina, no interior encontram-se numerosos grânulos sólidos de amido. O amaciamento visto ao longo do amadurecimento da fruta é um reflexo da degradação coordenada de amido e compostos da parede celular, notadamente substâncias pécticas e hemiceluloses e do aumento de umidade da polpa em razão de trocas osmóticas com a casca (VILAS BOAS et al., 2001).

A solubilização de substâncias pécticas é mediada pela ação da enzima poligalacturonase, responsável pela hidrólise de ligações glicosídicas na protopectina. A ação

dessa enzima é precedida pela ação da pectinametilesterase, enzima que catalisa a desmetilação dos ésteres metílicos dos ácidos poligalacturônicos. Outras enzimas da parede celular também atuam coordenadamente no amaciamento da banana (VILAS BOAS et al., 2001). Segundo Menezes e Draetta (1980), na polpa da banana, a protopectina insolúvel sofre decréscimo de 0,3 a 0,5 % do peso e a pectina solúvel mostra aumento correspondente. O teor de celulose (2 a 3 % do peso) e de hemicelulose (8 a 10 % do peso), na polpa da banana verde, também diminuem com o amadurecimento.

**(iv) Teor de umidade** - Durante a maturação, a umidade da polpa aumenta ligeiramente, devido às transformações que os carboidratos sofrem, e é utilizada na hidrólise do amido. Em geral, a polpa da banana verde apresenta teor de umidade de 70 %, em média. Esse valor é elevado para 75 % quando a fruta está completamente madura (BLEINROTH, 1995).

**(v) Sólidos totais e solúveis** - Os sólidos totais da banana apresentam pequena redução à medida que a fruta amadurece, o que é atribuído à absorção de água pela polpa. No entanto, os sólidos solúveis aumentam rapidamente com a maturação da fruta, em decorrência da degradação do amido (BLEINROTH, 1995).

**(vi) Carboidratos** - A alteração mais perceptível em relação à maturação da banana, que ocorre na polpa, é a transformação do amido em açúcares. A banana verde contém alto teor de amido, em torno de 20%, que, durante a maturação, é convertido pelas enzimas amilolíticas em açúcares. Há predominância de glicose e frutose (de 8 a 10 % da polpa) e da sacarose (de 10 a 12 %), além de outros açúcares presentes em menores quantidades (BLEINROTH, 1995).

**(vii) Acidez** - A banana caracteriza-se por apresentar baixa acidez quando verde que aumenta com o amadurecimento até atingir um máximo, quando a casca está totalmente amarela, para em seguida decrescer. Considera-se que na banana verde o ácido oxálico predomina sobre os ácidos málico e cítrico, porém, este ácido diminui com o amadurecimento, dando lugar ao ácido málico, como o mais importante (BLEINROTH, 1995). Para esses autores, o pH da fruta verde varia de 5,0 a 5,6 e na banana madura de 4,2 a 4,7. Dentro desses limites podem ocorrer variações nas diferentes variedades de banana.

**(viii) Sais minerais** - A banana é rica em sais minerais, destacando-se o potássio, o fósforo, cálcio, sódio e magnésio. Em menores quantidades, encontram-se o ferro, o manganês, iodo, cobre, alumínio e zinco. Os sais minerais apresentam pequena variação com o amadurecimento da fruta, sendo sempre um pouco maior nas bananas verdes que nas maduras (BLEINROTH, 1995).

(ix) **Vitaminas** - A vitamina C atinge seu máximo teor (0,15 a 0,20 mg por 100g de matéria seca) na primeira fase de maturação, isto é, na coloração verde-amarelada, decrescendo rapidamente à medida que vai surgindo a cor amarelada (0,10 a 0,11 mg por 100g) e atinge a proporção mais baixa quando a fruta apresenta manchas marrons na casca. Com a vitamina A ocorre o inverso, ou seja, há o aumento do teor durante a maturação de 160 a 200 U.I. para 450 a 500 U.I. em 100 g de matéria seca (BLEINROTH, 1995).

(x) **Adstringência** - A polpa da fruta verde é rica em compostos fenólicos solúveis, principalmente taninos, que, por meio de ligações cruzadas com as proteínas do interior da boca, causam a sensação de adstringência. À medida que a fruta amadurece, ocorre a polimerização desses compostos fenólicos, com a consequente diminuição na sensação de adstringência, ao mesmo tempo em que ocorre o aumento na doçura e acidez (MENEZES; DRAETTA, 1980; VILAS BOAS et al., 2001).

### 2.3 Resíduos das Cascas de Banana

O conceito usual de resíduo, sucede da agregação aleatória de elementos bem definidos que, quando agrupados, convertem-se em uma massa sem valor comercial e com potencial de agressão ambiental variável segundo a sua composição. No Brasil, a designação “resíduo sólido” compreende as descargas de materiais sólidos provenientes das operações industriais, comerciais, agrícolas e das atividades da comunidade (FIGUEIREDO, 1995).

As principais objeções aos resíduos sólidos nas sociedades de consumo incluem cinco categorias: saúde pública, estética, ocupação do espaço, custo de recolhimento e processamento e degradação de recursos naturais. Estes tópicos representam custos de mão-de-obra, transporte, energia e comprometimento do bem-estar e ambiente (NOLASCO, 1993).

Dentre os resíduos gerados na agricultura, apresenta-se aqueles oriundos da bananicultura. As condições de produção, industrialização e comercialização da banana geram grande quantidade de matéria vegetal, bem como resíduos acumulados e frutos rejeitados (MOURA et al., 2020).

Além de resíduos da bananeira como o pseudocaule, folhas e engaço, uma parcela dos frutos colhidos é descartada antes da comercialização, em decorrência das perdas em razão dos danos ocorridos nas fases do plantio até a colheita, no momento da colheita, no amontoamento dos cachos, nas embalagens de madeira, no transporte interno e externo e no manuseio das frutas nas feiras e supermercados (SILVEIRA, 2020). Simultaneamente, esses danos acarretam alterações no padrão respiratório, evolução do etileno, síntese e degradação

de pigmentos, ativação de enzimas, alteração da firmeza e aumento da perda de água dos frutos (SOUZA; PEIXOTO; WACHHOLZ, 1995).

Na América do Sul, os resíduos da bananicultura são estimados em uma média de 25 a 50% da produção total, devido ao fato de que muitos destes frutos não chegam a ter os padrões de qualidade para exportação e pelo excesso produzido existente no mercado interno. Souza, Peixoto e Waachholz (1995) especificaram as perdas em diferentes etapas na cadeia da banana no Brasil. Esses autores observaram que na lavoura perde-se mais de 5%, no processo de embalagem mais de 2%, atacado de 6% a 10%, varejo de 10% a 15% e, no consumidor de 5% a 8%. Com a industrialização da fruta, dois resíduos são produzidos: rejeitos de frutas de má qualidade e descarte de cascas devido ao beneficiamento da polpa. No Brasil cerca de 3 milhões de resíduos de banana são geradas por ano (ARANTES, 2015).

A casca de banana constitui rica fonte de amido, gordura bruta, fibra dietética total, ácidos graxos poli-insaturados, pectina, aminoácidos essenciais e micronutrientes (K, Ca, P, Mg). Em virtude dos diversos nutrientes presentes, as cascas poderiam ser utilizadas na alimentação para os animais. Inclusive podem ser fermentadas para produção de vinhos, produção de etanol, como substrato para produção de biogás e como material base para extração de pectina (MOHAPATRA, 2010).

