



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS
AGROINDUSTRIAIS**

SABRINA DE MEDEIROS FONTES

**CARACTERIZAÇÃO E PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA DO
AMIDO DE BANANA VERDE VARIEDADE MYSORE**

POMBAL - PB

2016

SABRINA DE MEDEIROS FONTES

**CARACTERIZAÇÃO E PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA DO
AMIDO DE BANANA VERDE VARIEDADE MYSORE**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Sistemas Agroindustriais ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais, da Universidade Federal de Campina Grande. Linha de pesquisa: Produção e Tecnologia Agroindustrial.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Mônica Tejo Cavalcanti

POMBAL - PB

2016

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

F683c

Fontes, Sabrina de Medeiros.

Caracterização e prospecção tecnológica do amido de banana verde variedade Mysore / Sabrina de Medeiros Fontes. – Pombal, 2016.

91f.

Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2016.

"Orientação: Profa. Dra. Mônica Tejo Cavalcanti".

Referências.

1. Amido de Banana. 2. Amilose. 3. Banana - Polpa (Mysore). 4. Tecnologia Agroindustrial. 5. Prospecção Tecnológica. I. Cavalcanti, Mônica Tejo. II. Universidade Federal de Campina Grande, Pombal (PB). III. Título.

CDU 664.27 (043)

SABRINA DE MEDEIROS FONTES

**CARACTERIZAÇÃO E PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA DO AMIDO DE BANANA
VERDE VARIEDADE MYSORE**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Sistemas Agroindustriais ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais, da Universidade Federal de Campina Grande. Linha de pesquisa: Produção e Tecnologia Agroindustrial.

Data de apresentação: 29/08/2016

Resultado: Aprovada

BANCA EXAMINADORA

Mônica Tejo Cavalcanti

Prof.^a Dr.^a Mônica Tejo Cavalcanti – UATA/CCTA/UFCG
Orientadora

Roberta Araújo Candeia

Prof.^a Dr.^a Roberta Araújo Candeia – UATA/CCTA/UFCG
Examinadora Interna

Eveline Lopes Almeida

Prof.^a Dr.^a Eveline Lopes Almeida – CT/UFRJ
Examinadora Externa

Prof. Dr. Adriano Sant'Ana Silva – UATA/CCTA/UFCG
Suplente

***A Deus,
À minha família,
Ao amor da minha vida, Rafael.***

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me dado essa oportunidade, pois mesmo diante das dificuldades consegui chegar até aqui.

À minha amada família, meus pais Maurílio e Margareth, pelo incentivo diário e acolhimento nos momentos de exaustão, e meu irmão e cunhada, Bruno e Jessica, pelo companheirismo e colaboração de sempre.

Ao amor da minha vida, meu marido Rafael, pelo auxílio contínuo no desenvolvimento dos trabalhos e pela incansável compreensão nos momentos em que precisei estar ausente ou ocupada, o meu muitíssimo obrigada!

Aos meus companheiros de mestrado Taunay, Rejane, Monnizia, Petrucia e Paulo, pelo companheirismo em todas as idas e vindas, com o apoio de vocês foi mais fácil enfrentar essa jornada.

Aos meus queridos amigos de graduação Anderson, Andressa, Dani, Francegildo, Ítala e Leidiana, pela amizade e força demonstrados mesmo à distância.

Ao Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) e ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais (PPGSA), pela oportunidade oferecida e acolhimento durante estes dois anos.

À minha querida orientadora, Prof^a. Dr^a. Mônica Tejo Cavalcanti, pelos ensinamentos, paciência e amizade. Sem a sua colaboração e compreensão eu não teria conseguido chegar até aqui. Muito obrigada!

À essencial colaboração da Prof^a. Dr^a. Eveline Lopes Almeida, pelo auxílio prestado durante as análises realizadas na Unicamp e no desenrolar do trabalho.

À Prof.^a Dr.^a Roberlúcia Araújo Candeia por ter aceito participar da banca na qualificação e defesa.

Aos professores deste programa de pós-graduação pela contribuição no meu aprendizado.

A todos que de certa forma contribuíram para que eu chegasse até aqui, a minha imensa gratidão.

***“O mundo pode até fazer você chorar,
mas Deus te quer sorrindo...”***

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AACC	American Association Cereal Chemists
ANOVA	Análise de Variância
AOAC	Official Methods of Analysis
CAA	Capacidade de Absorção de Água
CAO	Capacidade de Absorção de Óleo
CCTA	Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar
CNNPA	Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos
DSC	Calorimetria Diferencial Exploratória
DRX	Difratometria de Raio-X
FCC	Food Chemical Codex
FTIR	Espectrometria no Infravermelho por Transformada em Fourier
MEV	Microscopia Eletrônica de Varredura
MAS	Massa da Amostra Seca
PI	Poder de Intumescimento
MS	Massa do Sedimento
R	Raio
rpm	Rotação por Minuto
RVA	Rápido Viscoanalisador
S	Solubilidade
UFCG	Universidade Federal de Campina Grande
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
T	Transmitância

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Estrutura linear da amilose.....	17
Figura 2 – Estrutura ramificada da amilopectina.....	18
Figura 3 – Colheita da banana verde, variedade Mysore (<i>Musa</i> AAB – Mysore).....	27
Figura 4 – Seleção dos frutos em função do tamanho, peso, estágio de maturação e aparência.....	28
Figura 5 – Penetrômetro Instrutherm [®] com ponteira de 7,9 mm (a); Medição do comprimento utilizando paquímetro digital Digimess [®] (b); Medição do diâmetro utilizando paquímetro digital Digimess [®] (c).....	28
Figura 6 – Etapas da extração do amido da banana verde, variedade Mysore (<i>Musa</i> AAB – Mysore).....	31

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS	15
2.1. Objetivo Geral	15
2.2. Objetivos Específicos	15
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
3.1. Amido	16
3.1.1. Estrutura do Grânulo e Características Microscópicas.....	17
3.1.2. Importância Industrial.....	19
3.2. Propriedades Funcionais e Morfológicas do Amido	20
3.2.1. Poder de Intumescimento e Solubilidade.....	20
3.2.2. Capacidade de Absorção de Água e Óleo	21
3.2.3. Claridade da Pasta	21
3.2.4. Capacidade de Gelificação do Amido	22
3.2.5. Sinérese.....	22
3.2.6. Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV).....	23
3.2.7. Espectrometria no Infravermelho por Transformada em Fourier.....	23
3.2.8. Propriedades Térmicas do Amido.....	24
3.2.9. Propriedades da Pasta ou Viscoamilográficas (RVA)	25
3.3. Legislação Específica	25
4. MATERIAL E MÉTODOS	27
4.1. Materiais	27
4.2. Métodos	28
4.2.1. Beneficiamento da Matéria-Prima.....	28
4.2.2. Caracterização da Polpa da Banana	29
4.2.3. Extração do Amido da Banana Verde.....	30
4.2.4. Rendimento da Extração	31
4.2.5. Caracterização do Amido.....	32
4.2.5.1. <i>Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)</i>	32
4.2.5.2. <i>Espectrometria no Infravermelho por Transformada em Fourier</i>	32
4.2.5.3. <i>Propriedades Térmicas do Amido</i>	33

4.2.6. Propriedades Funcionais do Amido	33
4.2.6.1. Poder de Intumescimento e Solubilidade.....	33
4.2.6.2. Capacidade de Absorção de Água e Óleo.....	35
4.2.6.3. Claridade da Pasta.....	36
4.2.6.4. Estudo da Capacidade de Gelificação do Amido.....	37
4.2.6.5. Determinação da Sinérese.....	37
4.2.6.6. Propriedades da Pasta ou Viscoamilográficas (RVA)	37
4.2.7. Análise Estatística.....	38
4.2.8. Prospecção Tecnológica.....	38
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
1º Artigo – Caracterização e Estudo das Propriedades Funcionais do Amido de Banana Verde Variedade Mysore (<i>Musa</i> AAB – Mysore)	40
2º Artigo – Prospecção Tecnológica: Amido e Outros Derivados da banana verde.....	60
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	69
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70
ANEXO I – Normas: Ciência e Tecnologia de Alimentos	81
ANEXO II – Normas: Cadernos de Prospecção	90

RESUMO

O amido de banana ainda é um ingrediente muito estudado em meio científico para atender as necessidades do setor da indústria alimentícia. Ele pode ser utilizado como ingrediente, componente básico ou aditivo adicionado em baixas quantidades para conferir melhorias na fabricação, apresentação ou conservação do produto final. Este trabalho tem como objetivo realizar a caracterização da polpa da banana verde variedade Mysore (*Musa* AAB - Mysore), extrair e estudar o amido quanto a sua caracterização físico-química, de propriedades funcionais e morfológicas, bem como analisar a sua importância e utilização através de uma pesquisa de prospecção tecnológica. O rendimento de 13,57% totalizou um amido de boa qualidade, com alto teor de amido (90,08%) e baixo teor de compostos fenólicos (0,0024 g ác. tânico/100 g amostra). O elevado poder de intumescimento e a baixa perda de água através de sinérese indicam que o amido é menos propenso à retrogradação, podendo ser aplicado em alimentos que necessitam de refrigeração, em que a sinérese não é favorável. Já a morfologia comprovou grânulos íntegros com características particulares. No estudo de prospecção tecnológica, os números de registros de patentes depositados no banco de patentes Espacenet mostraram um aumento significativo com o passar dos anos, obtendo-se destaque para o início do século XX. A tecnologia de processamento e utilização envolvendo os derivados da banana analisados (amido, farinha, polpa e biomassa) no estudo de prospecção, apontam para a continuação do crescimento na área, engrandecendo a temática e reforçando a idéia de que o amido pode ser uma alternativa na tecnologia e desenvolvimento de produtos alimentícios.

Palavras-chave: Amilose. Morfologia. Retrogradação. Sinérese.

ABSTRACT

Banana starch is still an ingredient widely studied in scientific circles to meet the needs of the food industry sector. It can be used as an ingredient, component or basic additive added in lower amounts to impart improvements in the manufacture, storage, or presentation of the final product. This study aims to characterize the pulp of green banana variety Mysore (Musa AAB - Mysore), extract and study the starch as its physico-chemical characterization of functional and morphological properties and to analyze their importance and use by a technological forecasting research. The yield of 13.57% amounted to a starch good quality with high starch content (90.08%) and low content of phenolic compounds (0.0024 g AC. Tannic / 100 g sample). The high swelling power and low loss of water through syneresis indicates that the starch is less prone to retrogradation, can be applied to foods that require refrigeration, where syneresis is not favorable. Already proved morphology intact granules with particular characteristics. In the study of technological forecasting, the numbers of patent filings deposited in the Espacenet patent database showed a significant increase over the years to give prominence to the early twentieth century. Processing technology and use involving derivatives banana analyzed (starch, flour, pulp and biomass) in the prospective study, point to continued growth in the area, enlarging the theme and reinforcing the idea that starch can be an alternative technology and development of food products.

Keywords: Amylose. Morphology. Retrogradation. Syneresis.

1. INTRODUÇÃO

A banana é avaliada como o quarto produto alimentício mais produzido no mundo, precedida apenas pelas culturas do arroz, trigo e milho. Em muitos países é considerada a principal fonte de renda e de geração de emprego para uma parte expressiva da população. As mais importantes variedades cultivadas no Brasil são: Prata, Pacovan, Prata Anã, Maçã, Mysore, Terra e D'Angola, pertencentes ao grupo genoma AAB; e Nanica, Nanicão e Grande Naine, pertencentes ao grupo genoma AAA (IZIDORO, 2011; MOTA et al., 2000).

De acordo com Mota et al. (2000), variedades como a Mysore geralmente são escolhidas para estudos devido à sua produtividade, tolerância a doenças, resistência à secura ou frio, forma da planta ou importância econômica.

À medida que o fruto amadurece, ocorre polimerização de compostos fenólicos solúveis, com conseqüente diminuição na adstringência, aumento da doçura e redução da acidez, possuindo como principal fonte de carboidrato o amido, que durante o climatério é reduzido de teores que variam de 12 a 20%, a menos de 1% quando a fruta está madura (VILLAS-BOAS et al., 2001; MOTA; LAJOLO; CORDENUNSI, 1997).

O amido é considerado a principal substância de reserva das plantas, sendo responsável pelo armazenamento da energia que fornece entre 70-80% das calorias consumidas pelo ser humano (LEONEL; CEREDA, 2002). Define-se como sendo um polissacarídeo formado por unidades de glicose associadas a ligações glicosídicas α -1,4 e α -1,6 (CEREDA et al., 2001), podendo apresentar formas de grânulos com formatos e tamanhos diferenciados. No mercado, são amplamente conhecidos e utilizados por conseguirem ser insolúveis em água fria e gelificantes quando submetidos a elevadas temperaturas.

O mercado de amidos, resistentes, nativos e modificados cresce rapidamente e produtos a base de amido vêm sendo continuamente desenvolvidos. Conseqüentemente, suas características são bastante estudadas visando atender propriedades tecnológicas específicas (JAMBRAK et al., 2010). Além do interesse por ingredientes contendo componentes que influenciem em atividades fisiológicas ou metabólicas benéficas, a indústria alimentícia busca amidos com características que oportunizem aumentar seu leque de opções no processamento de determinados

alimentos. O amido pode ser utilizado como substituto de gordura, estabilizante, espessante, gelificante e emulsificante, atuando na viscosidade e modificando a textura. Geralmente são produzidos a partir do milho, trigo, mandioca, arroz, entre outros, mas também podem ser extraídos de outras fontes botânicas, inclusive da polpa da banana verde.

Diante de tais considerações e da possibilidade de uma fonte não convencional de amido, o objetivo desse trabalho foi realizar a caracterização da banana verde variedade Mysore (*Musa* AAB - Mysore), utilizada como matéria-prima para a extração do amido e, a partir do extrato de amido nativo, realizar a caracterização e estudo das propriedades funcionais, facilitando assim, a sua posterior utilização em produtos alimentícios.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Realizar a caracterização da polpa da banana verde variedade Mysore (*Musa* AAB - Mysore) para posterior extração do amido. Realizar a caracterização deste amido e estudar suas propriedades funcionais, bem como a sua importância e utilização na indústria alimentícia através de um estudo de prospecção tecnológica.

2.2. Objetivos Específicos

- Beneficiar a banana verde;
- Realizar análises físicas e físico-químicas da polpa da banana verde;
- Extrair o amido da polpa da banana verde;
- Determinar o rendimento do processo de extração;
- Caracterizar por parâmetros físico-químicos o amido nativo extraído da polpa da banana verde;
- Pesquisar o histórico de registros de patentes envolvendo a utilização de derivados da banana verde (amido, farinha, polpa e biomassa).

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Amido

O amido é a mais abundante reserva de carboidratos nas plantas. Pode ser encontrado em sementes, frutos, tubérculos e raízes, sendo utilizado não só como fonte de energia na dieta humana, mas também, animal (JOBILING, 2004).

O amido é o principal polissacarídeo de armazenamento das plantas superiores e constitui fonte de energia essencial para muitos organismos, especialmente o homem, sendo o componente majoritário na dieta humana. As fontes potenciais mais importantes de amido são os grãos de cereais (40-90%), leguminosas (30-40%), tubérculos (65-85%) e frutas imaturas (40-80%) (GUILBOT; MERCIER, 1985).

As Normas Técnicas (BRASIL, 2005) que normatizam produtos amiláceos no Brasil classificam os produtos em amidos como sendo os produtos amiláceos extraídos de partes comestíveis de cereais, tubérculos, raízes ou rizomas. A nomenclatura correta do produto deverá ser designada amido ou fécula, seguida do nome do vegetal de origem (CEREDA; VILPOUX, 2003).

Os grânulos de amido, além das moléculas de amilose e amilopectina, apresentam constituintes minoritários, que não são carboidratos, e sim, lipídios, proteínas e minerais. Em geral, o amido possui um conteúdo de umidade que varia de aproximadamente 10-12% (cereais) e de 14-18% (algumas raízes e tubérculos). Os grânulos de amido nos cereais contêm lipídios que podem compor entre 0,5 e 2% do amido, dependendo da fonte botânica, podendo estar tanto na forma de lisofosfolipídios ou como ácidos graxos livres, que compõem cerca de 1/3 ou metade dos lipídios nos amidos de milho e arroz normais (TESTER; KARKALAS; QI, 2004).

Nos grânulos do amido de algumas variedades de bananas predominam formas lisas, ovais, alongadas e de tamanhos diferenciados (FREITAS; TAVARES, 2005), já a diversidade no tamanho do grânulo ocorre devido ao processo de formação, já que os frutos são colhidos no estágio verde (IZIDORO, 2011).

Segundo Wang; Zhang; Mujumdar (2012), comumente ingredientes alimentícios são incorporados em alimentos com o intuito de conferir melhorias a

alguns atributos de qualidade. É importante saber se esta adição vai modificar algum outro atributo do produto, bem como preservar as características do processamento.