Uma opção para melhor aproveitamento da banana (fruta e casca), objetivando o menor desperdício e a melhora da qualidade nutricional dos alimentos é a industrialização, como por exemplo, a produção da farinha da casca da banana. A possibilidade de desenvolvimento desse produto já mostrou ser uma iniciativa bastante promissora. No entanto, há a necessidade de que estes novos produtos sejam aceitos pelos consumidores em geral (CARVALHO et al., 2012).

Além disso, existem muitos estudos sobre o aproveitamento da banana verde para a produção de farinha. Borges et al. (2009), realizaram a caracterização da farinha da banana verde e concluíram que é uma fonte rica de minerais, quando se comparada com os demais tipos de farinha do mercado, estando dentro dos padrões microbiológicos ideais, sendo indicada para consumo.

A casca para fins alimentícios é utilizada em formulações de doces. No estudo de Oliveira et al. (2009) analisaram a influência da utilização de cascas de banana na qualidade física e química de doces elaborados com a polpa integral, na relação 1:2 (casca: polpa); entretanto, a influência do aproveitamento integral da banana madura ainda é pouco vista na literatura.

## 2.4 Farinha da Banana verde e Liofilização

A produção de farinha ou biomassa, está entre as várias maneiras de se reduzir a perda de bananas. Ambos os produtos são altamente nutritivos e quando ingeridos possuem grande impacto fisiológico no corpo humano. A farinha da casca da banana verde é uma excelente fonte de fibras, já a biomassa é rica em amido resistente e possui excelente atuação como espessante. A vantagem desses produtos é que não modificam as características sensoriais do alimento e ao mesmo tempo aumentam a quantidade de vitaminas, minerais, carboidratos e fibras solúveis e insolúveis nas receitas em que são usadas (RANIERI; DELANI, 2014).

Conforme Brasil (2005), pode-se obter diversos produtos a partir da banana, dentre estes estão a farinha da banana verde que é determinada como a parte comestível do rizoma por meio de moagem e outros métodos que são seguros para a produção específica de alimentos.

Dessa forma, vários fatores podem influenciar nas características físico-químicas, tecnológicas e funcionais, uma das condições importantes é o tipo de cultivo, a técnica de desidratação e a variedade do fruto (BEZERRA et al., 2013). Ademais, o fruto verde tem maior quantidade de minerais, comparado com o fruto maduro (MACHADO, SAMPAIO, 2013).

Assim sendo, a farinha pode ser empregada no preparo de sucos, *smoothies*, chips, biscoitos, pães, bolos e macarrão (MOHAPATRA; MISHRA; SUTAR, 2010). Inclusive, a farinha da banana verde aumenta o tempo de vida de prateleira e agregação de valor a fruta (BEZERRA et al., 2013).

A liofilização é o processo de secagem onde a água é removida de um alimento congelado por sublimação e têm como vantagens o mínimo encolhimento, a rápida reidratação devido à estrutura porosa do produto e a elevada retenção de compostos voláteis que conferem sabor e aroma aos alimentos. Como a secagem é feita a baixas temperaturas, a degradação térmica dos nutrientes é mínima e o produto obtido apresenta alta qualidade nutricional. Por ser um processo que requer alto investimento, com custos de operação e de manutenção também elevados, tal método é justificável somente para alimentos de alto valor agregado ou para produtos termossensíveis (JAYARAMAN; DAS GUPTA, 1995; SOKHANSANJ; JAYAS, 1995).

A liofilização apresenta vantagens importantes como a manutenção da estrutura e aspecto do alimento, evita a degradação de substâncias termossensíveis, ajudando na manutenção da cor, sabor e aroma do alimento. Já o processo de sublimação permite a

formação de poros que são rapidamente reidratados, a umidade residual e atividade da água são baixas, evitando o crescimento de microrganismos e aumentando o período de conservação do alimento. Contudo, o processo apresenta elevado custo porque requer pressões muito baixas e possui durações muito altas. Este processo costuma ser lento porque a baixas pressões e devido à estrutura porosa do produto, as transferências de calor e massa são bastante prejudicadas (NAVAS, 2006).

Para Suntharalingam e Ravindran (1993) a transformação de bananas verdes em farinha possui relevância devido à grande disponibilidade da matéria-prima durante todo o ano nas regiões produtoras. Para esses autores, as variedades usadas para cozimento são as mais adequadas para a produção de farinha, por possuírem alto teor de amido e por sofrerem menor alteração de cor durante a secagem, quando comparadas com as variedades para sobremesa.

## **2.5 Fibra Alimentar e Amido Resistente**

Existe um avanço no interesse pelas fibras alimentares, em especial, quanto à significância na saúde do cólon humano e como marcador do estado geral de saúde. Além das fibras alimentares, componentes da dieta como o amido resistente (AR) e oligossacarídeos não digeríveis (OND) surgiram como importantes matérias para investigação científica e aplicação em diferentes alimentos (VAN DOKKUM, 2008).

Ainda existem conflitos entre os cientistas de alimentos, nutricionistas e especialistas em medicina quanto à exata definição de fibras alimentares. Em geral, a designação fibra alimentar inclui sua não digestibilidade pelas enzimas digestivas do corpo humano, a fermentabilidade pela microbiota bacteriana colônica e a origem da parede celular das plantas. As fibras alimentares são um conjunto de substâncias de origem vegetal resistentes à ação de enzimas digestivas no organismo humano, podendo ser consideradas carboidratos complexos, resistentes à digestão e absorção (MAGALHÃES et al., 2016).

A definição da AACC (*American Association of Cereal Chemists*) é bastante similar, ou seja: “as fibras alimentares consistem de remanescentes de partes comestíveis de plantas ou carboidratos análogos que resistem à digestão e absorção no intestino delgado humano e que são fermentados completa ou parcialmente no intestino grosso. As fibras alimentares abrangem os polissacarídeos, oligossacarídeos, lignina e substâncias vegetais associadas que promovem efeitos fisiológicos benéficos à saúde intestinal (aumento do volume e maciez do bolo fecal, aumento da frequência e regularidade de evacuações), redução do colesterol e/ou

glicose sanguíneos” (AACC, 2001).

Segundo a FAO/WHO (2006), as fibras alimentares são carboidratos com grau de polimerização igual ou superior a 3 (não inclui mono e dissacarídeos), que não são digeridos e nem absorvidos no intestino delgado. Equivalem aos carboidratos comestíveis presentes naturalmente nos alimentos *in natura*, de carboidratos obtidos a partir de matéria-prima alimentícia por meios físicos, enzimáticos ou químicos e de carboidratos sintéticos.

Originalmente, as subclasses das fibras alimentares envolvem celulose, hemicelulose, pectinas e ligninas. Outro meio de descrever as subclasses é pela diferenciação entre fibra solúvel e insolúvel. Fibra solúvel parece ter propriedade de redução do colesterol plasmático e pode alterar a resposta glicêmica dos alimentos enquanto que fibra insolúvel é particularmente conhecida por afetar a função do intestino grosso (VAN DOKKUM, 2008).

Conforme Ribeiro (2016), relacionado a velocidade de digestão *in vitro*, o amido pode ser classificado como: amido rapidamente digerido (ARD), amido lentamente digerido (ALD) e amido resistente (AR) de acordo com a velocidade com a qual o alimento é digerido *in vitro*. O ARD, quando submetido à incubação com amilase pancreática e amiloglicosidase a uma temperatura de 37 °C, converte-se em glicose em 20 minutos, o ALD em 120 minutos nas mesmas condições, enquanto que o AR resiste à ação das enzimas digestivas e é subdividido em quatro tipos, de acordo com suas características. A Tabela 2 apresenta essa classificação com alguns exemplos de ocorrência e sua provável digestão no intestino delgado. Van Dokkum (2008) argumenta que, a partir dessa classificação, pode-se concluir que a resistência do AR pode ser reduzida por processos físicos como moagem, mastigação, processamento de alimentos e cocção.



**TABELA 2** - Classificação nutricional do amido in vitro.

<b>Tipo de amido</b>	<b>Exemplo de ocorrência</b>	<b>Provável digestão no intestino delgado</b>
Amido rapidamente digerível (ARD)	Alimentos amiláceos recentemente cozidos	Rápida
Amido lentamente digerível (ALD)	Principalmente cereais crus	Lenta, mais completa
Amido resistente (AR) Tipo I - Amido fisicamente inacessível na matriz do alimento por parede celular ou proteínas	Grãos de cereais inteiros ou parcialmente moídos, sementes e tuberosas	Resistente
Amido resistente (AR) Tipo II - Grânulos nativos protegidos da digestão pela conformação ou estrutura do grânulo (cristalinidade tipo B)	Batata crua e banana verde	Resistente
Amido resistente (AR) Tipo III - Amido retrogradado	Batata cozida e resfriada, pão e flocos de milho	Resistente
Amido resistente (AR) Tipo I - Amidos modificados quimicamente	Ésteres e éteres de amido e amidos com ligações cruzadas	Resistente

Fonte: Englyst; Kingman; Cummings, (1992); Sajilata; Singhal; Kulkarni, (2006).

Cummings e Stephen (2007), afirmam que o conhecimento de que a extensão e a velocidade da digestão do amido podem variar foi um dos mais importantes desenvolvimentos na área de carboidratos dos últimos 30 anos, uma vez que tem implicações na resposta glicêmica dos alimentos, na fermentação que ocorre no intestino grosso e, conseqüentemente, em doenças como diabetes e obesidade.

Conforme Nugent (2005), a ingestão de AR varia consideravelmente de um país para outro. Na Índia e na China, a ingestão diária de AR foi estimada em 10 a 18 g por dia; na União Européia, entre 3 e 6 g por dia enquanto que no Reino Unido a estimativa é de 2,76 g por dia. Na Austrália, o consumo de 5 a 7 g por dia, superior ao da Europa, se deve à disponibilidade comercial de produtos de panificação enriquecidos com AR.

Em relação a ingestão de AR, a Organização de Pesquisa Científica e Industrial da Austrália (SCIRO) recomenda uma ingestão de aproximadamente 20 g de AR por dia, quantidade quatro vezes superior à normalmente fornecida por uma dieta ocidental típica. Comumente, a recomendação nutricional em todo o mundo se refere à ingestão de fibras, sem especificar o tipo, e varia de 20 a 40 g por dia, conforme o país. Conforme, FAO/WHO (2006), uma ingestão diária superior a 25 g de fibra alimentar é recomendada. Para Lunn e Buttriss (2007), como os diferentes tipos de fibra apresentam benefícios distintos para a saúde, a melhor forma de maximizar esses benefícios é incluir na dieta fibras com características variadas, porém, ainda não há evidências suficientes que permitam

recomendações específicas sobre a ingestão diária de cada tipo de fibra.

De acordo com a RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012, que dispõe sobre o regulamento técnico sobre informação nutricional complementar, no subitem 5.1 o alimento é considerado fonte de fibras quando possui 3 gramas de fibras em 100 gramas ou 100 mililitros de produto final ou mesmo, pelo menos 2,5g destas por porção do produto e definido com um “alto teor” de fibras quando apresenta 6 gramas destas por 100 gramas ou 100 mililitros de produto pronto ou 5 gramas de fibras por porção deste (BRASIL, 2012).

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Local e Realização do Experimento**

O trabalho experimental foi conduzido nos Laboratórios de Tecnologia de Cereais, Amido e Derivados, Processamento de Frutas e Hortaliças, Pós-Colheita de Produtos Vegetais e Laboratório de Produtos de Origem Animal do Instituto Federal Goiano Campus Rio Verde, e algumas análises foram realizadas no laboratório da ESALQ da Universidade de São Paulo.

#### **3.2 Aquisição e Processamento da Banana**

Os frutos da banana da cultivar Pacovan (*Musa sapientium Schum*) foram cultivadas no oeste da Bahia em Bom Jesus da Lapa e comercializados em supermercados da cidade de Rio Verde, GO (Figura 2).



Fonte: Arquivo Pessoal, (2021).

**FIGURA 2** - Banana Prata adquirida na cidade de Rio Verde - GO.

Durante a aquisição, foram escolhidos apenas os frutos com o mesmo selo de origem, ausência de danos nas cascas e, principalmente, estágio de maturação correspondente às categorias 1 (verde) e 2 (verde com traços amarelados), estabelecidos conforme a escala de maturação de Von Loesecke.

Para a produção das farinhas da casca de banana liofilizada em diferentes estádios de maturação foi realizado as etapas descritas na Figura 3.



Fonte: Arquivo Pessoal, (2021).

**FIGURA 3** - Fluxograma de etapas para obtenção das farinhas de banana verde.

Na etapa de limpeza e sanitização, as cascas foram lavadas em água corrente e submersas em hipoclorito de sódio a 150 ppm por 15 minutos, posteriormente, para que passassem pelo tratamento térmico e inibição enzimática. Na etapa do tratamento térmico, as cascas ficaram sob imersão em dois litros de água por quinze minutos a uma temperatura média de 80 °C e em seguida submersas em água gelada a cerca de -3 °C por cinco minutos para ocorrer o choque térmico, conforme Figura 4.



Fonte: Arquivo Pessoal, (2021).

**FIGURA 4** - Inibição enzimática das cascas da banana verde.

Após esse processo, as cascas de banana ficaram imersas em ácido acético para inibição enzimática na proporção de 150 mL por 100 g por dez minutos. Posteriormente, a biomassa foi retirada com o auxílio de uma peneira e armazenada em filme plástico e submetida ao congelamento a  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  e antecedendo seis horas do processo de liofilização no ultracongelamento a  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ , (ultra freezer modelo Vertical (MFV/UFV), conforme Figura 5.



Fonte: Arquivo Pessoal, (2021).

**FIGURA 5** - Armazenamento das cascas da banana verde para congelamento.

A etapa de liofilização ocorreu no Liofilizador modelo ENTERPRISE II TERRONI®, por cerca de 48 horas para as amostras em estágio de maturação 1 e para o estágio de maturação 2, 72 horas, saindo do processo completamente secas (Figura 6). Após a finalização dos ciclos as amostras foram moídas no Moinho de facas tipo WILLYE STAR-50®, na peneira de mesh 20, armazenadas em filme plástico dentro de um dessecador a temperatura ambiente até a realização das análises.



Fonte: Arquivo Pessoal, (2021).

**FIGURA 6** - Casca de banana verde liofilizada.

### 3.3 Análises da farinha da Casca da Banana Verde

Para as análises de umidade, cinzas, acidez, pH, extrato etéreo (pelo método de Soxhlet), sólidos solúveis e proteínas (com fator de conversão de 6,25) foram utilizadas as metodologias do ADOLFO LUTZ (2008), utilizando como auxílio equipamentos como, estufa, mufla, pHmetro de bancada Kasvi pH 0-14, extrator Soxhlet e refratômetro modelo ATAGI N- 1 e Brix 0 a 32%.