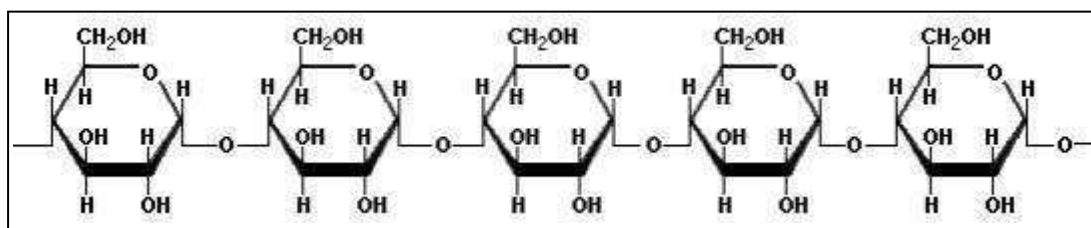
Muitos setores alimentícios procuram utilizar amidos naturais que não sofreram alterações químicas, mas que apresentem propriedades semelhantes às dos amidos modificados. Essas propriedades estão associadas à maior claridade da pasta e resistência às principais condições de estresse, tais como, altas e baixas temperaturas, condições de acidez elevada, fortes tensões mecânicas e a utilização de ingredientes presentes durante a etapa de cozimento (ALEXANDER, 1996; BERMUDEZ, 1997).

3.1.1. Estrutura do Grânulo e Características Microscópicas

O amido é um homopolissacarídeo formado por dois polímeros: amilose e amilopectina, ambos formados por unidades de D-glucose. Estas unidades ligam-se através da condensação enzimática que ocorre predominantemente entre átomos de carbono 1 e 4 e ocasionalmente entre átomos de carbono 1 e 6 (MANNERS, 1989).

Quando somente ligações 1-4 são formadas, o homopolímero resultante possui cadeia linear, sendo denominada amilose (Figura 1). A distribuição da massa molar da amilose é variável com as fontes botânicas e também com a forma de extração (BULÉON et al., 1998).

Figura 1 – Estrutura linear da amilose.



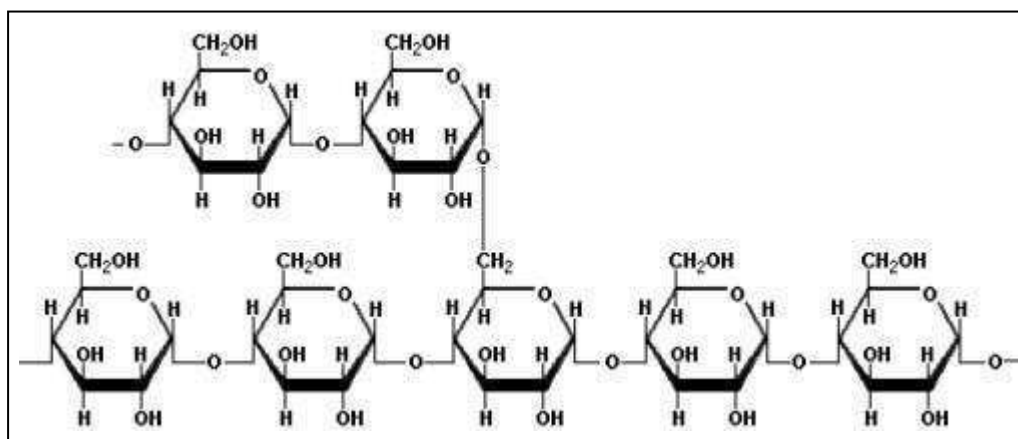
Fonte: ZAMORA (2013).

Embora ilustrada tipicamente por uma estrutura linear de cadeia, a amilose de fato é frequentemente helicoidal. O interior da hélice contém átomos de hidrogênio sendo, portanto, hidrofóbico e permite que a amilose forme complexos com ácidos graxos livres, com componentes glicéridos dos ácidos graxos, com alguns álcoois e com iodo. A complexação com iodo é uma importante ferramenta de diagnóstico para caracterização do amido. Complexos de amilose com gorduras e emulsificantes

de alimentos como mono e diglicerídeos podem alterar as temperaturas de gelatinização do amido, alterando a textura e o perfil da viscosidade da pasta resultante, e limitando a retrogradação (THOMAS; ATWELL, 1999).

O segundo tipo de polímero existente no amido, a amilopectina (Figura 2), se desenvolve quando a condensação enzimática entre unidades de glicose ocorre entre os carbonos 1 e 6. Esta ligação ocasional, juntamente com as predominantes ligações 1-4, resulta em uma ramificação e na formação de uma molécula muito maior em tamanho do que a amilose, mas constituída por cadeias lineares de 20 a 25 unidades de glicose (BULÉON et al., 1998; NATIONAL STARCH AND CHEMICAL INDUSTRIAL LTDA, 1995; WHISTLER; BEMILLER, 1997).

Figura 2 – Estrutura ramificada da amilopectina.



Fonte: ZAMORA (2013).

A amilopectina está presente em todos os amidos. Ela constitui mais ou menos 75% da maioria dos amidos comuns de cereais ou comercialmente mais utilizados. Alguns amidos são constituídos inteiramente de amilopectina, sendo denominados como cerosos ou amidos de amilopectina (DAMODARAN; SRINIVASAN; FENNEMA, 2010).

O tamanho do grânulo geralmente se enquadra à faixa de 1-100 µm (MUCCILLO, 2009) e a sua forma varia de acordo com sua origem botânica, bem como demais características próprias. É o tamanho dos grânulos e a sua distribuição um dos fatores que mais afeta o comportamento dos amidos e a sua classificação direcionada à utilização em determinados produtos na indústria.

3.1.2. Importância Industrial

O emprego industrial de amido se deve à sua característica única de poder ser usado diretamente na forma de grânulos, de grânulos intumescidos, na forma dispersa, como filme obtido da secagem de uma dispersão ou após extrusão. Dependendo do tipo, o amido pode facilitar o processamento em alimentos, servir como espessante em sopas, caldos e molhos de carne, fornecer sólidos em suspensão e textura, ser ligante em embutidos de carne, estabilizante em molhos de salada, ou ainda proteger os alimentos durante o processamento (GUILBOT; MERCIER, 1985; CEREDA, 2002).

Segundo Alves; Grossmann; Silva (1999), quando novos produtos são desenvolvidos, amidos com propriedades específicas são utilizados para conferir a funcionalidade desejada ao alimento. No entanto, as aplicações industriais de amido são limitadas devido ao seu uso principalmente na forma nativa, ou seja, não modificada. As modificações químicas ou físicas de amido têm sido realizadas com o objetivo de aumentar sua aplicação (PERONI, 2003; VATANASUCHART et al., 2005). Entretanto, amidos nativos ainda são bastante utilizados por possuírem características próprias ao seu uso no desenvolvimento de produtos alimentícios, farmacêuticos e industriais. Entre outras vantagens em relação à utilização de amidos nativos, de acordo com Pereira (2011), está o fator de que os mesmos são prontamente disponíveis na natureza, geralmente possuem preços relativamente baixos e são apresentados como um ingrediente natural no rótulo dos produtos.

As indústrias de alimentos e os produtores agrícolas estão interessados na identificação e no desenvolvimento de espécies que produzam amidos nativos com características especiais, pois estes podem substituir amidos modificados quimicamente (ALEXANDER, 1995).

Uma alta viscosidade é desejável no uso industrial, em virtude do seu poder espessante. Para isso, é necessário o controle da retrogradação no resfriamento. Uma das propriedades mais importantes do amido é a gelatinização, que possibilita absorção, no aquecimento, de até 2,5 mil vezes seu peso em água. O aquecimento em excesso de água causa o intumescimento irreversível, porém limitado, dos grânulos, os quais se tornam muito sensíveis a estresses mecânico e térmico ou à acidez do meio. Mas, uma vez resfriado, ou ainda, congelado, os polímeros de

amido nativo se reagrupam, liberando água e danificando o gel formado (BOURSIER, 1994; CEREDA, 2002).

3.2. Propriedades Funcionais e Morfológicas do Amido

Vários estudos têm sido conduzidos no sentido de explorar as propriedades funcionais de certos componentes dos alimentos, que, quando consumidos em quantidades e periodicidades adequadas, agem benéficamente no organismo humano (WALTER; SILVA; EMANUELLI, 2005).

Nas indústrias agroalimentares, os amidos e derivados são utilizados como ingredientes, componentes básicos ou aditivos adicionados em baixas quantidades para melhorar a fabricação, apresentação ou conservação do produto. Dependendo de sua fonte botânica e de sua natureza nativa ou modificada, o amido pode, entre outras funções, facilitar o processamento, fornecer textura, servir como espessante, fornecer sólidos em suspensão ou proteger os alimentos durante o processamento, desempenhando assim, um importante papel no controle das características de um grande número de alimentos processados (SERRANO; FRANCO, 2005).

As propriedades funcionais do amido são muito importantes na formulação dos alimentos. A consistência da pasta de amido varia, dependendo do grau de gelatinização e do poder de intumescimento do grânulo. A textura da pasta de amido é determinada pela deformação viscoelástica e depende da força das ligações moleculares e da quantidade de grânulos rompidos (KARAM, 2003).

3.2.1. Poder de Intumescimento e Solubilidade

O amido nativo possui coloração branca, é insípido e se adicionado à água fria sob constante agitação forma uma suspensão de aspecto leitoso, mas que se separa após um tempo de repouso (CEREDA; VILPOUX, 2003).

A qualidade de um alimento está comumente relacionada com a retenção de água pelos grânulos. O aumento na solubilidade, claridade e viscosidade da pasta de amido são algumas das consequências diretas do poder de intumescimento (CIACCO; CRUZ, 1982).

De maneira resumida, o poder de intumescimento é uma medida da capacidade de hidratação dos grânulos de amido, que pode ser determinado pelo peso do grânulo intumescido e de sua água oclusa (sedimento), por grama de amido. A solubilidade do amido também pode ser determinada na mesma suspensão em que foi realizado o poder de intumescimento, sendo expressa como a porcentagem (em peso) da amostra de amido que é dissolvida após aquecimento. Amidos de diferentes fontes botânicas apresentam distinto poder de inchamento e solubilidade, mas de maneira geral, as duas propriedades estão correlacionadas (LEACH; MCCOWEN; SCHOCH, 1959).

3.2.2. Capacidade de Absorção de Água e Óleo

A capacidade de absorção de água (CAA) e a capacidade de absorção de óleo (CAO) é medida pela relação entre a massa do sedimentado, em gramas, e a massa seca da amostra (ALMEIDA, 2013).

O teor de água ligada, termo que reflete a capacidade de uma superfície molecular formar ligações fracas covalentes com a água, associada aos grânulos de amido, influencia nas características de expansão dos mesmos. Já a capacidade de absorver óleo pode ser um indicativo do potencial emulsificante (ADEBOWALE et al., 2005). Sendo assim, o amido com baixa capacidade de absorção de água geralmente é indicado como ingrediente em produtos que requerem baixa retenção de água e/ou gordura, melhorando características como crocância, por exemplo (IZIDORO, 2011). O amido que possui uma elevada capacidade de absorção de óleo possui excelentes condições para ser utilizado na elaboração de produtos emulsionados, favorecendo a palatabilidade destes produtos (CHANDI; SOGI, 2007).

3.2.3. Claridade da Pasta

A capacidade de transparência ou opacidade da pasta de amido é um fator importante em relação à qualidade do produto, podendo variar consideravelmente de acordo com a fonte botânica. Maiores teores de amilose no amido resultam em

pastas mais opacas, enquanto que menores teores propiciam pastas mais claras (CEREDA, 2002).

A claridade da pasta está relacionada à dispersão da luz resultante da associação da amilose e de outros componentes presentes no amido (CRAIG et al., 2005). A pasta transparente possui pouca associação das cadeias após a formação de pasta, sem estrutura granular, favorecendo a passagem de luz através dela. Já a pasta opaca geralmente apresenta uma estrutura granular mais organizada, com maior associação entre as cadeias, o que dificulta a passagem de luz através dela (ALMEIDA, 2013).

3.2.4. Capacidade de Gelificação do Amido

As suspensões de amido, ao serem aquecidas na sua faixa de temperatura de gelificação, ou acima desta, perdem a orientação da molécula devido à quebra da estrutura cristalina do grânulo, ocorrendo um fenômeno denominado gelificação (PARKER; RING, 2001). Durante este fenômeno, há o rompimento do grânulo de amido, liberando as cadeias curtas de amilose e gerando espaços vazios dentro do grânulo, que passam a ser ocupados pela água. Todo esse processo é resultado de um sistema formado por uma fase rica em amilose e grânulos inchados e parcialmente desintegrados de amido, constituídos principalmente de cadeias de amilopectina (CONDE-PETIT et al., 1998).

O amido é o espessante mais utilizado na indústria de alimentos e durante as suas aplicações é muito comum que seja realizada a suspensão em água, submetendo-se ao aquecimento (LAGARRIGUE et al., 2008). É durante esse procedimento com tratamento térmico que mudanças irreversíveis ocorrem, gerando a gelificação.

3.2.5. Sinérese

Hoover; Sosulski (1991) sugerem que a intensidade da sinérese pode estar relacionada a diversos fatores, bem como a combinação do conteúdo de amilose do amido, grau de associação entre os componentes do amido, comprimento das cadeias de amilopectina e grau de polimerização da amilose e amilopectina.

A sinérese também é caracterizada pela determinação da quantidade de água liberada dos géis de amido durante o armazenamento. Sua ocorrência é consequência da retrogradação de géis de amido quando submetidos a ciclos de congelamento e descongelamento (SODHI; SINGH, 2003). Segundo Silva et al. (2006), a análise da resistência a ciclos de congelamento é importante para caracterizar um tipo de amido com relação a sua aplicabilidade em alimentos que devem ser refrigerados e/ou congelados, em que se deve levar em consideração que a liberação de água é geralmente prejudicial à qualidade do produto final.

3.2.6. Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

A microscopia eletrônica de varredura é uma das técnicas mais versáteis que existem para a observação e análise das características micro-estruturais de materiais sólidos (DEDAVID; GOMES; MACHADO, 2007). A escolha da técnica a ser utilizada na análise, bem como o tipo de microscópio depende da informação na qual se quer ter a cerca do amido analisado. Para se obter informações sobre a superfície dos grânulos deve ser realizada a Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) ou a Microscopia de Força Atômica (AFM). Já para informações sobre a estrutura interna do grânulo é utilizada a Microscopia Eletrônica de Transmissão (TEM) (GALLANT; BOUCHET; BALDWIN, 1997).

A microscopia eletrônica de varredura em amidos, além de fazer com que vejamos com nitidez a sua forma, tamanho e tipo de superfície, contribui para a caracterização. Segundo Leonel (2007), o tamanho e formato dos grânulos dos amidos é uma das principais características comerciais.

3.2.7. Espectrometria no Infravermelho por Transformada em Fourier

A técnica espectroscópica de infravermelho visa o estudo da vibração dos átomos da molécula quando recebe uma radiação, onde a energia de cada pico gerado no espectro de absorção corresponde à frequência de vibração de parte da molécula da amostra. O FTIR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy) é o método espectroscópico de infravermelho mais utilizado (LEITE, 2008).

No estudo com amidos, a técnica de FTIR é utilizada, geralmente, associada à quimiometria para a caracterização de alterações estruturais de amidos quimicamente modificados, por exemplo (TAKIZAWA et al., 2004).

Acoplada a outros métodos investigativos, a espectrometria FTIR amplia o campo de aplicação das informações dos dados espectrais. Métodos como o de difração de raios-x (DRX) também podem servir de complemento para os dados obtidos na FTIR para maiores resultados em relação à investigação das estruturas de amidos. Além disso, mudanças na estrutura molecular dos amidos como cristalinidade, retrogradação e conteúdo de água fazem com que a espectroscopia de infravermelho torne-se mais sensível (PEREIRA, 2008).

3.2.8. Propriedades Térmicas do Amido

Uma das técnicas para se obter resultados das propriedades térmicas de amidos está relacionada à Calorimetria Exploratória Diferencial (DSC). Existem duas modalidades de calorimetria exploratória diferencial, a com compensação de potência e a com fluxo de calor. Na DSC com compensação de potência a amostra e o material de referência são aquecidos ou resfriados em separado, assim, se a amostra vier a sofrer modificações na temperatura vai ocorrer uma modificação na potência do forno, o que vem a anular esta diferença. Já na DSC com fluxo de calor a amostra e o material de referência são aquecidos por uma única fonte de calor, onde o fluxo de calor diferencial entre os dois vem a ser controlado (CARVALHO FILHO, 2000).

Segundo Lacerda (2006), a DSC permite avaliar as variações entálpicas ocorrentes em uma dada substância durante um processo de aquecimento ou resfriamento. No caso do amido, o uso mais frequente da DSC está relacionada à investigação de sua gelatinização (SCHLEMMER, 2011). Além disso, de acordo com Bicudo (2008), os complexos formados com amilose são facilmente detectados por DSC, o que pode vir a informar se o amido pode ser aplicado em produtos que necessitem de crocância e resistência ou se pode ser aplicado com o intuito de permitir melhor manutenção da forma da pasta (CEREDA, 2001).