As análises de fibra bruta, matéria seca e amido foram realizadas pelo Laboratório ESALQ em Piracicaba - São Paulo de acordo com a metodologia da AOAC pelo método químico para determinação da fibra e método enzimático para determinação de amido. Para as análises de absorção em água e solubilidade em água foram utilizadas as metodologias

adaptadas de WANG et al. (2006), NEVES et al., (2008) e LOPES, (2010), com auxílio da centrífuga SL - 700 (Solab<sup>®</sup>) a 5600 rpm por 20 minutos. Para realização da análise de cor foi utilizado o colorímetro modelo CHROMA METER CR - 410<sup>®</sup>.

### 3.4 Delineamento Experimental

As análises foram realizadas com base em dois tratamentos: Estádio 1 – Farinha da casca da banana completamente verde e Estádio 2 – Farinha liofilizada da casca da banana com traços amarelados. Para cada tratamento, foram realizadas 3 repetições.

Os dados coletados nesta pesquisa, foram submetidos a análise de variância (ANOVA) a teste de médias de Tukey por meio do programa de estatística SISVAR.Ink sendo adotado nível de 5% de significância ( $p < 0,05$ ).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Análises Tecnológicas das Farinhas da Casca da Banana Verde

Na Tabela 3 estão dispostos os resultados de absorção em água, absorção em óleo e solubilidade em água da farinha da casca da banana verde com diferentes tratamentos, comparados pela análise de variância e teste de Tukey a 5% de significância.

**TABELA 3** - Valores médios de absorção em água, absorção em óleo e solubilidade em água da farinha da casca da banana verde obtida pelo processo de liofilização com diferentes tratamentos.

Tratamentos	Absorção em água (g por 100g)	Absorção em óleo (g por 100g)	Solubilidade em água (g por 100g)
Estádio 1	6,02 ± 1,01 <sup>a</sup>	3,40 ± 1,28 <sup>a</sup>	64,83 ± 9,01 <sup>a</sup>
Estádio 2	6,09 ± 0,50 <sup>a</sup>	3,92 ± 0,39 <sup>a</sup>	48,71 ± 4,77 <sup>a</sup>

\*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

\*\*Estádio 1 – Casca da banana completamente verde.

\*\*\*Estádio 2 – Casca da banana verde com traços amarelados.

Avaliando a absorção em água, absorção em óleo e solubilidade em água os tratamentos não diferiram entre si, indicando que ambas têm o mesmo comportamento para

fabricação de produtos panificados. Os índices de absorção em água e óleo foram menores que o relatado no estudo de Soares et al., (2020).

A solubilidade em água variou de 48,71 a 64,83g, não apresentando diferença significativa e tendência em relação à concentração de amido, tendo em vista que o desvio padrão se mostrou elevado, fatores que podem ser explicados pela metodologia empregada.

#### 4.2 Análises Físico-Químicas das Farinhas da Casca da Banana Verde

Na Tabela 4 estão dispostos os resultados da composição centesimal das farinhas da casca da banana verde obtida pelo processo de liofilização com diferentes tratamentos, comparados pela análise de variância e teste de Tukey a 5% de significância.

**TABELA 4** - Valores médios e desvio padrão da composição centesimal das farinhas da casca da banana verde obtida pelo processo de liofilização com diferentes tratamentos.

<b>Tratamento</b>	<b>Estádio 1</b>	<b>Estádio 2</b>
<b>Umidade (g por 100g)</b>	5,612 ± 0,11 <sup>a</sup>	7,51 ± 0,11 <sup>b</sup>
<b>Cinzas (g por 100g)</b>	8,63 ± 0,02 <sup>b</sup>	12,26 ± 0,03 <sup>a</sup>
<b>Proteínas (g por 100g)</b>	2,49 ± 1,27 <sup>a</sup>	3,14 ± 1,16 <sup>a</sup>
<b>Lipídeos (g por 100g)</b>	7,98 ± 1,73 <sup>a</sup>	8,02 ± 1,24 <sup>a</sup>
<b>Matéria seca (g por 100g)</b>	86,97 ± 0 <sup>a</sup>	87,67 ± 0 <sup>b</sup>
<b>Fibra bruta (g por 100g)</b>	14 ± 0 <sup>a</sup>	14,5 ± 0 <sup>b</sup>
<b>Amido (g por 100g)</b>	20,26 ± 0 <sup>a</sup>	24,7 ± 0 <sup>b</sup>
<b>Acidez titulável (g por 100g)</b>	5,58 ± 0,51 <sup>a</sup>	2,54 ± 0,30 <sup>b</sup>
<b>pH</b>	4,25 ± 0,01 <sup>a</sup>	4,88 ± 0,005 <sup>b</sup>
<b>Sólidos solúveis (°Brix)</b>	1,70 ± 0,51 <sup>b</sup>	3,43 ± 0,31 <sup>a</sup>

\*Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha não diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

\*\*Estádio 1 – Casca da banana completamente verde.

\*\*\*Estádio 2 – Casca da banana verde com traços amarelados.

Em relação a umidade e cinzas, a farinha da casca da banana verde liofilizada no estágio 2 se sobressaiu em relação a farinha de casca de banana verde liofilizada no estágio 1. Ao passo que para as variáveis proteínas e lipídeos, não apresentaram diferença significativa



(Tabela 4).

O teor de umidade da farinha da casca da banana verde liofilizada no estágio 2 foi de 7,51 g e 5,61 g para farinha da casca da banana verde liofilizada no estágio 1, sendo o menor teor obtido, estatisticamente quando se comparou os dois tratamentos, houve diferenças significativas, no entanto, estes baixos teores estão de acordo com a exigência da Legislação Brasileira para o padrão de identidade e qualidade de farinhas, que preconiza valores no intervalo de 5 a 15 % (ANVISA, 2005). Farinhas com umidade acima de 15 % tendem a formar grumos, o que pode prejudicar a produção de massas por processo contínuo (FERNANDES et al., 2008). Leite-Legatti et al. (2012) relataram valor de 15,33 % em farinha de casca de jabuticaba.

Para o conteúdo de lipídeos os resultados foram de 7,98 g e 8,02 g não apresentando diferenças significativas entre si. Os teores de cinzas mostraram diferença ao longo da maturação, os maiores valores foram para farinha da casca da banana verde liofilizada no estágio 2. O que difere do estudo sobre a mudança da composição da farinha da banana durante seu amadurecimento (ADEYEMI; OLADIJI, 2009). Essa diferença pode estar relacionada ao aumento no teor de água obtido ao longo dos estádios de maturação (YAP et al., 2017).

O valor médio de extrato etéreo obtido neste trabalho foi entre 7,98 e 8,02 g, valores superiores aos de Emaga et al. (2007), que constataram  $5,9 \pm 0,1\%$  (base seca) em farinha de banana (French Clair) obtida por secagem a 60 °C por 24 h, e por Lee et al. (2010), que observaram  $2,24 \pm 0,12\%$  (base seca) em pó de banana madura obtido por liofilização. Já Castilho et al. (2014) verificaram teores acentuadamente maiores (11,67 % de lipídios) com bananas da variedade Prata, sendo mais próximos aos determinados neste trabalho.