3.2.9. Propriedades da Pasta ou Viscoamilográficas (RVA)

As mudanças na viscosidade de suspensões amiláceas ocorrem devido ao intumescimento do grânulo durante a aplicação de alguma temperatura, em que as propriedades da pasta durante este aquecimento são geralmente avaliadas em viscosímetros rotacionais especiais, denominados viscoamilógrafos. Um dos viscoamilógrafos mais comumente utilizados é o Rápido Viscoanalisador (RVA), que serve para determinar as propriedades de empastamento de amidos, além de avaliar a sua qualidade (ZORTÉA et al., 2011).

A viscosidade pode ser definida, segundo Szczesniak (2002), como sendo a capacidade de uma amostra fluir em um determinado tempo. As moléculas de amilose colidem entre si e, através disto, aumentam a viscosidade da pasta, por isso produzem soluções de alta viscosidade mesmo encontrando-se em baixas concentrações.

Os parâmetros comumente determinados através do viscógrafo são a temperatura de pasta, viscosidade máxima, tempo de viscosidade máxima, viscosidade mínima, *breakdown*, viscosidade final e *setback*.

3.3. Legislação Específica

De acordo com a Portaria nº 540, de 27 de outubro de 1997, publicada no Diário Oficial da União em 28 de outubro de 1997 (BRASIL, 1997), a definição do termo ingrediente é descrita como sendo “qualquer substância, incluindo os aditivos alimentares, empregada na fabricação ou preparação de um alimento e que permaneça no produto final, ainda que na forma modificada”. Ainda na mesma portaria, o termo aditivo alimentar é definido como sendo “qualquer ingrediente adicionado intencionalmente aos alimentos, sem propósito de nutrir e/ou com o objetivo de modificar as características físicas, químicas, biológicas e/ou sensoriais, durante a fabricação, processamento, preparação, tratamento, embalagem, acondicionamento, armazenagem, transporte ou manipulação de um alimento”.

A Portaria nº 540, de 27 de outubro de 1997 (BRASIL, 1997) ainda retrata que ambos os amidos (naturais e modificados por via química, física ou enzimática) devem ser mencionados na lista de ingredientes de acordo com a sua classificação.

Os amidos naturais e os modificados de forma física ou enzimática devem ser mencionados na lista de ingredientes apenas como amidos. Já os amidos modificados quimicamente não devem ser considerados como aditivos alimentares, devendo ser mencionados na lista de ingredientes como amidos modificados. Estes amidos, quando utilizados pela indústria alimentícia, deverão obedecer às especificações estabelecidas pelo *Food Chemical Codex* (FCC) (Códigos dos Produtos Químicos Alimentícios).

A legislação relacionada às características químicas, físicas, microbiológicas e microscópicas de amidos e féculas está regida na Resolução - CNNPA nº 12, de 1978, publicada no Diário Oficial da União em 24 de julho de 1978 (BRASIL, 1978). Entre as características gerais, na resolução consta que os amidos e féculas devem ser fabricados a partir de matérias-primas íntegras e limpas, isentas de matéria terrosa e de parasitas, não podendo estar úmidos, fermentados ou rançosos.

Levando-se em consideração que não há uma legislação específica para o amido extraído de frutos, como no caso da banana, sugere-se que se obedeça às características físico-químicas e microscópicas dos amidos citados na resolução.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Materiais

Os experimentos realizados neste trabalho foram desenvolvidos nos laboratórios do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campus Pombal – PB, localizada na microrregião do Sertão Paraibano. As análises específicas do amido (MEV, FTIR, DSC e RVA) foram realizadas na Faculdade de Engenharia de Alimentos da UNICAMP (Campinas – SP).

O amido foi extraído de frutos do gênero *Musa*, variedade Mysore (*Musa* AAB - Mysore), provenientes do Sertão da Paraíba (Figura 3), região de Pombal e São Gonçalo (Distrito do município de Sousa).

Figura 3 – Colheita da banana verde, variedade Mysore (*Musa* AAb – Mysore).



Fonte: A Autora.

Após a colheita, os frutos foram acondicionados em caixas isotérmicas e transportados para o Laboratório de Tecnologia de Grãos e Cereais do CCTA/UFCG, onde foram realizados os ensaios em triplicata.

Os reagentes utilizados foram: bissulfito de sódio, hidróxido de sódio (Nuclear[®]), ácido sulfúrico (Química Moderna[®]), fenolftaleína, sulfato de potássio (Impex[®]), sulfato de cobre (Impex[®]), ácido bórico (Impex[®]), alaranjado de metila, verde de bromocresol, ácido clorídrico, ácido dinitro-salicílico, antrona (Vetec[®]), glicose (Labtest[®]), hexano, carbonato de sódio, ácido tânico (Cinética[®]), folin-ciocalteau (Imbralab[®]), amilose de batata (Sigma[®]) e iodo (Química Moderna).

4.2. Métodos

4.2.1. Beneficiamento da Matéria-Prima

Os frutos passaram pela fase de beneficiamento, onde foram separados de contaminantes e impurezas durante lavagem em água corrente. A seleção da matéria-prima foi realizada com relação ao tamanho, peso, estágio de maturação e aparência, conforme a Figura 4.

Figura 4 – Seleção dos frutos em função do tamanho, peso, estágio de maturação e aparência.



Fonte: A Autora.

Foi realizada análise física de firmeza e biometria, com o auxílio de penetrômetro com ponteira de 7,9 mm da marca Instrutherm[®] e paquímetro digital da marca Digimess[®], respectivamente, como mostra a Figura 5.

Figura 5 – Penetrômetro Instrutherm[®] com ponteira de 7,9 mm (a); Medição do comprimento utilizando paquímetro digital Digimess[®] (b); Medição do diâmetro utilizando paquímetro digital Digimess[®] (c).



Fonte: A Autora.

Com relação à firmeza, a medição foi realizada transversalmente na região mediana da polpa. Os valores encontrados em lb/pol² foram multiplicados por 4,11

para avaliar a força máxima de cisalhamento, expressa em Newton. A análise foi realizada em triplicata em três polpas diferentes e as bananas foram escolhidas aleatoriamente. Com relação à biometria, foi medido o comprimento (mm) (Figura 5b) e o diâmetro (mm) (Figura 5c) de 30 bananas escolhidas de forma aleatória.

4.2.2. Caracterização da Polpa da Banana

O teor de umidade foi realizado por balança determinadora de umidade por infravermelho Marte[®] ID-200 segundo método 44-15.02 da AACC (International Approved Methods). O teor de cinzas também foi determinado segundo AACC pelo método 08-01.01, em que foi feita a incineração do material em mufla Autonics[®] (600°C), no qual toda a matéria orgânica foi queimada. E, levando-se em consideração que nem sempre o resíduo obtido representa toda a substância inorgânica presente na amostra, pois alguns sais podem sofrer redução ou volatilização durante esse aquecimento (BRASIL, 2008), foi feita a combinação da determinação direta de umidade e, logo em seguida, a determinação de cinzas.

As análises físico-químicas de acidez e pH foram determinadas segundo métodos 981.12 e 942.15 da AOAC (Official Methods of Analysis). Para a acidez, o método utilizado foi o titulável, com solução de álcali padrão de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 N e o pH foi medido com o auxílio de pHmetro eletrométrico Logen Scientific[®].

O teor de nitrogênio foi determinado segundo método 46-12.01 da AACC em destilador de Kjeldahl Cienlab[®], onde se determina o teor de nitrogênio, através da redução e transformação do nitrogênio em sulfato de amônia, utilizando-se um digestor, um destilador e uma posterior titulação. O teor de proteína bruta é obtido, então, aplicando-se a multiplicação pelo fator 6,25. O conteúdo de carboidratos redutores foi realizado pelo método do DNS, proposto por Miller (1959), com modificações. Foi elaborada uma curva de calibração para a realização da análise e a leitura foi realizada em espectrofotômetro Biospectro[®] SP-220 a 540 nm de absorbância.

A quantificação do amido foi realizada de acordo com o método de antrona (MORAES; CHAVES, 1988), em que se baseia na determinação espectrofotométrica a 620 nm do composto colorido formado pela reação entre a antrona e a glicose,

proveniente da hidrólise do amido. A determinação de compostos fenólicos foi realizada segundo os procedimentos de Goldstein; Swain (1963) com base no teor de taninos presentes na banana, utilizando-se o reagente Folin-Ciocalteu e o ácido tânico como solução padrão. O teor, em g de ácido tânico/100 g de banana, foi determinado em espectrofotômetro Biospectro[®] SP-220 a 765 nm de absorbância.

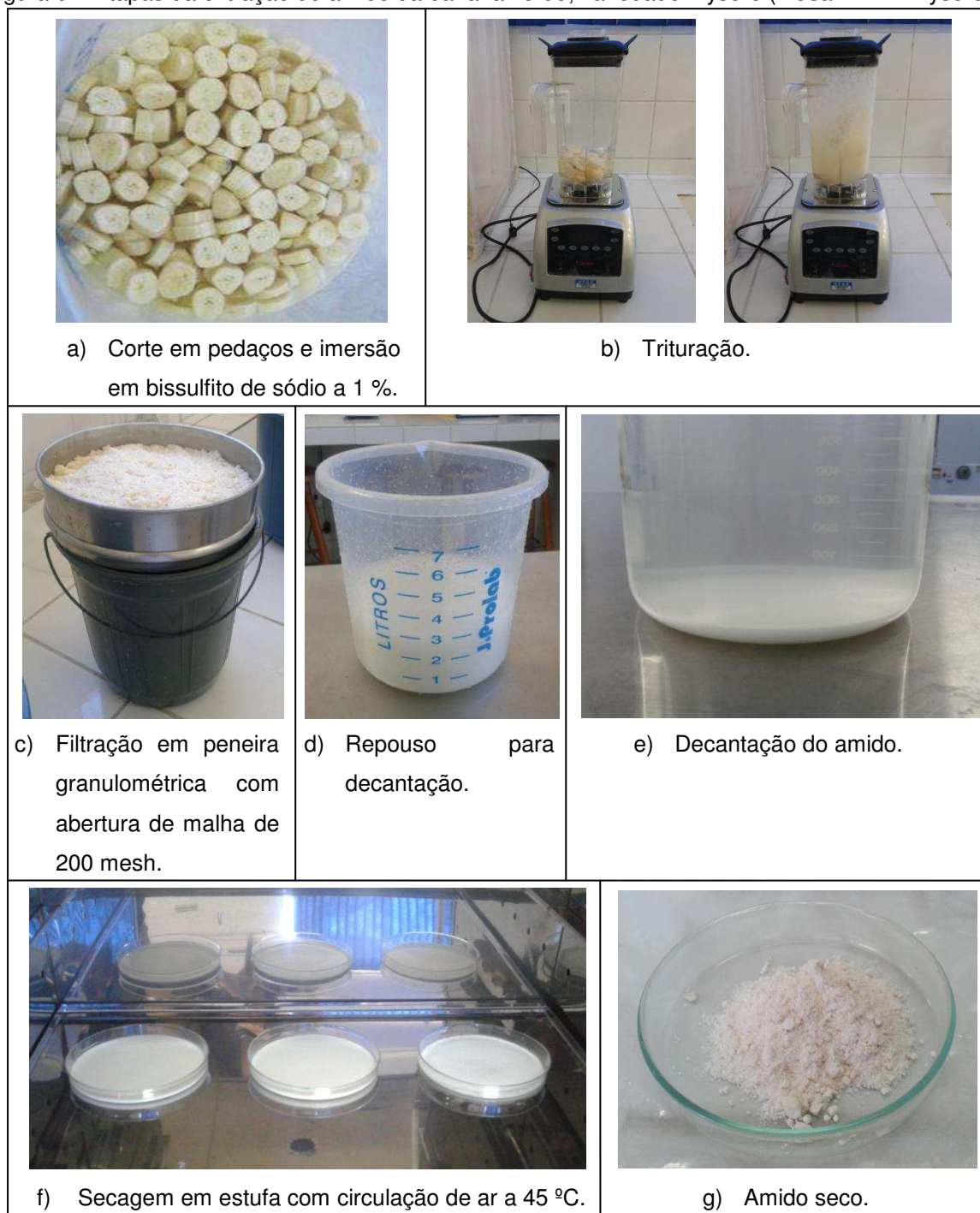
4.2.3. Extração do Amido da Banana Verde

O amido foi obtido pelo método descrito por Adebowale; Afolabi; Oluowolabi, (2006), com adaptações, onde as bananas verdes foram lavadas, descascadas e cortadas. Em seguida, foram submersas em solução de bissulfito de sódio a 1 % e deixadas em repouso sob refrigeração (4 ± 2 °C) por um período de 24 horas. A adição na solução de bissulfito de sódio tem como principal objetivo evitar o escurecimento enzimático e manter o pH da solução entre 4,5 e 5,2 (IZIDORO, 2011).

Após este período, as bananas foram trituradas com água destilada em liquidificador industrial da marca Urano[®], com potência de 600 W, em velocidade máxima por 8 segundos. Em seguida, a mistura foi filtrada em peneira de marca Bertel[®], com abertura da malha de 200 mesh. A suspensão de amido filtrada ficou em repouso por um período de 24 horas em ambiente refrigerado a 4 °C para decantação. Após o processo de decantação, a suspensão teve seu sobrenadante descartado cuidadosamente e foram realizadas lavagens do amido com água destilada.

O resíduo obtido foi transferido para placas de petri de vidro e seco em estufa com circulação de ar a 45 °C por, aproximadamente, 3 horas. Após a secagem, o amido foi macerado com pistilo em almofariz de porcelana e estocado em sacos de polietileno com vedações para posteriores análises físico-químicas. As etapas da extração estão apresentadas na Figura 6.

Figura 6 – Etapas da extração do amido da banana verde, variedade Mysore (*Musa AAB – Mysore*).



Fonte: A Autora.

4.2.4. Rendimento da Extração

O rendimento da extração do amido foi avaliado a partir da umidade da matéria-prima, onde a massa de amido final (base seca) obtida foi dividida pela

massa da banana utilizada na extração. O resultado do rendimento foi expresso em porcentagem.

4.2.5. Caracterização do Amido

Para a caracterização físico-química do amido foram realizadas as determinações de umidade, proteína e cinzas de acordo com os métodos 44-15.02, 46-12.01 e 08-01.01 (AACC, 2010). A acidez e pH foram determinados segundo os métodos 981.12 e 942.15 (AOAC, 2005). Também foi realizado o teor de amido (MORAES; CHAVES, 1988) e compostos fenólicos (GOLDSTEIN; SWAIN, 1963).

Para a determinação do teor de amilose foi utilizada a metodologia de Martínez; Cuevas; Medina (1989), descrita em Barbosa (2013). Esta se baseia na transmissão de luz através de um complexo colorido que a amilose forma ao reagir com o iodo. Como padrão foi utilizado uma solução de amilose pura de batata e a leitura foi realizada por meio de espectrofotômetro Biospectro[®] SP-220 a 610 nm de absorbância.

4.2.5.1. Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

A morfologia dos grânulos de amido foi examinada em microscópio eletrônico de varredura (MEV) com detector de energia dispersiva de raios x Leo 440i (LEO Electron Microscopy Ltda.[®], Cambridge, Reino Unido), sob as seguintes condições: alto vácuo = 10^{-4} Pa, distância de trabalho (foco) = 25 mm, energia do feixe de elétrons (tensão de aceleração) = 10 kV, corrente do feixe de elétrons de 100 pA. Antes da análise, as amostras foram colocadas em *stubs* de alumínio contendo fita de dupla face de carbono condutor e, posteriormente, recobertas por ouro em um *Sputter Coater*, modelo SC7620 (VG Microtech[®], Uckfield, Reino Unido). A ampliação utilizada nas imagens foi de 300, 1000 e 3000x.

Para o estudo da morfologia também foi realizado o tratamento das imagens para a determinação aproximada do tamanho das partículas utilizando o software ImageJ.

4.2.5.2. *Espectrometria no Infravermelho por Transformada em Fourier (FTIR)*

O amido foi colocado dentro de um conjunto formatador para formação das pastilhas, aplicando-se uma força de 80 kN por 10 minutos, com o auxílio de uma prensa hidráulica. Os espectros infravermelhos (4000 a 400 cm^{-1}) das amostras foram obtidos em um espectrofotômetro transformado de Fourier (FTIR), modelo IR Prestige-21 (Shimadzu[®], Kyoto, Japão). As medidas foram feitas a uma resolução de 4 cm^{-1} com varredura de 45 escaneamentos. Foi utilizado o software IR Solution versão 1.21 (Shimadzu[®], Kyoto, Japão) para análise de ajuste das curvas.