O teor de proteínas foi inferior ao de Emaga et al. (2007) ( $9,1 \pm 0,2\%$ ) e Lee et al. (2010) que determinaram em pó liofilizado de banana madura ( $5,50 \pm 0,27\%$ ). Os valores de matéria seca, fibra bruta e amido diferiram significativamente a 5% de probabilidade, embora os valores estejam próximos, a farinha da casca de banana verde liofilizada no estágio 1 se sobressaiu em relação a farinha de casca de banana verde liofilizada no estágio 2 (Tabela 4).

Apesar das fibras não possuírem valor nutritivo, sua determinação também se julga importante em produtos alimentares, uma vez que as estruturas e características desempenham diferentes funções fisiológicas no trato gastrointestinal (CECCHI, 2007). O teor de fibra bruta (FB) diferiu-se entre os tratamentos apresentando 14g para farinha da casca da banana verde liofilizada no estágio 1 e 14,5g para farinha de casca da banana verde liofilizada no estágio 2.

Segundo a Resolução RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012, que dispõe sobre o

Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar, o alimento, para ser classificado com “alto conteúdo de fibras”, deve conter no mínimo 5 g por porção ou no mínimo 6 g a cada 100 g em pratos preparados. Para ser definido como “fonte de fibras” deve conter, pelo menos, 2,5 g por porção ou no mínimo 3 g a cada 100 g em pratos preparados, sem considerar a contribuição dos ingredientes utilizados na sua preparação (BRASIL, 2012). Portanto, a farinha da casca da banana pode ser considerada de alto teor de fibras.

A matéria seca das farinhas diferiu significativamente a 5% de probabilidade, embora os valores estejam próximos, a farinha da casca da banana verde liofilizada no estágio 1 apresentou maior valor, indicando que após a retirada total de umidade, a mesma possui maior quantidade material em sua composição centesimal. Como não foram encontrados valores de matéria seca do produto em estudo, será comparado com um produto padrão do mercado, derivado de trigo. Conforme Franceschina (2013) os resultados variaram de 86,82 g a 90,36 g para derivados do trigo, próximos aos encontrados nesse estudo para as duas farinhas de casca de banana verde.

A farinha da casca da banana verde liofilizada no estágio 2 possui melhores resultados em relação a acidez total que tende a diminuir de acordo com os estágios de maturação. Em contrapartida, a farinha de casca de banana verde liofilizada no estágio 2 apresentou maiores sólidos solúveis (Tabela 4).

Os sólidos solúveis totais (SST) representam o conteúdo de açúcares solúveis, ácidos orgânicos e outros constituintes menores (SEYMOUR et al., 2012). A concentração desses sólidos constitui-se em uma das variáveis mais importantes para medir a qualidade dos frutos. A quantidade de sólidos solúveis totais foi de 1,70 °Brix para farinha da casca da banana verde liofilizada no estágio 1 e 3,43 °Brix para farinha da casca da banana verde liofilizada no estágio 2. É perceptível que para a farinha da casca de banana liofilizada no estágio 2 apresenta valores superiores em relação aos sólidos solúveis.

Sabe-se que as frutas em geral são ricas em açúcares redutores, sobretudo glicose e frutose. Apesar de cada fruto possuir suas particularidades, em geral, os teores de açúcares aumentam com o tempo de maturação pela degradação de polissacarídeos ou por meio de processos biossintéticos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Em relação a acidez, observou-se diminuição desse parâmetro quando as bananas passaram do estágio verde para verde com traços amarelados. De acordo com Santos et al. (2009) e Chitarra e Chitarra (2005), a acidez das frutas tende a diminuir conforme o estágio de maturação, porém, em algumas frutas esse teor pode aumentar. O pH em contrapartida, aumentou com o decorrer da maturação. Segundo Álvares (2003), os valores de pH diminuem

após a colheita da banana, porém, podem aumentar no final do amadurecimento ou início da senescência, comportamento observado para a banana terra no presente estudo.

### 4.3 Análises de cor

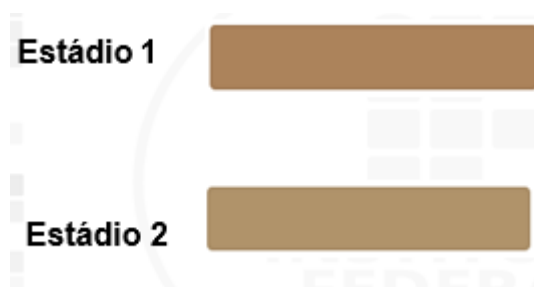
Para avaliar os parâmetros instrumentais de cor da farinha da casca da banana verde foi realizado a análise de colorimetria, cujas coordenadas estão apresentadas na Tabela 5.

**TABELA 5** - Coordenadas colorimétricas da farinha da casca da banana verde obtida pelo processo de liofilização com diferentes tratamentos.

Tratamento	L*	a*	b*	C*	h°
Estádio 1	58,01 ± 0,04 <sup>b</sup>	10,4 ± 0,09 <sup>a</sup>	27,62 ± 0,09 <sup>b</sup>	29,52 ± 0,12 <sup>a</sup>	69,37 ± 0,10 <sup>b</sup>
Estádio 2	62,71 ± 0,79 <sup>a</sup>	5,16 ± 0,09 <sup>b</sup>	25,7 ± 0,14 <sup>a</sup>	26,21 ± 0,16 <sup>b</sup>	78,64 ± 0,13 <sup>a</sup>

\*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente a 5% de probabilidade.

Com intuito de tonar os dados obtidos na Tabela 5 mais visuais, os parâmetros L\*, a\* e b\* foram convertidos em RGB com auxílio do site Colormine, após isso, os valores em RGB foram transferidos para o Microsoft Paint, onde foi possível gerar uma cor fixa para cada uma das amostras, conforme demonstrado na Figura 7.



Fonte: Arquivo Pessoal, (2021).

**FIGURA 7** - Cor das farinhas da casca da banana verde obtidas em dois estádios de maturação.

O parâmetro L\* representa a escala de cor preto-branco que varia de 0 a 100. Desta forma, quanto mais próximo de 100, mais clara é a amostra (LEÃO, 2013). Desta maneira, percebe-se que a farinha da casca da banana verde liofilizada no estágio 2 mostrou-se mais clara, diferindo, ao nível de 5 % de significância da farinha da casca da banana verde liofilizada no estágio 1.

A variável a\* posiciona a cor do objeto no eixo verde-vermelho, enquanto a variável b\* descreve a cor no objeto no eixo amarelo-azul. Entretanto, não é possível efetuar uma

avaliação comparativa das amostras avaliando estes parâmetros separadamente, visto que um parâmetro afeta o outro. De tal modo que a discussão de resultados é melhor efetuada com base nos parâmetros  $L^*$ ,  $h^\circ$  e  $C^*$  (LEÃO, 2013).

A luminosidade ( $L^*$ ) distinguiu-se entre os tratamentos, apresentando maiores valores para o tratamento 2, conforme demonstrado na Figura 7. Esse resultado pode ser explicado de acordo com a representação da escala de Von Loesecke para o espaço de cores CIELAB, onde os valores de luminosidade ascendem até o 5º estágio com declínio nos estágios posteriores (GOMES et al., 2013) e compatível com outros estudos (REGINIO Jr. et al., 2020).