4.2.5.3. *Propriedades Térmicas do Amido*

A DSC (*Differential Scanning Calorimetry*) foi utilizada para avaliar as propriedades térmicas do amido. Cerca de 2,5-3,0 mg de amostra foram colocados no recipiente de alumínio e água deionizada foi adicionada em excesso (amostra:água, 1:2). O recipiente foi selado e deixado em descanso durante a noite para o equilíbrio de umidade na amostra. Após esse período foi colocado em um calorímetro DSC-60 (Shimadzu[®], Kyoto, Japão) calibrado com índio. Os recipientes foram submetidos à taxa de calor de 10 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ de 30 $^{\circ}\text{C}$ a 120 $^{\circ}\text{C}$. Um recipiente vazio foi utilizado como referência. As transições foram caracterizadas pelas temperaturas inicial (T_0), de pico (T_p) e final (T_f), e pela mudança de entalpia (ΔH) associada ao processo da gelatinização do amido. Estes parâmetros foram calculados utilizando o software TA60 versão 2.11 (Shimadzu[®], Kyoto, Japão). Três replicatas foram realizadas para cada amostra.

4.2.6. Propriedades Funcionais do Amido

4.2.6.1. *Poder de Intumescimento e Solubilidade*

De acordo com Leach; Mccowen; Schoch (1959), o poder de intumescimento é uma medida da capacidade de retenção de água dos grânulos e sua determinação é feita pelo peso do grânulo de amido intumescido e de sua água oclusa por grama de amido. A solubilidade do amido é determinada na mesma suspensão, sendo

expressa como a porcentagem (em peso) da amostra de amido que é dissolvida após determinado aquecimento.

A metodologia utilizada para a quantificação do poder de intumescimento e solubilidade do amido em função da temperatura foi descrita conforme de la Torre-Gutiérrez; Chel-Guerrero; Bentacur-Ancona (2008), onde suspensões de amido foram homogeneizadas com água destilada e aquecidas sob determinadas temperaturas (50, 60, 70, 80 e 90 °C) por um período de 30 minutos. Cada experimento foi realizado em triplicata e em uma temperatura. Após a gelatinização, as suspensões foram resfriadas e centrifugadas por 15 minutos a 2120 G em centrífuga Cientec® CT-5000R. Foi realizada a transformação da velocidade angular g para a unidade de rpm através da Equação (1).

$$g = \frac{rpm^2}{R \cdot 360} \quad (1)$$

Onde:

G = Força G;

rpm = Rotação por minuto;

R = Raio da centrífuga (cm).

Para a determinação da solubilidade (%) das amostras de amido, após a centrifugação, foi realizada a retirada do sobrenadante para posterior secagem em estufa de secagem e esterilização a 105 °C até a obtenção de massa constante. Os cálculos foram feitos a partir da Equação (2).

A determinação do poder de intumescimento ($g_{\text{água}}/g_{\text{amostra seca}}$) foi realizada a partir da massa (gel) que permaneceu no fundo dos tubos centrifugados. Os mesmos foram pesados para a obtenção da massa do precipitado e os cálculos foram feitos a partir da Equação (3).

$$S = \frac{M_{\text{Sob.Seco}}}{M_{\text{Amido}}} \cdot 100 \quad (2)$$

$$PI = \frac{M_{\text{Precipitado}}}{M_{\text{Amido}}(100 - S)} \cdot 100 \quad (3)$$

Onde:

S = Solubilidade (%);

$M_{\text{Sob.Seco}}$ = Massa do sobrenadante seco (g);

M_{Amido} = Massa do amido (g);

PI = Poder de intumescimento ($g_{\text{água}}/g_{\text{amostra seca}}$);

$M_{\text{Precipitado}}$ = Massa do precipitado (g).

Para a quantificação do poder de intumescimento e solubilidade do amido em função do pH foram utilizados os procedimentos descritos por Sathe; Salunkhe (1981), e Lawal; Adebawale (2005), com algumas modificações.

Suspensões de amido foram homogeneizadas com água destilada e tiveram os seus pHs ajustados para 3, 5, 7, 9 e 12. Para o ajuste foi utilizada solução de ácido clorídrico (HCl 0,1 M) e hidróxido de sódio (NaOH 0,1 M). Cada experimento foi realizado em triplicata e em uma faixa de pH diferente. As amostras foram deixadas em repouso por 1h a 30 °C e em seguida foram centrifugadas por 15 minutos a 2120 g em centrífuga Cientec[®] CT-5000R. Da mesma forma como feita na determinação do poder de intumescimento e solubilidade do amido em função da temperatura, foi realizada a transformação da velocidade angular g para a unidade de rpm através da equação (1).

Para a determinação da solubilidade (%) das amostras de amido, após a centrifugação, foi realizada a retirada do sobrenadante para posterior secagem em estufa de secagem e esterilização a 105 °C até a obtenção de massa constante.

A determinação do poder de intumescimento ($g_{\text{água}}/g_{\text{amostra seca}}$) foi realizada a partir da massa (gel) que permaneceu no fundo dos tubos centrifugados. Os mesmos foram pesados para a obtenção da massa do precipitado.

Os cálculos para a determinação da solubilidade e poder de intumescimento foram feitos a partir das equações (2) e (3).

4.2.6.2. Capacidade de Absorção de Água e Óleo

A determinação da capacidade de absorção de água (% CAA) e óleo (% CAO) do amido da banana verde foi realizada através do método proposto por Beuchat (1977), onde fora adicionado 10 ml de água destilada ou óleo (óleo de soja

SOYA[®]) a 1g de amostra. As respectivas misturas, em triplicata, foram homogeneizadas e deixadas em repouso por 30 minutos. Após esse período, os tubos foram centrifugados por 15 minutos a 2000 rpm em centrífuga Cientec[®] CT-5000R. Posteriormente os volumes dos sobrenadantes foram cuidadosamente removidos dos tubos de centrífuga e foi realizada a pesagem dos mesmos. A capacidade de absorção da água e do óleo foi calculada conforme as equações (4) e (5), respectivamente, descritas abaixo:

$$CAA = \frac{MS}{MAS} \cdot 100 \quad (4)$$

$$CAO = \frac{MS}{MAS} \cdot 100 \quad (5)$$

Onde:

CAA = Capacidade de absorção de água (%);

CAO = Capacidade de absorção de óleo (%);

MS = Massa do sedimento (g);

MAS = Massa da amostra seca (g).

4.2.6.3. *Claridade da Pasta*

A claridade da pasta foi determinada utilizando-se o método de Singh; Sandhu; Kaur (2004) com algumas modificações, onde 0,1 g de amido foram suspensos em 10 ml de água destilada utilizando tubos de ensaios. Foram realizadas cinco repetições. Os tubos foram aquecidos em banho-maria a 100 °C sob agitação por 30 minutos. Após o resfriamento a 4 °C, foi realizada leitura em espectrofotômetro Biospectro[®] SP-220 a 650 nm de transmitância em comparação com um branco. Para monitorar a tendência a retrogradação, as amostras de amido foram armazenadas durante 24, 48, 72 e 120 horas a 4 °C e depois resfriadas a temperatura ambiente para a determinação da transmitância.

O percentual de transmitância está diretamente ligado à claridade da pasta de amido, ou seja, se a luz passa através de uma solução sem absorção nenhuma, a absorvância será zero e a transmitância, 100%. Já no caso onde toda a luz é

absorvida, a transmitância será zero e a absorbância, infinita. Sendo assim, quanto maior a transmitância, maior será a claridade da pasta (USP, 2004).

4.2.6.4. Estudo da Capacidade de Gelificação do Amido

O estudo da capacidade de gelificação do amido foi analisado segundo método utilizado por Lawal; Adebowale (2005), onde amostras de amido em diferentes concentrações (2, 4, 6, 8, 10, 12 e 14 % (p/v)) foram preparadas em tubos de ensaio com 5 ml de água destilada. Os tubos com as suspensões foram homogeneizados e aquecidos em banho-maria a 80 °C por 30 minutos. Posteriormente, os tubos foram mantidos em repouso a 4 °C por 2 horas e a concentração mínima de gelificação foi determinada como sendo aquela concentração em que a amostra do tubo invertido não escorregou pela parede do mesmo.

4.2.6.5. Determinação da Sinérese

Para a determinação da sinérese das amostras de amido, foram preparadas suspensões em tubos de centrífuga. O teor de amido utilizado no preparo da suspensão foi aquele no qual a amostra não escorregou pelo tubo, anteriormente, no estudo da capacidade de gelificação. A suspensão foi gelatinizada a 85 °C por 30 minutos sob agitação e resfriada em banho de gelo até atingir temperatura ambiente. As amostras foram armazenadas a 4 °C por 24, 48, 72, 120 e 360 horas. A sinérese foi medida como o percentual (%) de água liberado após a centrifugação das amostras a 1500 g por 15 minutos (SINGH; SANDHU; KAUR, 2004). Durante o procedimento foi realizada a transformação da velocidade angular g para a unidade de rpm através da Equação (1).

4.2.6.6. Propriedades da Pasta ou Viscoamilográficas (RVA)

As propriedades de pasta do amido foram determinadas no viscosímetro RVA (*Rapid Visco Analyser*) modelo 4+ (Newport Scientific Pty. Ltd.®, Sidney, Austrália). 3 g de amostra foram colocados em recipientes de alumínio e suspensos em 25 m

de água destilada (volume corrigido para a base de 14% de umidade na amostra). Foi utilizado o programa de aquecimento Standard 1: velocidade de rotação das pás igual a 160 rpm e perfil de temperatura estabelecido em aquecimento da temperatura ambiente a 50 °C (0-1 min), aquecimento de 50 a 95 °C (1-4,5 min), temperatura constante a 95 °C (4,45-7,15 min), resfriamento de 95 a 50 °C (7,15-11 min) e temperatura constante a 50 °C (11-13 min). O perfil de viscosidade e os parâmetros foram calculados utilizando o software Thermocline para Windows versão 2.4 (Newport Scientific Pty. Ltda.[®], Sidney, Austrália). Os parâmetros analisados foram temperatura de pasta, viscosidade máxima, tempo de viscosidade máxima, viscosidade mínima a 95 °C, *breakdown*, viscosidade final a 50 °C e *setback*. As medidas foram realizadas em triplicatas.

4.2.7. Análise Estatística

Os resultados foram analisados por Análise de Variância (ANOVA) e submetidos ao teste de comparação de médias através de Tukey ao nível de significância de 5%, utilizando o programa Assistat (SILVA; AZEVEDO, 2009). Além disso, os dados obtidos no estudo de algumas propriedades funcionais foram expressos na forma de gráficos elaborados pelo software Excel.

4.2.8. Prospecção Tecnológica

Foram analisados cinco bancos de patentes: Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), Instituto Europeu de Patentes (Espacenet), banco de patentes públicas da América Latina e Espanha (Latipat), Google Patents e o banco de patentes dos Estados Unidos (USPTO). O banco de dados Espacenet foi o escolhido devido a sua maior abrangência em número de países (cerca de 90 países) e por apresentar dados de patentes mais completos.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O trabalho apresentará os resultados sob forma de dois artigos científicos, seguindo as normas de formatação das revistas à que foram submetidos:

- Ciência e Tecnologia de Alimentos (normas em Anexo I);
- Cadernos de Prospecção (normas em Anexo II).

A busca de alternativas de processamento que utilizem bananas verdes se dá pelo índice de perdas dos frutos antes do período de amadurecimento, tempo em que, geralmente, são consumidas. Por não ser tão difundida na literatura, a variedade Mysore (*Musa* AAB - Mysore) foi escolhida como matéria-prima para a extração do amido estudado, visando a sua posterior utilização na elaboração de produtos alimentícios que necessitem de características específicas nas quais o amido possa auxiliar, tendo em vista que muitos setores alimentícios procuram utilizar amidos nativos que não sofreram alterações químicas, mas que apresentem propriedades semelhantes às dos amidos modificados.

CARACTERIZAÇÃO E ESTUDO DAS PROPRIEDADES FUNCIONAIS DO AMIDO DE BANANA VERDE VARIEDADE MYSORE (*MUSA* AAB – MYSORE)

ESTUDO DO AMIDO DE BANANA VERDE

Sabrina de Medeiros Fontes (Fontes, S. M.). E-mail: sabrina_fontes@hotmail.com

Mônica Tejo Cavalcanti (Cavalcanti, M. T.). E-mail: monicatejoc@yahoo.com.br

Robeirlúcia Araújo Candeia (Candeia, R. A.). E-mail: roberlucia.candeia@ccta.ufcg.edu.br

Eveline Lopes Almeida (Almeida, E. L.). E-mail: eveline@eq.ufrj.br

Sabrina de Medeiros Fontes. E-mail: sabrina_fontes@hotmail.com

Rua Dom Pedro I, nº 75. Estação. Sousa – PB. CEP: 58807-340. Telefone: (83) 99372-5999

Universidade Federal de Campina Grande. Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar.

Unidade de Ciências e Tecnologia de Alimentos.

Pombal – PB, Brasil.

ABSTRACT: So that there is innovation in the development of food products with starch in its formulation, it can take into account the banana starch, which has higher content when the fruit is fully green. The starches and derivatives are used as ingredients or additives basic components added in small amounts to enhance the production, presentation and preservation of the product. This study aimed to characterize the green banana variety Mysore (*Musa* AAB - Mysore), studying their functional properties as well as its importance and use in the food industry. The starch extracted from green bananas were performed physico-chemical studies and functional properties. The yield amounted to a starch quality, with characteristics similar to other species of bananas. The results of studies of its functional properties reveal a less prone to starch retrogradation phenomenon. Starch showed results that indicate its use in many areas of the food industry, especially for the preparation of sauces sector, becoming an alternative technology and development of food products.

Practical Application: The study of unconventional starches assists in new technologies for the food sector.

Keywords: Amylopectin. Amylose. Extraction. Regress. Syneresis.

1. Introdução

A banana pertence ao gênero *Musa* da família *Musaceae* e a maioria das variedades existentes são descendentes de dois ancestrais selvagens, *Musa acuminata* e *Musa balbisiana* (Salunkhe & Desai, 1984). As mais importantes variedades cultivadas no Brasil são: Prata, Pacovan, Prata Anã, Maçã, Mysore, Terra e D'Angola, pertencentes ao grupo genoma AAB; e Nanica, Nanicão e Grande Naine, pertencentes ao grupo genoma AAA (Mota et al., 2000). Características fundamentais de qualidade para os consumidores como sabor, aroma e textura

(Matsuura et al., 2004) nem sempre são favoráveis em todas as variedades, por isso deve-se considerar opções de processamento após o beneficiamento dos frutos para a sua maior utilização na indústria de alimentos.

O mercado de amidos, resistentes, nativos e modificados cresce rapidamente e produtos a base de amido vêm sendo continuamente desenvolvidos. Conseqüentemente, suas características são bastante estudadas visando atender propriedades tecnológicas específicas (Jambrak et al., 2010). Além do interesse por ingredientes contendo componentes que influenciem em atividades fisiológicas ou metabólicas benéficas, a indústria alimentícia busca amidos com características que oportunizem aumentar seu leque de opções no processamento de determinados alimentos.

Diante da importância da cultura da banana em nosso país e levando-se em consideração a possibilidade de uma fonte não convencional de amido, o objetivo do presente trabalho foi realizar a caracterização da banana verde variedade Mysore (*Musa* AAB - Mysore), utilizada como matéria-prima para a extração do amido. E, deste amido nativo, realizar a caracterização e estudo das propriedades funcionais.

2. Material e Métodos

2.1. Materiais

Os frutos imaturos da banana Mysore (*Musa* AAB – Mysore) foram obtidos no município de Sousa, região semiárida do estado da Paraíba, Brasil. Imediatamente após a sua colheita foram utilizados para a extração do amido. Todos os produtos químicos utilizados nos experimentos foram de grau analítico.

2.2. Caracterização física da banana

A firmeza das bananas foi avaliada através de penetrômetro (Instrutherm Instrumentos de Medição Ltda.[®], Brasil).

2.3.Extração e purificação do amido

A extração do amido foi realizada conforme metodologia descrita por Adebowale et al. (2006) com adaptações: 3,3 Kg de bananas cortadas em rodela foram embebidas em 6 L de solução de bissulfito de sódio (1%) a 4 °C durante 24 h. As bananas foram trituradas em liquidificador industrial UCB-950A (Urano[®], Brasil) em velocidade máxima durante 8 s. A suspensão obtida foi tamizada em malha de 200 mesh e deixada em repouso por 24 h a 4 °C. O amido obtido foi lavado duas vezes com água destilada antes de secar em estufa com circulação forçada de ar durante 3 h a 45 °C ± 2 °C. Em seguida, foi armazenado em saco de polietileno até a sua posterior utilização.

2.4. Composição química

A banana e o amido foram caracterizados quanto aos teores de umidade, proteína e cinzas de acordo com os métodos 44-15.02, 46-12.01 e 08-01.01 (AACC, 2010). A acidez e pH foram determinados segundo os métodos 981.12 e 942.15 (AOAC, 2005). O conteúdo de carboidratos redutores foi realizado pelo método do DNS, proposto por Miller (1959). A quantificação do amido foi realizada de acordo com o método de antrona (Moraes & Chaves, 1988) e a determinação de compostos fenólicos foi realizada segundo os procedimentos de Goldstein & Swain (1963) com base no teor de taninos presentes na banana. O conteúdo de amilose aparente dos amidos previamente desengordurados foi determinado de acordo com metodologia descrita por Martínez et al. (1989).

2.5. Morfologia dos grânulos de amido

A Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) foi realizada com detector de energia dispersiva de raios x Leo 440i (LEO Electron Microscopy Ltd.[®], Cambridge, Reino Unido). Antes da análise as amostras foram colocadas em stubs e posteriormente recobertas por ouro em um Sputter Coater modelo SC7620 (VG Microtech, Uckfield, Reino Unido). Foi realizado

o tratamento das imagens para a determinação aproximada do tamanho das partículas utilizando o software ImageJ.

2.6. Propriedade térmica do amido

A Calorimetria Diferencial Exploratória (DSC - Differential Scanning Calorimetry) foi utilizada para avaliar as propriedades térmicas dos amidos através de calorímetro DSC-60 (Shimadzu, Japão) calibrado com índio. As transições foram caracterizadas pelas temperaturas inicial (T_0), de pico (T_p) e final (T_f), e pela mudança de entalpia (ΔH) associada ao processo da gelatinização do amido. Estes parâmetros foram calculados utilizando o software TA60 versão 2.11 (Shimadzu, Japão). Duas replicatas foram realizadas para cada amostra (proporção amido:água 1:2).

2.7. Grau de organização molecular do amido

O grau de organização molecular foi examinado por espectrometria no infravermelho por Transformada de Fourier (FT-IR). Os espectros infravermelhos (4000 a 400 cm^{-1}) das amostras (pastilha formada por 2 mg de amido e 200 mg de KBr) foram obtidos em espectrofotômetro transformado de Fourier (FT-IR) IR Prestige-21 (Shimadzu, Japão). As medidas foram feitas a uma resolução de 4 cm^{-1} com varredura de 45 escaneamentos. Utilizou-se o software IR Solution versão 1.21 (Shimadzu, Japão) para análise de ajuste das curvas.

2.8. Estudo de gelificação

O estudo da capacidade de gelificação do amido foi analisado segundo método descrito por Lawal & Adebawale (2005).

2.9. Propriedades de pasta

As propriedades de pasta do amido foram determinadas no viscosímetro RVA (Rapid Visco Analyser) modelo 4+ (Newport Scientific Pty. Ltd.®, Austrália) utilizando o programa de aquecimento Standard 1. O perfil de viscosidade e os parâmetros foram calculados

utilizando o software Thermocline para Windows versão 2.4 (Newport Scientific Pty. Ltd., Sidney, Austrália). As medidas foram realizadas em triplicatas.

2.10. Sinérese

A sinérese foi medida como o percentual (%) da massa de água liberada em relação à massa inicial do amido após a centrifugação das amostras a 1500 g por 15 minutos (Singh et al., 2004).

2.11. Intumescimento e solubilidade do amido

A metodologia utilizada para a quantificação do poder de intumescimento e solubilidade do amido em função da temperatura foi descrita conforme De La Torre-Gutiérrez et al. (2008), já em função do pH foram utilizados os procedimentos descritos por Lawal & Adebowale (2005).

2.12. Capacidade de absorção de água e óleo

A capacidade de absorção de água (% CAA) e óleo (% CAO) do amido da banana verde foi realizada através do método proposto por Beuchat (1977), utilizando-se centrífuga Cientec[®] CT-5000R.

2.13. Claridade da pasta

A claridade da pasta foi determinada utilizando-se o método de Singh et al., (2004) com algumas modificações, com leitura realizada em espectrofotômetro Biospectro[®] SP-220 a 650 nm de transmitância nos tempos de 24, 48, 72 e 120 h.

2.14. Análise Estatística

Os resultados foram analisados por Análise de Variância (ANOVA) e submetidos ao teste de comparação de médias através de Tukey, ao nível de significância de 5%. Além disso, os dados obtidos no estudo de algumas propriedades funcionais foram expressos na forma de gráficos nas Figuras 5, 6, 7 e 8, elaborados pelo software Excel.

3. Resultados e Discussão

A banana apresentou 28,72 N de firmeza, melhor parâmetro para se determinar o grau de maturação de um fruto, segundo Ditchfield (2004). O rendimento do amido extraído foi de 13,57%. As diferentes técnicas e variedades de bananas existentes, bem como as várias formas de extração utilizadas na obtenção de amidos fazem com que não exista um padrão em relação ao rendimento deste tipo de amido. Na Tabela 1 encontram-se os resultados da caracterização da banana Mysore e do amido extraído da mesma.

Tabela 1. Avaliação físico-química da banana verde e do amido extraído.

Parâmetros	Banana Verde	Amido
Umidade (%)	60,07 ± 0,63	12,30 ± 0,92
Cinzas (%)	1,37 ± 0,07	0,09 ± 0,05
Proteínas (%)	0,72 ± 0,25	0,44 ± 0,25
Acidez (g ác. málico/100 g amostra)	0,39 ± 0,07	-
pH	5,69 ± 0,03	5,25 ± 0,09
Açúcares redutores (%)	0,36 ± 0,01	-
Teor de amido (%)	52,22 ± 0,95	90,08 ± 0,18
Compostos fenólicos (g ác. tânico/100 g amostra)	0,0026 ± 0,01	0,0024 ± 0,01
Teor de amilose (%)	-	37,88 ± 0,44

Média de triplicata ± desvio padrão.

O teor de umidade apresentou resultados já esperados, tendo em vista que a banana nesse estágio de maturação deve conter determinado conteúdo de água (60,07%) e, após o procedimento de extração, o amido tem uma redução elevada desse teor caindo para um percentual de 12,30%. O teor de cinzas e proteína na banana foi de 1,37% e 0,72%, respectivamente. Baixos teores de cinzas e proteínas indicam uma maior qualidade do amido extraído, bem como do procedimento utilizado, tendo em vista que após a extração, o amido

carrega consigo alguns constituintes presentes nos tecidos que, mesmo estando em baixas quantidades, podem interferir nas suas propriedades (Leonel & Cereda, 2002). Os valores de acidez e de pH da banana e do amido se apresentaram dentro do esperado. O teor de açúcares redutores da banana (0,36%) ficou dentro da faixa 0,10-0,90% (Leonel et al., 2011; Carvalho et al., 2011), valor propício para um fruto ainda verde.

O teor de amido da banana (52,22%) se mostrou superior ao de outras variedades como Nanica (21,7%), Nanicão (23,1%) e Ouro Colatina (22%) (Mota et al., 1997). Já no amido (90,08%) foi semelhante e/ou superior aos amidos de variedades Nanica (79,7%), Macho (98,10%) e Valery (99%) (Cardenette, 2006; Núñez-Santiago et al., 2004; Waliszewski et al., 2003). O teor de amilose do amido foi de 37,88%, o que pode influenciar em efeitos como inchamento do grânulo, gelatinização, retrogradação e comportamento durante a ingestão. Os conteúdos de compostos fenólicos encontrados na banana e no amido (0,0026 g_{ác. tânico}/100 g_{amostra} e 0,0024 g_{ác. tânico}/100 g_{amostra}) foram baixos, sendo favorável por conferir ao alimento características indesejáveis por se tratar de um fator antinutricional (Pino & Lajolo, 2003).

Na Figura 1 são apresentadas as partículas através de imagem capturada pelo microscópio eletrônico de varredura (MEV), evidenciando grânulos com tamanhos e formas diferenciados, em que há a predominância do formato elipsoidal com diâmetros irregulares, eixos variando entre 10 e 100 µm e superfície lisa, o que, segundo Barbosa (2013), demonstra grânulos íntegros. Utrilla-Coello et al. (2014) estudando amidos de bananas Enano, Morado, Valery e Macho verificaram que os principais eixos obtiveram variação semelhante aos do amido da Mysore, entre 10 e 80 µm. Os tamanhos das partículas totalizaram médias de área e perímetro de 277,67 µm² e 141,33 µm, respectivamente (Figura 1). Foram contabilizadas aproximadamente 53 partículas.

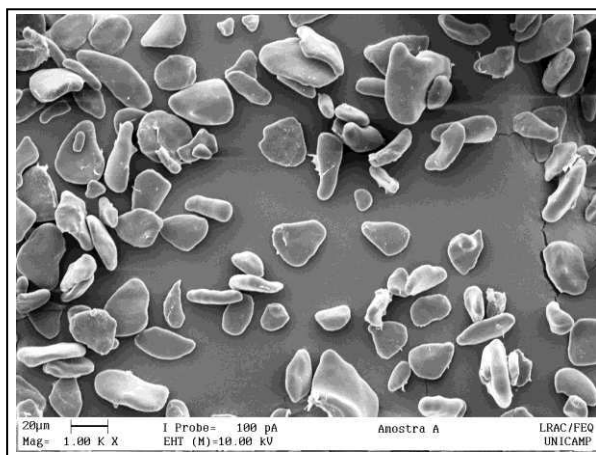


Figura 1 – Morfologia dos grânulos de amido por MEV.

A curva de Calorimetria Diferencial Exploratória (DSC) está exposta na Figura 2. A temperatura inicial (T_0), temperatura de pico (T_p) e temperatura final (T_f) do pico endotérmico da gelatinização foram 67,54 °C, 75,18 °C e 87,56 °C, respectivamente.

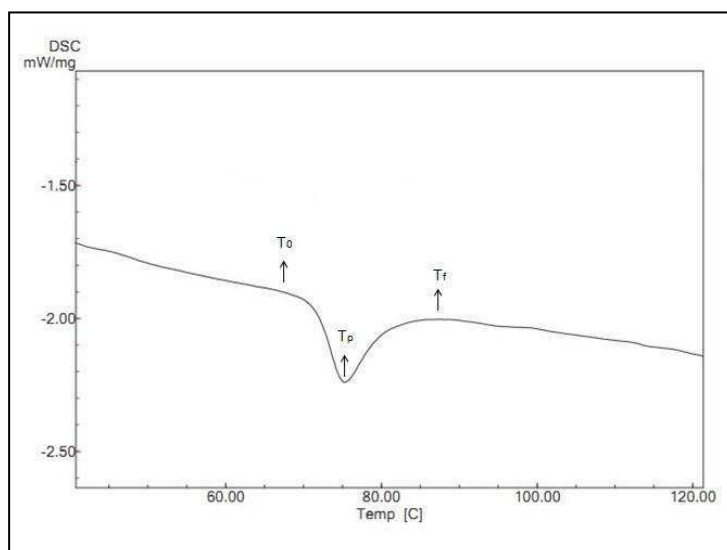


Figura 2 – Curva DSC para o amido de banana.

A entalpia encontrada foi de 12,38 J/g. O período de gelatinização é representado pelo intervalo de temperatura $T_f - T_0$, que foi de 20,02 °C. Nota-se, de acordo com os resultados obtidos (Figura 2), que apenas um pico endotérmico foi obtido durante a análise do amido, o que leva a crer, segundo Yoo & Jane (2002), que não há amilose complexada com lipídeos. Resultados semelhantes de temperatura e entalpia foram encontrados em variedades como Nanicão, Prata-Anã, Morado e Macho (Leonel et al., 2011; Utrilla-Coello et al., 2014). Tais

resultados podem estar intimamente associados aos teores de amilose encontrados que variaram de 19-37%.

3.1. Grau de organização molecular do amido

A espectrometria no infravermelho por Transformada de Fourier (FT-IR) tem sido utilizada para estimar a quantidade de domínio cristalino e amorfo da estrutura do amido, por avaliar a intensidade das absorvâncias a 1047 e 1022 cm^{-1} , respectivamente (Capron et al., 2007). Ao fazemos a taxa de absorvâncias do espectro entre as bandas 1047 e 1022 cm^{-1} do amido de banana Mysore (*Musa AAB – Mysore*) encontramos o valor 0,92, o que indica uma predominância de ordenamento cristalino das moléculas no grânulo. Esta predominância de área cristalina sob a área amorfa do grânulo é muito superior quando comparada à proporção encontrada em grânulos de amido de banana verde de outras espécies como Williams e a banana vermelha da China (*Musa coccinea*), cujas taxas destas absorvâncias ficaram próximas a 0,60 e 0,55, respectivamente (Jiang et al., 2015).

3.2. Estudo de gelificação

A Figura 3 mostra claramente o resultado obtido no estudo da capacidade de gelificação do amido da banana Mysore. Houve uma variação conforme a mudança de concentração das amostras. Na concentração de 2%, o amido apresentou estado líquido e na de 4%, notória viscosidade. Em 6%, a viscosidade já se tornou mais firme. Já na concentração de 8% o amido mostra um estado de formação de gel, o que determina este percentual como sendo a concentração mínima de gelificação, pois a amostra do tubo invertido não chegou a deslizar pelo mesmo (Figura 3b). Na faixa de concentrações de 10 a 14% o amido se mostrou totalmente firme, ultrapassando o ponto de gel. Resultados de concentração mínima de gelificação entre 6 e 10% podem ser encontrados em diversos estudos com amidos extraídos de fontes não convencionais (Farias et al., 2013; Cavalcanti, 2011).

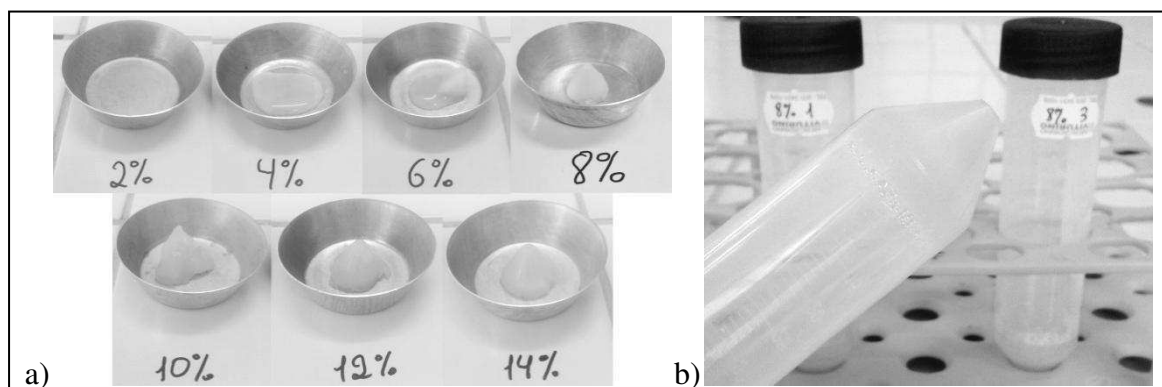


Figura 3 – Amostras de amido com diferentes concentrações (a); Concentração mínima de gelificação obtida (b).

3.3. Propriedades de pasta

Os resultados obtidos pelo Rapid Visco Analyser (RVA) no amido podem ser observados através da Tabela 2.

Tabela 2 – Propriedade da pasta (RVA) do amido da banana Mysore.

Parâmetros	Resultados
Temperatura de pasta (°C)	79,1 ± 0,8
Viscosidade máxima (cP)	5455,3 ± 45,9
Tempo visc. máxima (min)	4,5 ± 0,2
Viscosidade mínima (cP)	3034,0 ± 150,9
Breakdown (cP)	2421,3 ± 114,8
Viscosidade final (cP)	3985,0 ± 84,3
Setback (cP)	951,0 ± 66,9

Média de triplicata ± desvio padrão.

A quebra da viscosidade (breakdown) obteve resultado superior quando comparado a outros amidos nativos estudados por Ascheri et al. (2010), Leonel et al. (2011), Oliveira et al. (2009) e Mota et al. (2000), indicando menor resistência dos grânulos gelatinizados à fragmentação mecânica sob cisalhamento. É perceptível uma perda acentuada de viscosidade durante o processo de aquecimento e cisalhamento (Figura 4). Pelo valor de setback observa-

se que o amido de banana possui menor tendência à retrogradação em relação a outros amidos (Leonel et al., 2011; Ascheri et al., 2010). A temperatura de pasta obtida pelo RVA foi de 79,1 °C, valor que se mostra aproximado à faixa de temperatura encontrada por Leonel et al. (2011), que foi de 60-73 °C em amidos de bananas. Esse valor condiz com a temperatura de pico apresentada na DSC (75,18 °C) e indica uma alta resistência à expansão e ruptura.