Os valores de  $a^*$  e de  $b^*$ , também podem explicar o aumento da luminosidade entre os tratamentos, visto que a relação amarelo/vermelho diminui, o que resulta na refletância do fruto, a qual é maior para a cor amarela (MUNIZZ-GÄAL et al., 2018) que em bananas é decorrente da síntese de carotenoides, ao mesmo tempo que ocorre a degradação de pigmentos de clorofila ao longo do amadurecimento, diminuindo a intensidade do verde (REGINIO Jr. et al., 2020).

O parâmetro  $h^\circ$  descreve a tonalidade definindo a cor propriamente dita; enquanto que o parâmetro  $C^*$  descreve a intensidade da cor, ou seja, quanto maiores os valores de  $C^*$ , mais intensa é a cor.

De maneira geral, a farinha de casca de banana verde liofilizada no estágio 2 mostrou-se mais clara, exibindo o menor valor de Chroma, diferindo, ao nível de 5% de significância, da farinha de casca de banana verde liofilizada no estágio 1, que se mostrou mais escura (Tabela 7).

Portanto, foi possível notar que ambas as farinhas possuem tonalidade clara, podem ser usadas para desenvolvimento de produtos panificadas, não ocasionando interferência nas características sensoriais do produto.

## **5 CONCLUSÕES**

Apesar da farinhas da casca da banana verde possuírem resultados um pouco semelhantes, quando observados as características tecnológicas é possível notar que a farinha da casca da banana verde liofilizada no estágio 2 apresentou valores mais interessantes em relação a absorção e solubilidade em água, fator que influencia diretamente no rendimento do produto final, pois tal produto permite adição de água, o que facilita seu manuseio e evita ressecamento. Em contrapartida, quando observada a composição química das farinhas, a farinha da casca da banana verde liofilizada no estágio 1, apresenta uma melhora na

quantidade de lipídeos e minerais disponíveis. A umidade de ambas as farinhas está dentro dos padrões estabelecidos pela legislação.

Os resultados obtidos demonstram que ambas as farinhas são excelente alternativa para a produção de produtos de panificação, pois apresentam resultados satisfatórios nutricionais em relação a composição.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AACC. AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. The definition of dietary fiber. AACC Report. **Cereal Foods World**, v.46, n.3, p.112-126, 2001.

ADEYEMI, O. S.; OLADIJI, A. T. Compositional changes in banana (*Musa spp.*) fruits during ripening. **African Journal of Biotechnology**, vol. 8, n. 5, p. 858-859, 6 mar., 2009.

AEBE (Asociación de Exportadores de BananodelEcuador). **Estadísticas según destino de las exportaciones**. Guayaquil: AEBE; 2012.

AGRIANUAL: **anúário da agricultura brasileira**. 24. ed. São Paulo: FNP Consultoria & Agroinformativos, 2019. 449 p.

ALBURQUEQUE, B. L. **Gestão de Resíduos sólidos na Universidade Federal de Santa Catarina: Os programas desenvolvidos pela coordenadoria de Gestão Ambiental**. X Coloquio Internacional sobre Gestión Universitária en América del Sur. Mar Del Plata, dez. 2010. Disponível em:  
<[http://gestaoderesiduos.ufsc.br/files/2016/04/05\\_GRS-na-UFSCdesenvolvido-pela-coordenadoria-de-GA.pdf](http://gestaoderesiduos.ufsc.br/files/2016/04/05_GRS-na-UFSCdesenvolvido-pela-coordenadoria-de-GA.pdf)> Acesso em nov. 2021.

ÁLVARES, V. de S.; CORRÊA, P. C.; VIEIRA, G.; FINGER, F. L.; AGNESINI, R. V. Análise da coloração da casca de banana prata tratada com etileno exógeno pelo método químico e instrumental. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Campina Grande, v.5, n.2, p.155-160, 2003.

ARANTES, J. T. Resíduos de laranja e banana podem contribuir para a produção de etanol. 2015. Disponível em:  
<https://agencia.fapesp.br/residuos-de-laranja-e-banana-podem-contribuir-para-a-producao-de-etanol/20889/>. Acesso em: 30 de dezembro de 2021.

AURORE, G.; PARFAIT, B.; FAHRASMANE, L. Bananas, raw materials for making processed food products. **Trends in Food Science & Technology**, 20, n. 2, p. 78-91, 2009.

BEZERRA, C. V.; AMANTE, E. R.; DE OLIVEIRA, D. C.; RODRIGUES, A. M. C.; DA SILVA, L. H. M. Green banana (*Musa cavendishii*) flour obtained in spouted bed – Effect of drying on physico-chemical, functional and morphological characteristics of the starch. **Industrial Crops and Products**, 41, p. 241-249, 2013.

BLEINROTH, E.W. Matéria-prima. In: MEDINA, J.C.; BLEINROTH, E.W.; DE MARTIN, Z.J.; TRAVAGLINI, D.A.; OKADA, M.; QUAST, D.G.; HASHIZUME, T.; MORETTI, V.A.; BICUDO NETO, L.C.; ALMEIDA, L.A.S.B.; RENESTO, O.V. **Banana: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos**. 2ª ed. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1995, p. 133 – 196.

BOLFARINI, A. C. B.; LEONEL, S.; LEONEL, M.; TECCHIO, M. A.; SILVA, M. S.; SOUZA, J. M. A. Growth, yield and fruit quality of ‘Maçã’ banana under different rates of phosphorus fertilization. **Australian Journal of Crop Science**, v. 10, n. 9, p. 1368- 1374, set., 2016.

BORGES, A. L.; SOUZA, A. d. S.; MATOS, A. P. d.; LEDO, C. A. d. S.; RITZINGER, C. H.

S. P.; ALMEIDA, C. O. d.; ALVES, É. J.; VIANA, E. d. S.; COELHO, E. F.; SOUZA, F. V. D.; MATSUURA, F. C.; NETO, F. P. L.; SEREJO, J. A. d. S.; SILVEIRA, J. R. S.; SOUZA, L. d. S.; POIANI, L. M.; LIMA, M. B.; PEREIRA, M. E. C.; FANCELLI, M.; MATSUURA, M. I. d. S. F.; WASZCZYNSKJ, N.; FILHO, P. E. M.; GODOY, R. C. B. d.; SILVA, S. d. O. e.; MEDINA, V. M.; CORDEIRO, Z. J. M. **Banana: O produtor pergunta, a Embrapa responde.**

2 ed. Embrapa, Brasília, 2012.

BORGES, A. M; PEREIRA, J; SILVA-JÚNIOR, A; LUCENA, E. M. P; SALES, J. C. Estabilidade da pré-mistura de bolo elaborada com 60% de farinha de banana verde. **Ciência Agrotécnica**, v.34, n.1, p.173-181, 2010.

BRASIL. Resolução n.263. **Regulamento técnico para misturas para o preparo de alimento e alimentos pronto para o consumo.** 22 de setembro de 2005.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA. RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012. Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 19 nov. 2012.

CARVALHO, K. H; BOZATSKI, L. C; SCORSIN, M; NOVELLO, D; PEREZ, E; DALLA SANTA, H. S; SCORSIN, G; BATISTA, M. G. Desenvolvimento de cupcake adicionado de farinha de casca de banana: características sensoriais e químicas. **Alimentos e Nutrição**, v.23, n.3, p.475-481, 2012.