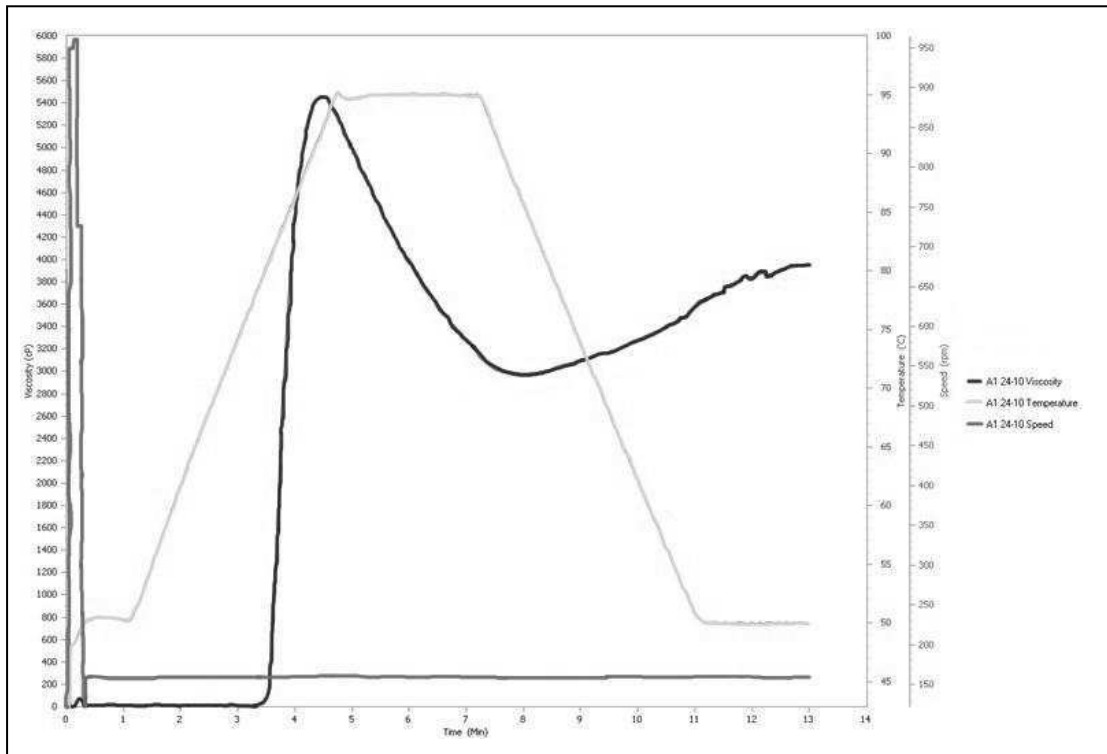


Figura 4 – Perfil de viscosidade da pasta do amido de banana Mysore.

3.4. Sinérese

Observa-se que o gel de amido apresentou sinérese após 24 h de estocagem refrigerada e que esta sinérese aumentou até 48h. Porém, após 48 h, o percentual de sinérese foi decrescente, variando de 10,51% ± 0,51 para 2,80% ± 0,54 (em 360 h), totalizando uma perda de água total de 33,46% (Figura 5).

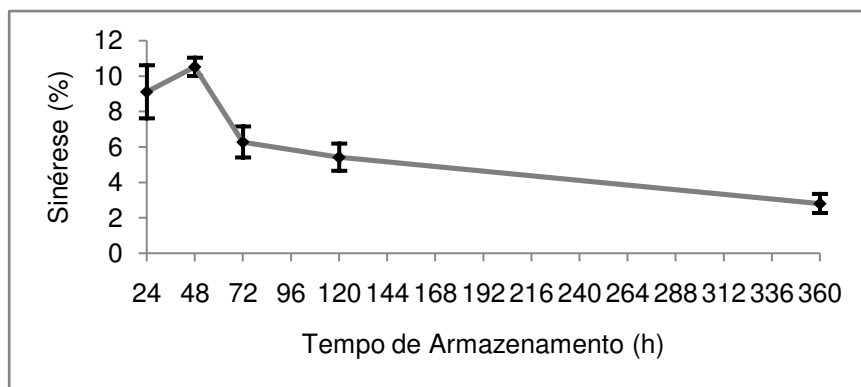


Figura 5 – Sinérese do amido de banana Mysore.

Resultados baixos de sinérese após certo tempo de estocagem, segundo Muccillo (2009), podem indicar que o amido é menos propenso a retrogradação. Essa característica é reforçada quando se verifica o resultado de setback obtido na análise de RVA. Baixos teores de água liberada pelo gel de amido como os obtidos neste estudo (33,46%) podem indicar maior possibilidade de aplicação do amido em produtos refrigerados ou outros cuja sinérese é indesejável (molhos, etc.).

3.5. Intumescimento e solubilidade

À medida que houve um aumento de temperatura a partir de 70°C, houve um aumento do intumescimento dos grânulos de amido (Figura 6a). O intumescimento continuou de forma progressiva até os 90 °C, o que está condizente com o resultado encontrado na análise de DSC. Um aumento exponencial do intumescimento pode ser notado entre 70-80 °C, faixa de temperatura que está associada às temperaturas de pico do DSC (75,18 °C) e de pasta do RVA (79,1 °C). Com relação à solubilidade, observa-se que houve crescimento desta propriedade com o intumescimento dos grânulos (60-70 °C) (Figura 6b). Porém, após 70 °C houve uma redução da solubilidade, provavelmente pelo rompimento da estrutura do grânulo e lixiação de compostos do grânulo. Segundo Sajilata et al. (2006), amidos com redução da solubilidade podem ser direcionados para certas aplicações industriais, pois oferece boa crocância e baixa retenção de água e gordura.

A variação do pH entre 3 e 9 provocou pequenos efeitos sobre o poder de intumescimento e solubilidade do amido (Figura 7a). Porém, a partir do pH 9, houve um aumento destas propriedades até o pH 12. Isto ocorreu provavelmente devido a desprotonação dos grupos hidroxilas das moléculas do amido, levando a um afastamento das mesmas e permitindo maior penetração de água no grânulo (aumento do intumescimento e solubilidade).

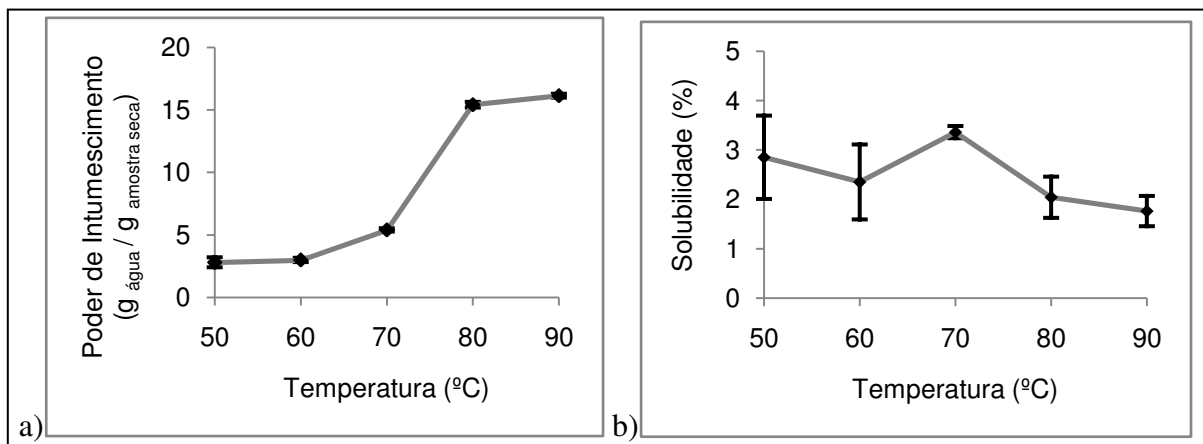


Figura 6 – Poder de intumescimento (a) e solubilidade (b) em função da temperatura do amido de banana Mysore.

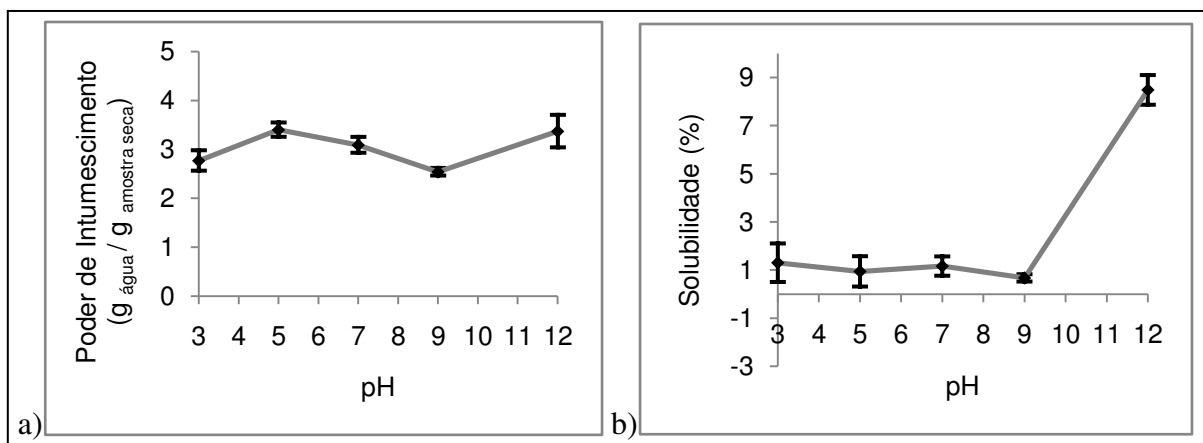


Figura 7 – Poder de intumescimento (a) e solubilidade (b) em função do pH do amido de banana Mysore.

3.6. Capacidade de absorção de água e óleo

Na capacidade de absorção de água (CAA), o amido obteve um valor de absorção de 1,19 g_{água}/g_{amido}. Já na capacidade de absorção de óleo (CAO) obteve um valor semelhante, se

comparado ao de água, 1,18 $\text{g}_{\text{óleo}}/\text{g}_{\text{amido}}$. Segundo Resio et al. (2000), essas características podem definir o interesse industrial dos amidos para a formulação de produtos alimentícios.

3.7. Claridade da pasta

Quanto maior a transmitância maior a claridade da pasta, o que indica menor opacidade e valores de absorbância. Com o passar do tempo de estocagem os géis de amido apresentaram uma diminuição da transmitância (Figura 8) e, conseqüentemente, uma maior opacidade. Visualmente, os géis de amido podem ser considerados moderadamente transparentes em relação aos géis de amido obtidos por Silva et al. (2006), o que faz com que sua utilização seja intermediária entre a aplicação em molhos para saladas ou recheios de tortas doces, por exemplo.

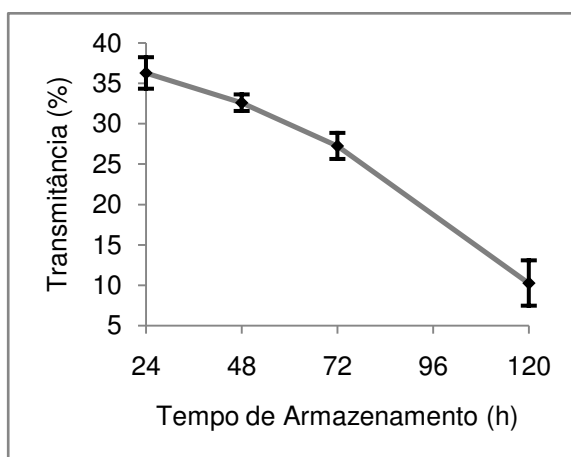


Figura 8 – Claridade da pasta do amido de banana Mysore.

4. Conclusões

O rendimento do amido da banana Mysore foi baixo, porém, este amido mostrou boas características físico-químicas e de propriedades funcionais. Ele apresentou bom poder de intumescimento, o que mostra o potencial de seu emprego em produtos que exigem retenção de água, como produtos cárneos e geleias. O baixo percentual de perda de água durante o armazenamento e o baixo setback obtido pelo estudo de perfil de pasta comprovam que o

amido é menos propenso a retrogradação e sinérese, fator bastante considerável quando se trata da elaboração de produtos que necessitam ser mantidos sob refrigeração.

É grande a procura por amidos nativos que possuem características e propriedades funcionais que especifiquem a sua utilização. Sendo assim, é de grande importância a tentativa de extração e realização de estudos em amidos obtidos de fontes não convencionais para atender as expectativas do mercado de amidos como o realizado neste presente trabalho.

5. Referências Bibliográficas

- AACC. American Association Cereal Chemists. (2010). *Approved Methods of Analysis* (11. ed.). Saint Paul: AACC. Retrieved from <http://methods.aaccnet.org/toc.aspx>.
- Adebowale, K. O., Afolabi T. A., & Oluowolabi, B. I. (2006). Functional, physicochemical and retrogradation properties of sword bean (*Canavalia gladiata*) acetylated and oxidized starches. *Carbohydrate Polymers*, 65, 93-101.
- AOAC. Association of Official Analytical Chemists. 2005. *Official Methods of analysis of Association of Official Chemists* (13.ed.). Washington: AOAC.
- Ascheri, D. P. R., Moura, W. S., Ascheri, J. L. R., & Carvalho, C. W. P. (2010). Caracterização física e físico-química de rizomas e amido do lírio-do-brejo (*Hedychium coronarium*). *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 40(2), 159-166.
- Barbosa, M. C. (2013). *Efeito da adição de proteína nas propriedades físicas e reológicas dos géis obtidos a partir de amido da semente de jaca (Artocarpus integrifolia)* (Dissertação de mestrado). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Itapetinga - BA.
- Beuchat, L. B. (1977). Functional and electro phonetic characteristics of succinylated peanut flour proteins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 25, 258-261.
- Capron, I., Robert, P., Colonna, P., Brogly, M., & Planchot, V. (2007). Starch in rubbery and glassy states by FTIR spectroscopy. *Carbohydrate Polymers*, 68, 249-259.

- Cardenette, G. H. L. (2006). *Produtos derivados de banana verde (Musa spp) e sua influencia na tolerância à glicose e na fermentação colônica* (Tese de doutorado). Universidade de São Paulo (USP). São Paulo – SP.
- Carvalho, A. V., Seccadio, L. L., Mourão Júnior, M., & Nascimento, W. M. O. (2011). Qualidade pós-colheita de cultivares de bananeira do grupo 'maçã', na região de Belém – PA. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 33(4), 1095-1102.
- Cavalcanti, M. T., Silva, V. C., Costa, T. S., Florencio, I. M., & Florentino, E. R. (2011). Obtenção do amido do endocarpo da manga para diversificação produtiva na indústria de alimentos. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 6(5), 80-83.
- De La Torre-Gutiérrez, L., Chel-Guerrero, L. S., & Betancur-Ancona, D. (2008). Functional properties of square banana (*Musa balbisiana*) starch. *Food Chemistry*, 106, 1138-1144.
- Ditchfield, C. (2004). *Estudo do processamento contínuo do purê de banana* (Tese de doutorado). Universidade de São Paulo (USP), São Paulo - SP.
- Farias, A. M., Reis, S. O., Farias, W. M., & Carvalho, R. V. (2013). Extração e caracterização de amido de manga. In *XVII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, XIII Encontro Latino Americano de Pós-Graduação e III Encontro de Iniciação à Docência*, São José dos Campos, Brasil.
- Goldstein, J. L., & Swain, T. (1963). Changes in tannis in ripening fruits. *Phytochemistry*, 2, 371-383.
- Jambrak, A. R., Herceg, Z., Subaric D., Babic, J., Brncic, M., Brncic, S. R., Tomislav, B., Cvek, D., Tripalo, B., & Gelo, J. (2010). Ultrasound effect on physical properties of corn starch. *Carbohydrate Polymers*, 79, 91-100.
- Jiang, H., Zhang, Y., Hong, Y., Bi, Y., Gu, Z., Cheng, L., Li, Z., & Li, C. (2015). Digestibility and changes to structural characteristics of green banana starch during in vitro digestion. *Food Hydrocolloids*, 49, 192-199.

- Lawal, O. S., & Adebowale, K. O. (2005). Physicochemical characteristics and thermal properties of chemically modified jack bean (*Canavalia ensiformis*) starch. *Carbohydrate Polymers*, 60, 331-341.
- Leonel, M., & Cereda, M. P. (2002). Caracterização físico-química de algumas tuberosas amiláceas. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 22(1), 65-69.
- Leonel, M., Carm, E. L. C., Leonel, S., Franco, C. M. L., & Campanha, R. B. (2011). Extração e caracterização de diferentes genótipos de bananeira. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 599-605.
- Martínez, C., Cuevas, F., & Medina, L. M. (1989). *Evaluación de la calidad culinaria y molinería del arroz: guía de estudio* (6. Ed.). Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical.
- Matsuura, F. C. A. U., Costa, J. I. P., & Folegatti, M. I. S. (2004). Marketing de banana: preferências do consumidor quanto aos atributos de qualidade dos frutos. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 26(1), 48-52.
- Miller, G. L. (1959). Use of dinitrosalicylic acid for determination of reducing sugar. *Analytical Chemistry*, 11, 426-428.
- Moraes, O. M. G., & Chaves, M. B. (1988). Método espectrofotométrico para a determinação de amido em produtos cárneos. In *Encontro Nacional de Analistas de Alimentos*, Belo Horizonte - MG.
- Mota, R. V., Lajolo, F. M., & Cordenunsi, B. R. (1997). Composição em carboidratos de alguns cultivares de banana (*Musa spp.*) durante o amadurecimento. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 17(2), 94-97.
- Mota, R. V., Lajolo, F. M., Ciacco, C., & Cordenunsi, B. R. (2000). Composition and functional properties of banana flour from different varieties. *Starch/Stärke*, 52, 63-68.

Muccillo, R. C. S. T. (2009). *Caracterização e avaliação de amido nativo e modificado de pinhão mediante provas funcionais e térmicas* (Tese de doutorado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRS), Porto Alegre - RS.

Núñez-Santiago, M. C., Bello-Pérez, L. A., & Tecante, A. (2004). Sweetening-solubility characteristics, granule size distribution and rheological behaviour of banana (*Musa paradisiaca*) starch. *Carbohydrate polymers*, 56, 65-75.

Oliveira, T. M., Pirozi, M. R., Borges, J. T. S., Germani, R., & Fontes, M. P. F. (2009). Caracterização do amido de grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.). *B. CEPPA (Boletim de Pesquisa do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos da Fundação da Universidade Federal do Paraná)*, 27(1), 27-42.

Pino, V. H. D., & Lajolo, F. M. (2003). Efecto inhibitorio de los taninos Del frijol carioca (*Phaseolus vulgaris* L.), sobre la digestibilidad de la paseolina por dos sistemas multienzimáticos. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 23(1), 49-53.

Resio, A. N. C., Tolaba, M. P., & Suarez, C. (2000). Algunas propiedades físicas y térmicas Del almidón de amaranto. *Food Science and Technology International*, 6(5), 371-378.

Sajilata, M. G., Singhal, R. S., & Kulkarni, P. R. (2006). Resistant starch: a review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 5, 1-17.

Salunkhe, D. K., & Desai, B. B. (1984). *Banana and plantain*. Postharvest biotechnology of fruits. CRC Press, Boca Raton - FL.

Silva, G. O., Takizawa, F. F., Pedrosa, R. A., Franco, C. M. L., Leonel, M., Sarmiento, S. B. S., & Demiate, I. M. (2006). Características físico-químicas de amidos modificados de grau alimentício comercializados no Brasil. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 1(26), 188-197.

Singh, N., Sandhu, K. S., & Kaur, M. (2004). Characterization of starches separated from Indian chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars. *Journal of Food Engineering*, 441-449.

Utrilla-Coello, R. G., Rodríguez-Huezo, M. E., Carrillo-Navas, H., Hernández-Jaimes, C., Vernon-Carter, E. J., & Alvarez-Ramirez, J. (2014). In vitro digestibility, physicochemical, thermal and rheological properties of banana starches. *Carbohydrate Polymers*, 101, 154-162.

Waliszewski, K. N., Aparicio, M. A., Bello-Pérez, L. A., & Monroy, J. A. (2003). Changes of banana starch by chemical and physical modification. *Carbohydrate Polymers*, 237-242.

Yoo, S. H., & Jane, J. I. (2002). Structural and physical characteristics of waxy and other wheat starches. *Carbohydrate Polymers*, 49, 297-305.

PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA: AMIDO E OUTROS DERIVADOS DA BANANA VERDE

Sabrina de Medeiros Fontes*; Mônica Tejo Cavalcanti

Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Pombal, PB – Brasil.

*E-mail: sabrina_fontes@hotmail.com

Resumo: A banana é uma das frutas mais produzidas e consumidas no mundo e sua utilização ultrapassou o consumo do fruto apenas em seu estado *in natura*, possibilitando a criação de produtos a partir dela como fonte de matéria-prima. Pensando nisso, estudiosos e pesquisadores do mundo inteiro elaboram e processam produtos que também podem ser extraídos de fontes não convencionais para substituir os tradicionais, abrindo um leque de opções para a indústria alimentícia. Desta forma, esta prospecção tecnológica visa identificar números de patentes depositadas no Brasil e no mundo que se referem à produção e utilização de alguns derivados da banana verde (amido, farinha, polpa e biomassa), fazendo-se uso de bancos de patentes. Observou-se invenções patenteadas desde o século XIX até os anos atuais, com destaque na ênfase de países e inventores orientais envolvidos, bem como no aumento de patentes em nosso país a partir do século XX.

Palavras-chave: Patentes; inovação; propriedade intelectual.

Abstract: Banana is one of the most produced and consumed fruits in the world and its use exceeded the fruit's consumption only in their state in nature, enabling the creation of products from it as a source of raw material. Thinking about it, scholars and researchers around the world produce and process products that can also be extracted from unconventional sources to replace traditional, opening up a range of options for the food industry. Thus, this technology foresight aims to identify numbers of patents in Brazil and in the world that relate to the production and use of some derivatives of green banana (starch, flour, pulp and biomass), making use of patent databases. There was patented inventions since the nineteenth century to the present year, especially in the emphasis of countries and Eastern inventors involved, as well as increased patent in our country from the twentieth century.

Keywords: Patents; innovation; intellectual property.

Área tecnológica: Tecnologia de alimentos.

Introdução

No Brasil, a banana é cultivada em todos os estados e encontra-se na segunda posição de fruta mais consumida pelos consumidores brasileiros, perdendo apenas da laranja. De um modo geral, é consumida na forma *in natura*, tornando-se

parte integrante da alimentação da população de baixa renda, não só pelo seu custo relativamente baixo, mas também devido ao seu alto valor nutritivo (CUSTÓDIO et al., 2001).

O índice elevado de perdas de banana na comercialização faz com que apenas uma parcela desses frutos (50-60%) chegue à mesa do consumidor. A industrialização da banana representa uma possibilidade do aproveitamento de frutos fora dos padrões de qualidade para consumo *in natura*, porém, sem o comprometimento da qualidade da polpa. Esse processo de industrialização também auxilia no aumento da vida de prateleira e agrega valor ao produto (SILVA; RAMOS, 2009). De acordo com Cardenette (2006), como nas áreas de produção de banana para consumo *in natura* é normal o descarte de frutos maduros, a banana verde se torna um produto ideal para ser industrializado devido à maior facilidade no transporte e armazenamento, além do seu teor de amido, reduzida concentração de açúcares, bem como ao considerável teor de amido.

Uma das maneiras de se evitar o desperdício é fazendo com que estes frutos sejam processados. A banana permite a elaboração de alguns produtos industrializados, como o amido e farinha, ou feitos de forma mais artesanal, como a polpa e biomassa. O amido e a farinha de banana têm utilização mais tecnológica e visam atender as necessidades que o mercado alimentício exige, fornecendo aos produtos industrializados características específicas atuantes na viscosidade, crocância e prevenção da retrogradação, no caso do amido, por exemplo, bem como no enriquecimento e substituição de farinhas convencionais em determinados produtos, tratando-se da farinha. Segundo Leonel et al. (2011), matéria-prima abundante, o amido pode ser extraído com certa pureza através de processos industriais relativamente simples e convertido em várias substâncias por processos químicos e bioquímicos.

Já a polpa e biomassa da banana podem ser utilizadas como ingredientes para a elaboração de outros produtos açucarados ou desidratados, bem como bebidas e doces. A polpa da banana verde pode conter elevado teor de amido, em base seca, podendo ser utilizada como modificador de textura e volume, além de agir como estabilizante em determinados produtos (ZHANG et al., 2004; IZIDORO et al., 2008). A biomassa, nada mais é do que a polpa da banana verde cozida e processada. De acordo com Oi (2011), a biomassa da banana verde se torna ausente de sabor e inodora, o que possibilita a sua utilização em substituição aos espessantes tradicionais como trigo, soja, fécula de mandioca e amido de milho em diversos seguimentos alimentícios como doces ou salgados, assumindo o sabor da preparação e conferindo melhoria no valor nutricional.

A pesquisa científica na área de alimentos busca cada vez mais promover o desenvolvimento social. Para isso, existem vertentes que colaboram para a segurança dos direitos a propriedade intelectual, permitindo uma posição jurídica de titularidade que garante aos autores e inventores a recuperação dos investimentos financeiro, intelectual e humano na pesquisa e desenvolvimento tecnológico (TAVARES et al., 2011). Segundo Pascoal; Silva; Druzian (2013), ao direcionar os recursos destinados ao fomento de pesquisa ao registro de patentes, o desenvolvimento da pesquisa científica se profissionaliza, pois é necessário fazer uma prospecção tecnológica para realizar o pedido de patente.

Diante da importância da realização de uma pesquisa de prospecção tecnológica voltada à área de alimentos e do crescimento da temática envolvendo o

estudo com produtos derivados da banana verde, o presente trabalho visa conhecer a quantidade de patentes depositadas no Brasil e em outros países através de dados ofertados por cinco bancos de patentes, podendo-se ter uma noção da quantidade de estudos patenteados acerca do assunto abordado.

Metodologia

Na pesquisa de prospecção tecnológica foram analisados cinco bancos de patentes, o Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), o Instituto Europeu de Patentes (Espacenet), o banco de patentes públicas da América Latina e Espanha (Latipat), o Google Patents e o banco de patentes dos Estados Unidos (USPTO). As palavras-chave utilizadas foram amido banana*, farinha banana*, polpa banana* e biomassa banana* no INPI; *banana starch**, *banana flour**, *banana pulp** e *banana biomass** no Espacenet, Google Patents e USPTO; e *almidón plátano**, *harina plátano**, *pulpa plátano** e *biomasa plátano** no Latipat. O estudo também se deu utilizando a Classificação Internacional de Patentes (IPC) através dos códigos A23L1, A23L1/212, A23L19/00 e C08B30/00. A classificação de cada código utilizado nas buscas pode ser vista na Tabela 1.

Tabela 1. Códigos da Classificação Internacional de Patentes (IPC) utilizados nas buscas.

Códigos	Classificação
A23L1	Alimentos, produtos alimentícios ou bebidas não alcoólicas; seu preparo ou tratamento, por exemplo, cozimento, modificação das qualidades nutritivas, tratamento físico; conservação de alimentos ou produtos alimentícios, em geral (conservação de farinha e massas para cozimento).
A23L1/212	Preparação de frutas e vegetais.
A23L19/00	Produtos à base de frutas ou legumes; seu preparo ou tratamento (de leguminosas, doces em pasta, geléias, gelatinas ou similares, beneficiamento de frutas ou legumes colhidos a granel).
C08B30/00	Preparação de amido, amido degradado ou não modificado quimicamente, amilose ou amilopectina.

Fonte: INPI (2016).

Inicialmente, a busca pelas patentes nos cinco bancos foi combinada somente pelas palavras-chave e em seguida, pelas palavras-chave e códigos.

A pesquisa foi realizada em julho de 2016 e o banco de dados Espacenet foi o escolhido devido a sua maior abrangência em número de países (cerca de 90 países) e por apresentar dados de patentes mais completos. Nesta plataforma a busca foi realizada através da “Pesquisa Avançada” (*Advanced search*) usando-se o campo “Título e resumo” (*Title or abstract*). O “Título e resumo” também foi combinado com os campos “Inventor” e “IPC”. Para ilustrar o depósito anual de patentes no Brasil foi utilizada a plataforma INPI.

Resultados e Discussão

A pesquisa de prospecção tecnológica totalizou números significativos sem a utilização dos códigos de patentes, resultado já esperado tendo em vista a abrangência das palavras-chave analisadas, como mostra a Tabela 2.

Tabela 2. Pesquisa por palavras-chave sem utilização de IPC em diferentes bancos de patentes.

Palavras-chave	INPI	Espacenet	Latipat	Google Patents	USPTO
amido banana*	3	-	-	-	-
<i>banana starch*</i>	-	270	-	16.549	2.241
<i>almidón plátano*</i>	-	-	7	-	-
farinha banana*	6	-	-	-	-
<i>banana flour*</i>	-	381	-	8.824	1.047
<i>harina plátano*</i>	-	-	7	-	-
polpa banana*	5	-	-	-	-
<i>banana pulp*</i>	-	386	-	5.667	903
<i>pulpa plátano*</i>	-	-	13	-	-
biomassa banana*	5	-	-	-	-
<i>banana biomass*</i>	-	67	-	1.998	217
<i>biomasa plátano*</i>	-	-	2	-	-
Total	19	1.104	29	33.038	4.408

Fonte: Autoria própria (2016).

Com o afunilamento dos resultados através da utilização dos códigos, as plataformas mostram quantidades de patentes mais limitadas, já que nem todas as patentes registradas envolvendo somente as palavras-chaves estarão relacionadas à classificação ou área de aplicação de interesse do pesquisador.

De acordo com Pascoal; Silva; Druzian (2013), a tecnologia envolvendo frutas tem sofrido avanços e cresce tanto nos parâmetros de métodos e processamento, como em equipamentos e produtos. Com o interesse de agregar valor aos alimentos, há tempos inventores estudam, desenvolvem e elaboram formas de atender às necessidades de sua época. No Brasil, as primeiras patentes encontradas envolvendo o assunto abordado encontram-se no ano de 1996, enquanto mundialmente falando, as primeiras patentes registradas iniciaram-se no começo do século XIX, em meados de 1916, exatamente há 80 anos de diferença.

O histograma da Figura 1 ilustra o crescimento no registro de patentes em todo o mundo envolvendo o processamento de amido e farinha, bem como a preparação da polpa e biomassa de frutos da banana verde. Nota-se que o assunto vem sendo estudado, porém, de forma lenta. Há certo interesse no início do século XX, entre os anos 2003 e 2006 e numa faixa praticamente secular, os últimos picos se posicionaram no topo de patentes registradas (2013-2015). Esse crescimento mostra que o assunto pode ser promissor para investimentos de pesquisa, desenvolvimento e apropriação da tecnologia. Vale salientar que durante a pesquisa

foi possível detectar um aparecimento assíduo de países orientais, como Japão, Taiwan e principalmente China.

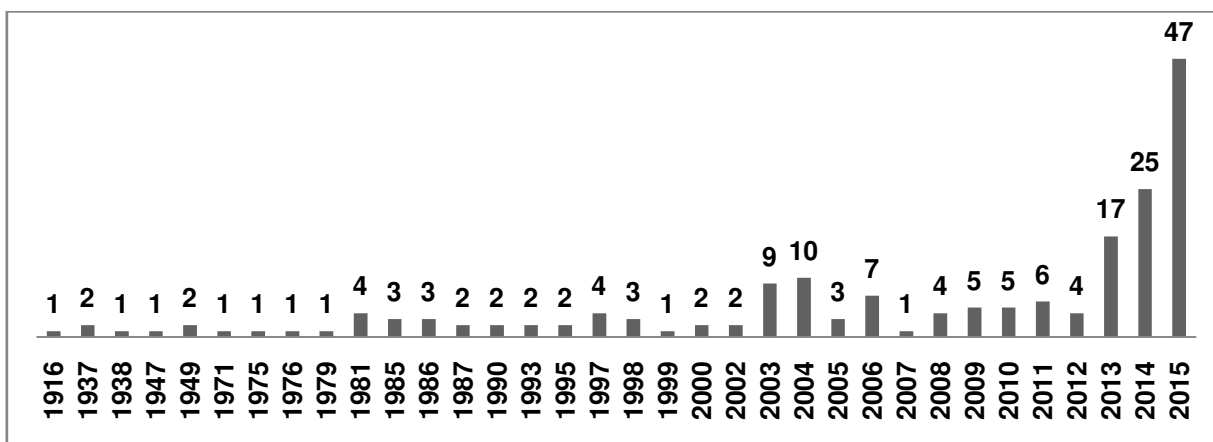


Figura 1. Evolução anual de depósitos de patentes mundial.

Fonte: Autoria própria (2016).

Já em relação ao Brasil, o interesse pelas tecnologias acerca do processamento da banana verde para obtenção dos derivados aqui citados mostra evolução estável, mas com crescimento em 2004 e 2008 (Figura 2). O aumento no número de patentes no Brasil a partir do ano 2000 pode ter acontecido, segundo Montes; Druzian (2013), devido à época onde a economia encontrava-se estável, também pelo avanço tecnológico intenso e a crescente ênfase na agricultura familiar e nos programas de governo atuando para o fortalecimento da cultura e da economia de cada macro e microrregião brasileira.

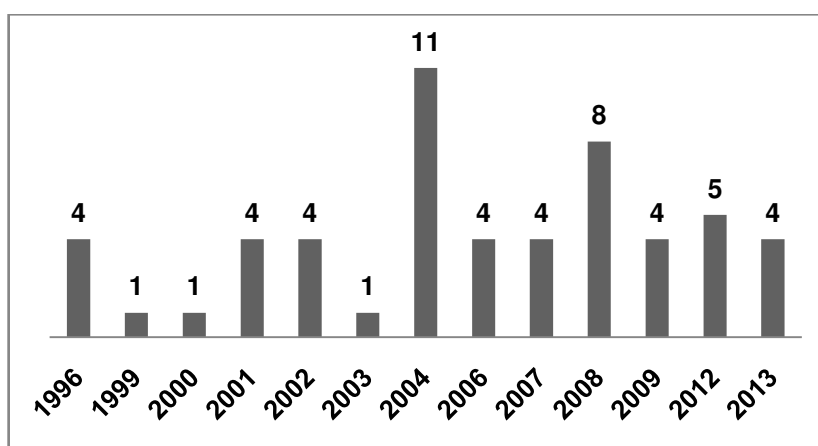


Figura 2. Evolução anual de depósitos de patentes no Brasil.