CASTILHO, L. G.; ALCANTARA, B. M.; CLEMENTE, E. The physical-chemical analysis and development of the banana peel meal, the “in natura” banana peel and the unripe banana pulp from the cultivars Manzano and Chunkey. **e-xacta**, v. 7, n. 2, p. 107-114, 2014.

CECCHI, H. M. (2003). Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos. Editora da UNICAMP.

CHITARRA, M. I. F., CHITARRA, A. B. (2005). **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio.** Lavras: ESAL/FAEPE, 171-328.

CLIFTON, P.; KEOGH, J. Starch. In: CABALLERO, B.; FINGLAS, P. M., et al (Ed.). **Encyclopedia of Food and Health.** Oxford: Academic Press, 2016. p. 146-151.

CORDOBA, L. d. P.; DA SILVA, R. G.; GOMES, D. d. S.; SCHNITZLER, E.; WASZCZYNSKYJ, N. Brazilian green banana. **Journal of Thermal Analysis and Calorimetry**, 2018.

CUMMINGS, J.H.; STEPHEN, A.M. Carbohydrate terminology and classification. **European Journal of Clinical Nutrition**, v.61, supl.1, S5–S18, 2007.

DA SILVA CONCEIÇÃO, A.; MATSUMOTO, K.; BAKRY, F.; BERND-SOUZA, R. B. Plant regeneration from long-term callus culture of AAA-group dessert banana. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 33, n. 8, p. 1291-1296, 1998.

DE BARROS MESQUITA, C.; LEONEL, M.; FRANCO, C. M. L.; LEONEL, S.; GARCIA, E. L.; DOS SANTOS, T. P. R. Characterization of banana starches obtained from cultivars grown in Brazil. **International Journal of Biological Macromolecules**, 89, p. 632-639, 2016.

DOTTO, J.; MATEMU, A. O.; NDAKIDEMI, P. A. Nutrient composition and selected physicochemical properties of fifteen Mchare cooking bananas: A study conducted in northern Tanzania. **Scientific African**, v. 6, nov., 2019.

EMAGA, T. H. et al. Effects of the stage of maturation and varieties on the Chemical composition of banana and plantain peels. **Food Chemistry**, v. 103, p. 590-600, 2007

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2018. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia40/AG01/Abertura.html>. Acesso em: 13/11/2021.

ENGLYST, H.N.; KINGMAN, S.M.; CUMMINGS, J.H. Classification and measurement of nutritionally important starch fractions. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 46, n.2, p. 33 -50, 1992.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Produção mundial de banana em 2019**. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 16 nov. 2021.

FAO/WHO. FOOD AND AGRICULTURAL ORGANISATION/WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Report of the 27th Session of the Codex Committee on Nutrition and Foods for Special Dietary Uses**. Bonn, Germany, 21–25 November 2005. 2006.

FAOSTAT. Agriculture Organization of the United Nations Statistics Division. Data-Crops-Production. 2019. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em: 09/11/2021.

FERNANDES, A. **Cascas, talos, folhas e outros tesouros nutricionais: solução práticas e originais para o aproveitamento integral dos alimentos**. Lisboa: Planeta, 336 p., 2012.

FERNANDES, A. F., PEREIRA, J., GERMANI, R; OIANO-NETO, J. (2008). Efeito da substituição parcial da farinha de trigo por farinha de casca de batata (*Solanum Tuberosum* Lineu). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 28(1), 56-65.

FIGUEIREDO, P.S. **A sociedade do lixo: os resíduos, a questão energética e a crise ambiental**. Piracicaba: UNIMEP, 1995. P. 47-56.

GOMES, J. F. S.; VIEIRA, R. R.; LETA, F. R. Colorimetric indicator for classification of bananas during ripening. **Scientia Horticulturae**, v. 150, n. 4, p. 201-205, fev., 2013.

GONDIM, T. M. d. S.; CAVALCANTE, M. d. J. B. **Como produzir banana**. Embrapa Acre- Documentos (INFOTECA-E): Rio Branco: Embrapa Acre-Documentos 44: 31 p. 2001.

IBGE, **Produção Agrícola Municipal 2017**. Rio de Janeiro: IBGE, 2018.

JAYARAMAN, K.S.; DAS GUPTA, D.K. Drying of fruits and vegetables. In: 2nd



MUJUMDAR, A.S. (ed). **Handbook of industrial drying**. ed. New York: Marcel Dekker, 1995, vol 1, chap. 21, p. 643 – 690.

LEE, E. et al. Development of banana peel jelly and its antioxidant and textural properties. **Food Sci. Biotechnol.**, v. 19, n. 2, p. 449-455, 2010

LEITE-LEGATTI, A. V., BATISTA, Â. G., DRAGANO, N. R. V., MARQUES, A. C., MALTA, L. G., RICCIO, M. F; DE CARVALHO, J. E. (2012). Jaboticaba peel: Antioxidant compounds, antiproliferative and antimutagenic activities. **Food Research International**, 49(1), 596-603.

LEONEL, M. et al. Extração e caracterização de diferentes amidos genótipos de bananeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, p.599-605, 2011.

LUNN, J.; BUTRISS, J.L. Carbohydrates and dietary fiber. **British Nutrition Foundation Nutrition Bulletin**, v. 32, p. 21-64, 2007.

MACHADO N. C. R.; SAMPAIO R.C. **Efeitos do amido resistente da biomassa da banana verde**. Artigo apresentado no V seminário de pesquisa e TCC da Faculdade União Goyazes, Goiás. 2013.

MAGALHÃES,B.C. et al. Consumo de fibras alimentares entre indivíduos adultos em um supermercado de São Luis, Maranhão. *Revista Pesquisa Saúde*, São Luís, p. 137-140, 2016.

MATTILA, P.; HELLSTRÖM, J.; TÖRRÖNEN, R. Phenolic acids in berries, fruits, and beverages. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 54, n. 19, p. 7193– 7199, ago., 2006.

MATTOS, L. A.; AMORIM, E. P.; AMORIM, V. B. D. O.; COHEN, K. D. O.; LEDO, C. A. D. S. Agronomical and molecular characterization of banana germplasm. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 2, p. 146–154, fev., 2010.

MEDINA, V. M.; PEREIRA, M. E. C. Pós-colheita. In: LIMA, M. B.; OLIVEIRA e SILVA, S.; FERREIRA, C. F. (Ed). **Banana: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. 2ª. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2012. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

MEDINA, V.M.; PEREIRA, M.E.C. Pós-colheita. In: BORGES, A.L.; SOUZA, L.S. **O cultivo da bananeira**. Cruz das Almas: EMBRAPA, 2004, cap.12, p.219.

MENEZES, H.C.; DRAETTA, I.S. Bioquímica das frutas e hortaliças. In: **Alguns aspectos tecnológicos das frutas tropicais e seus produtos**. São Paulo: ITAL, 1980.

MENON, R. Banana Breeding. In: MOHANDAS, S. e RAVISHANKAR, K. V. (Ed.). **Banana: Genomics and Transgenic Approaches for Genetic Improvement**. Singapore: Springer Singapore, 2016. p. 13-34.

MOHAPATRA, D.; MISHRA, S.; SUTAR, N. **Banana and its by-product utilization: an overview**. *Journal of Scientific e Industrial Research*, v. 69, p. 323-329, 2010

MOURA, I. A. A; DANTAS, J; CAVALCANTI, I. L. R; LIMA, M. M; SILVA, M. C. D.

Biomassa proveniente da casca da banana *Musa sapientum*: pre-tratamento e hidrólise ácida para análise da viabilidade na produção de bioetanol. **Braz. J. of Develop.**, Curitiba, v. 6, n. 1, p. 1975-1987, jan. 2020.

MUNIZZ-GÄAL, L. P.; PEZZUTO, C. C.; CARVALHO, M. F. H. Eficiência térmica de materiais de cobertura. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 18, n. 1, jan.-mar., 2018.  
NAVAS, J.S.R. “**Liofilización de Alimentos**”, Universidad del Valle, Colômbia, 2006.

NERIS, T. S., Silva, S. S., Loss, R. A., Carvalho, J. W. P., & Guedes, S. F. Avaliação físico-química da casca da banana (*Musa spp.*) in natura e desidratada em diferentes estádios de maturação. **Ciência e Sustentabilidade**, v. 4, n. 1, p. 5-21, 2018.

NETO, J. M. M. et al. Componentes químicos da farinha de banana (*Musa sp.*) obtida por meio de secagem natural. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 2, n. 3, p. 316-318, 1998

NOLASCO, A.M. **Utilização de resíduos da indústria de papel na produção de materiais para construção civil**. São Carlos, 1993. 171 p. Dissertação (Mestrado). Escola de engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo.

NUGENT, A.P. Health properties of resistant starch. British Nutrition Foundation **Nutrition Bulletin**, v.30, p. 27-54, 2005.

OLIVEIRA, L. F; BORGES, S. V; NASCIMENTO, J; CUNHA, A. C; JESUS, T. B; PEREIRA, P. A. P; PEREIRA, A. G; FIGUEIREDO, L. P; VALENTE, W. A. Utilização de casca de banana na fabricação de doces de banana em massa – avaliação da qualidade. **Alimentos e Nutrição**, v.20, n.4, p.581-589, 2009.

ORMENESE, R. C. S. C.; QUEIROZ, F. P. C.; VITALI, A. A. **Obtenção de farinha de banana verde por diferentes processos de secagem e aplicação em produtos alimentícios**. UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS, Campinas – São Paulo, p. 1-156, 2010.

PEREIRA, K. D. Amido resistente, a última geração no controle de energia e digestão saudável. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.27, p. 88-92, 2007.

QAMAR, S.; SHAIKH, A. Therapeutic potentials and compositional changes of valuable Compounds from banana- A review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 79, p. 1-9, set., 2018.

RANIERI, L.M.; DELANI, T.C.O. Banana verde (*musa spp*): obtenção da biomassa e ações fisiológicas do amido resistente. **Revista UNINGÁ Review**. Paraná. Vol.20, n.3, pp.43-49, 2014.

REGINIO Jr., F. C.; KETNAWA, S.; OGAWA, Y. In vitro examination of starch digestibility of Saba banana [*Musa ‘saba’ (Musa acuminata × Musa balbisiana)*]: impact of maturity and physical properties of digesta. **Scientific Reports**, v. 10, fev., 2020.

REKHA, A. History, Origin, Domestication, and Evolution. In: MOHANDAS, S. e RAVISHANKAR, K. V. (Ed.). **Banana: Genomics and Transgenic Approaches for Genetic Improvement**. Singapore: Springer Singapore, 2016. p. 3-11.

Ribeiro, É.M. 2016. **Amido resistente, digestibilidade e respostas pósprandiais de glicose e insulina em cães adultos e idosos**. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal. Brasil.

SANTOS, S.B.; SILVA, S.O.; AMORIM, E.P. Determinação do ponto ideal de consumo de banana cultivar-FHIA-21. IN: 50 Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas. Guarapari (ES). **Anais do 50 V Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas**. Sociedade brasileira de melhoramento de Plantas. 2009.

SILVA, A. P; SOUZA, P. A. **Doce da casca de banana: processamento e aceitação sensorial**. Congresso Técnico-Científico de Engenharia e da Agronomia – CONTECC, 2021.

SILVA, A. A.; JUNIOR, J. L. B.; BARBOSA, M. I. M. J. Farinha de banana verde como ingrediente funcional em produtos alimentícios. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, ed. 12, p. 2252-2258, dez 2015.

SILVA, S. O.; PEREIRA, L. V.; RODRIGUES, M. G. V. Bananicultura irrigada: Inovações tecnológicas: variedades. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 29, n. 245, p. 78-83, jul.-ago., 2008.

SILVEIRA, P. R. N. **Uso da  $\alpha$ -amilase na produção de etanol a partir de resíduos da casca de banana**. 45p. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Alimentos) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2020.

SOKHANSANJ, S.; JAYAS, D.S.; Drying of foodstuffs. In: MUJUMDAR, A.S. (ed). 2nd **Handbook of industrial drying**. ed. New York: Marcel Dekker, 1995, vol 1, chap. 19, p. 589 – 625.

SOUZA, A. T.; PEIXOTO, A. N.; WAACHHOLZ, D. **Banana**. Florianópolis: Instituto de Planejamento e Economia Agrícola de Santa Catarina, 1995. 103 p.

SUNTHARALINGAM, S.; RAVINDRAN, G. Physical and biochemical properties of green banana flour. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 43, p. 19 – 27, 1993.

TACO. **Tabela brasileira de composição de alimentos**: NEPA. UNICAMP. Campinas - São Paulo: 161 p. 2011.

THOMPSON, A. K. 10 - **Banana** (*Musa spp.*). In: YAHIA, E. M. (Ed.). Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits: Woodhead Publishing, 2011. p. 216-244e.

VAN DOKKUM, W. Propriedades funcionais de fibras alimentares, amido resistente e oligossacarídeos não digeríveis. In: COSTA, N.M.B.; ROSA, C.O.B. (Ed), **Alimentos funcionais**: Benefícios para a saúde. Viçosa, 2008.

VILAS BOAS, E.V.B.; ALVES, R.E.; FILGUEIRAS, H.A.C.; MENEZES, J.B. Características da fruta. In: MATSUURA, F.C.A.U.; FOLEGATTI, M.I.S. (Ed.) **Banana**: Pós-colheita. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001, Cap.2, p. 15-19.

VON LOESECKE, H. W. **Bananas**. 2ed. New York: Interscience Publishers 1950, p. 52-66.

VILELA, C.; SANTOS, S. A.; VILLAVERDE, J. J.; OLIVEIRA, L.; NUNES, A.; CORDEIRO, N.; FREIRE, C. S. R. Lipophilic phytochemicals from banana fruits of several Musa species. **Food Chemistry**, v. 162, p. 247–252, nov., 2014.

VIANA, E. S. et al. Aplicação de farinha de banana verde para substituição parcial de trigo farinha em pão fatiado. **Revista Semina: Ciências Agrárias**. Londrina, p. 2399-2408. 19 jul 2018.

VIVAS, W. S. M., APONTE, A. A. A., & COCK, L. S. (2019). Ultrasonido y Deshidratación Osmótica como Pretratamientos a la Liofilización de Melón (Cucumis melo L.). **Información Tecnológica**, 30(3), 179-188.

WANG, L. Z.; WHITE, P. J. Structure and properties of amylose, amylopectin, and intermediate materials of oat starches. **Cereal Chem**, v.71, n.3, p.263-268, 1994.

YAP, M.; FERNANDO, W. M. A. D. B.; BRENNAN, C. S.; JAYASENA, V.; COOREY, R. The effects of banana ripeness on quality indices for puree production. **LWT – Food Science and Technology**, v. 80, p. 10-18, jul., 2017.