Fonte: Autoria própria (2016).

No que diz respeito aos países detentores da tecnologia de processamento analisada neste trabalho (Figura 3), ressalta-se a China, seguida do Japão, Coreia do Sul e Estados Unidos, países em amplo desenvolvimento tecnológico e que cultivam registro de patentes em diversas áreas, inclusive alimentícia. O elevado

quadro de patentes depositadas pela China pode ser justificado por se tratar de um país voltado a indústria de alimentos, conhecido mundialmente por dar importância ao campo e investir em recursos para melhoria no desenvolvimento.

Outros países também podem ser destacados, como Espanha, Reino Unido e França.

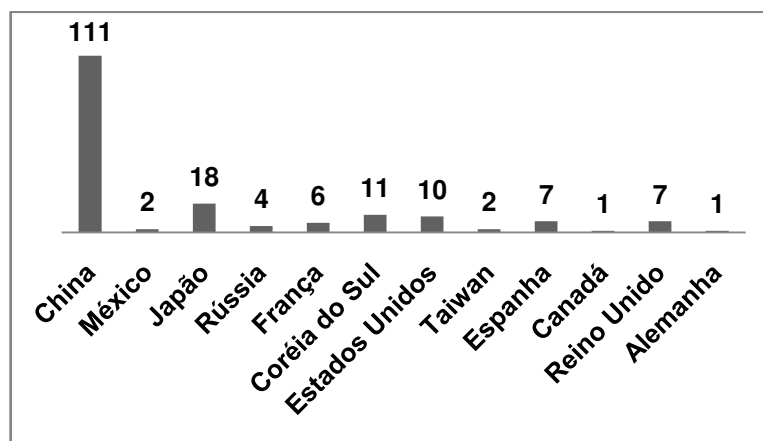


Figura 3. Número de patentes depositadas por país.

Fonte: Autoria própria (2016).

Na Figura 4 pode-se ver a quantidade de patentes encontradas acerca dos códigos de Classificação Internacional de Patentes (IPC) (Tabela 1). Todos os derivados da banana verde aqui analisados se encaixam dentro das classificações, tanto a extração do amido, como o processamento da farinha, preparação da polpa e biomassa. Foi analisado um código de IPC que abrange um maior raio de produtos processados (A23L1) e outros que especificam de forma mais limitada o tipo de produto a se analisar as patentes, como o A23L1/212 e A23L19/00, que podem englobar todos os derivados aqui pesquisados, e o C08B30/00, código mais específico voltado somente à preparação do amido, mas que também mostrou resultados de patentes envolvendo o processamento da farinha.

Os números comprovaram que existe mais patentes dentro do código geral A23L1 e que ao ser feito o afinamento da pesquisa, pode-se verificar uma minimização desses resultados.

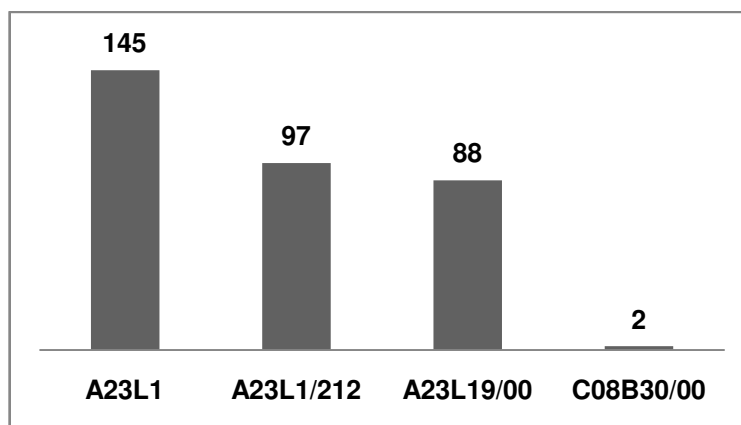


Figura 4. Número de patentes por código de Classificação Internacional de Patentes (IPC).

Fonte: Autoria própria (2016).

Em relação aos inventores das patentes, a pesquisa mostrou um número elevado de depositantes, em sua grande maioria de nacionalidade chinesa, mas que não possuem muitas patentes por um único inventor. A Figura 5 revela que o maior número de patentes registradas por um só inventor é de Wang Juan, da China, possuindo 6 patentes. Também pode ser visualizado o registro realizado por inventores de Taiwan, Espanha, Estados Unidos e Japão. Em se tratando do depósito de patentes realizado por instituições, a pesquisa revelou um número baixo de apenas 3 registros, ambos realizados pela PepsiCo® dos Estados Unidos e PepsiKo® da Rússia.

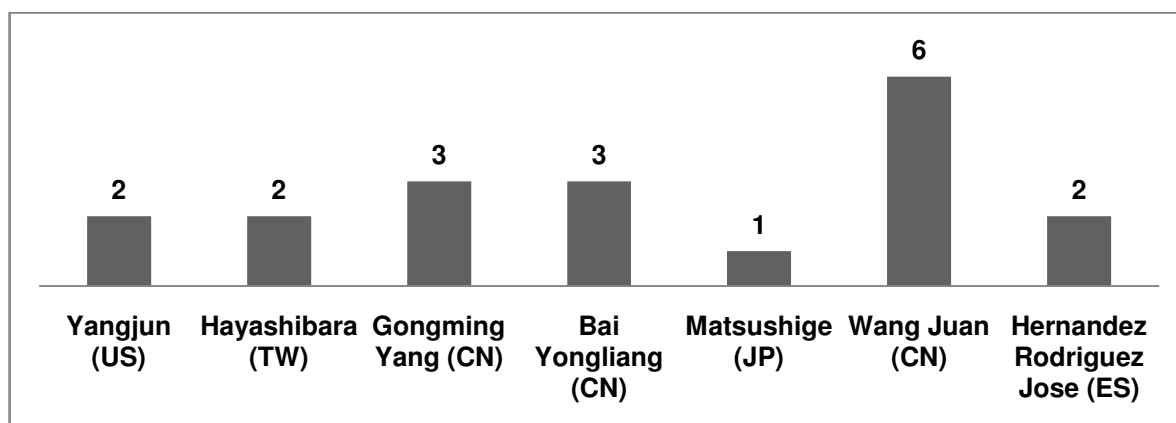


Figura 5. Número de patentes por inventor relacionado às patentes sobre tecnologias envolvidas na produção de amido, farinha, polpa ou biomassa da banana verde.

Fonte: Autoria própria (2016).

Conclusão

A prospecção tecnológica mostrou que estudos envolvendo o amido e outros derivados da banana repercutem há bastante tempo, mesmo que em pouca

quantidade, e que nos últimos anos pode-se perceber um aumento no interesse de patentear produtos ou tecnologias de processamento da banana verde. Diante da importância nutricional desse fruto e das possibilidades de elaboração e preparação de seus derivados, bem como diante dos dados expostos neste trabalho, sugere-se que pesquisas neste âmbito continuem sendo desenvolvidas para o aprimoramento da temática e em paralelo a isso, ressalta-se a comprovação de que existem poucos estudos e patentes registradas de um modo geral, sendo interessante um maior investimento em pesquisa, já que há a necessidade de industrializar o processo de produção do amido, farinha, polpa e biomassa, para que esses produtos sejam melhores difundidos na sociedade.

Perspectivas

O investimento em áreas ainda pouco exploradas como esta, envolvendo o desenvolvimento de novos produtos, seja para a indústria ou utilização artesanal, poderia ser bastante promissor.

Referências Bibliográficas

CARDENETTE, G. H. L. **Produtos derivados de banana verde (“Musa” spp.) e sua influência na tolerância à glicose e na fermentação colônica.** Tese (Doutorado em Nutrição Experimental). Universidade de São Paulo (USP). São Paulo (SP): 174p., 2006.

CUSTÓDIO, J. A. L.; SILVA, L. M.; KHAN, A. S. Análise da cadeia produtiva da banana no Estado do Ceará. In: 39º Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural, Recife (PE). **Anais...** UFPE, 2001. CD-ROM.

INPI. Instituto Nacional de Propriedade Industrial. **Publicação Oficial Classificação Internacional de Patentes (IPC).** Disponível em: <<http://ipc.inpi.gov.br/>>. Acesso em: 22/06/2016.

IZIDORO, D. R.; SCHEER, A. P.; NEGRE, M. F. O.; HAMINIUK, C. W. I.; SIERAKOWSKI, M. R. Avaliação físico-química, colorimétrica e aceitação sensorial de emulsão estabilizada com polpa de banana verde. **Revista Instituto Adolfo Lutz.** Impresso. São Paulo (SP): v.67, n.3, 2008.

LEONEL, M.; CARM, E. L. C.; LEONEL, S.; FRANCO, C. M. L.; CAMPANHA, R. B. Extração e caracterização de diferentes genótipos de bananeira. **Revista Brasileira de Fruticultura.** Jaboticabal (SP): p.599-605, 2011.

MONTES, S. S.; DRUZIAN, J. I. Prospecção tecnológica: fécula de mandioca (*Manihot esculenta Crantz*). **Anais...** ProspeCT&I. v.6, n.4, p.435-446, 2013.

OI, R. K. **Secagem da biomassa de banana verde em spray dryer**. Tese (Doutorado em Engenharia Química). Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Campinas (SP): 68p., 2011.

PASCOAL, D. R. C.; SILVA, I. R. C.; DRUZIAN, J. I. Prospecção tecnológica envolvida no processamento de farinha de banana verde, através de depósitos registrados como propriedade intelectual. **Anais...** SIMTEC. Aracaju (SE): v.1, n.1, p.787-795, 2013.

SILVA, M. B. L.; RAMOS, A. M. Composição química, textura e aceitação sensorial de doces em massa elaborados com polpa de banana e banana integral. **Revista Ceres**. Viçosa (MG): v.56, n.5, p.551-554, 2009.

TAVARES, L. E. de S.; MATOS, L. B. de S.; AMARAL, V. G. O. M.; MAIA, V. M. Proteção, prospecção & transferência de tecnologia: um manual de propriedade intelectual. **REDENIT-CE**. Fortaleza (CE): 177p., 2011.

ZHANG, P.; WAMPLER, J. L.; BHUNIA, A. K.; BURKHOLDER, K. M.; PATTERSON, J. A.; WHISTLER, R. L. Effects of arabinoxylans on activation of murine macrophages and growth performance of broiler chicks. **Cereal Chemistry**. West Lafayette (IN): v.81, n.4, 511-514, 2004.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A variedade de banana verde utilizada para a extração do amido mostrou bons resultados em relação aos parâmetros físico-químicos realizados. Apesar do seu teor de amido ter sido elevado em comparação aos demais estudos, o rendimento do amido fora baixo, porém, o mesmo mostrou ser de boa qualidade quanto aos parâmetros físico-químicos. Além disso, as propriedades morfológicas e funcionais mostraram interação, o que possibilita a sua utilização na elaboração de produtos alimentícios.

Foi apresentada uma boa resposta com relação ao poder de intumescimento e o resultado elevado mostrou seu potencial na utilização de produtos que exigem retenção de água, como produtos cárneos e geleias, por exemplo. O baixo percentual de sinérese encontrado classifica este amido como sendo menos propenso à retrogradação, qualidade bastante exigida quando se quer utilizá-lo como ingrediente em produtos que necessitam se manter em refrigeração.

Os registros de patentes encontrados na prospecção tecnológica comprovam que o interesse na utilização de derivados da banana verde, incluindo o amido, tem evoluído e promete seguir em crescimento. Isso pode estar associado ao grande valor nutricional que o fruto possui e ao constante crescimento do consumo no mercado mundial, fazendo com que as indústrias se tornem cada vez mais exigentes em busca de alternativas para a introdução de frutas que conferem melhoria aos produtos, seja na forma natural, processada ou devido à extração de seus constituintes.

Diante disso, é de grande importância a continuação de estudos nesta área, como o que foi realizado neste trabalho, para que se possa ampliar o leque de informações científicas e aperfeiçoar a utilização de amidos de fontes não convencionais.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AACC. American Association Cereal Chemists. **Approved methods of analysis of the American Association Cereal Chemists**. 8 Ed. Saint Paul: AACC, 1995.

AACC. American Association Cereal Chemists. **Approved methods of analysis**. 11 Ed. Saint Paul: AACC, 2010. Disponível em: < <http://methods.aaccnet.org/toc.aspx>>. Acesso em: 29/05/2016. (2010).

ADEBOWALE, K. O.; OLU-OWOLABI, B. I.; OLAYINKA, O. O.; LAWAL, O. S. Effect of heat–moisture treatment and annealing on physicochemical properties of red sorghum starch. **African Journal of Biotechnology**, v.4, n.9, p.928-933, 2005.

ADEBOWALE, K. O.; AFOLABI, T. A.; OLUOWOLABI, B. I. Functional, physicochemical and retrogradation properties of sword bean (*Canavalia gladiata*) acetylated and oxidized starches. **Carbohydrate Polymers**, v.65, p.93-101, 2006.

ALBANEZ, N. E. F. K. **Preparação e caracterização de nanocompósitos preparados com argilas esmectitas (bentonita), amido e sacarose**. 91p., 2008. Tese (Doutorado em Engenharia). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo (SP).

ALEXANDER, R. J. Potato starch: new prospects for an old product. **Cereal Foods World**, v.40, n.1010, p.763-764, 1995.

ALEXANDER, R. J. New starches for food applications. **Cereal Foods World**, Minneapolis, v.41, n.10, p.796-798, 1996.

ALMEIDA, M. C. B. de M. **Estudo para fins industriais das propriedades funcionais do amido nativo e modificado hidrotermicamente, provenientes de banana verde, variedade 'prata'**. 112 p., 2013. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais). Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Pombal (PB).

ALVES, R. M. L.; GROSSMANN, M. V. E.; SILVA, R. S. S. F. Gelling properties of extruded yam (*Discorea alata*) starch. **Food Chemistry**, v.67, n.2, p.123-127, 1999.

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 16 ed. Arlington: AOAC, 1025 p., 1995.

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 16 ed. Gaithersburg: AOAC, v.2, cap.32, p.1-43, 1997.

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of association of official chemists**. 13 Ed. Washington: AOAC, 2005.

BARBOSA, M. C. **Efeito da adição de proteína nas propriedades físicas e reológicas dos géis obtidos a partir de amido da semente de jaca (*Artocarpus integrifolia*)**. 88 p., 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos de Alimentos). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB). Itapetinga (BA).

BERMUDEZ, J. J. H. **Valorización de lãs amiláceas “No-Cereales” cultivadas em los países andinos: estudio de las propiedades físico químicas y funcionales de SUS almidonesy de la resistência a diferents tratamientos estresantes**. Facultad de Ingeniería de Alimentos. Universidad de Bogotá. Bogotá, 150 p., 1997.

BEUCHAT, L. B. Functional and electro phonetic characteristics of succinylated peanut flour proteins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, c.25, p.258-261, 1977.

BICUDO, S. C. W. **Caracterização de amidos nativos de diferentes fontes botânicas através de técnicas termoanalíticas e teor de amilose**. 116p., 2008. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). Ponta Grossa (PR).

BOURSIER, B. Applications alimentaires des amidons modifiés. **Industries Alimentaires et Agricoles**, v.111, p.2-11, 1994.

BRASIL. Resolução CNNPA nº 12, de 1978, publicada no Diário Oficial da União (DOU) em 24 de julho de 1978. **Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos**. Aprovação das Normas Técnicas Especiais. 1978.

BRASIL. Portaria nº 540, de 27 de outubro de 1997, publicada no Diário Oficial da União (DOU) em 28 de outubro de 1997. **Regulamento Técnico: Aditivos Alimentares - definições, classificação e emprego**. 1997.

BRASIL. Resolução nº 12, de 02 de janeiro de 2001, publicada no Diário Oficial da União (DOU) em 10 de janeiro de 2001. **Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos**. 2001.

BRASIL. Resolução nº 263, de 22 de setembro de 2005, publicada no Diário Oficial da União (DOU) em 23 de setembro de 2005. **Regulamento Técnico para Produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos**. 2005.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 23, de 14 de dezembro de 2005. **Regulamento técnico de identidade e qualidade dos produtos amiláceos derivados da raiz de mandioca**. Diário oficial da União (DOU). Brasília, DF, 15 dezembro, 2005.

BRASIL. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos do instituto Adolfo Lutz: métodos físicos e químicos para análise de alimentos**. 5 ed. São Paulo (SP), 2008.

BULÉON, A.; COLONNA, P.; PLANCHOT, V.; BALLS, S. Starch granules: structure and biosynthesis. **International Biomacromolecules**, c.23, p.85-112, 1998.

CARVALHO FILHO, M. A. S. **Preparação e estudo termoanalítico dos cinamatos de terras raras exceto escândio, no estado sólido.** 145p., 2000. Tese (Doutorado em Química). Universidade Estadual Paulista (UNESP). Araraquara (SP).

CEREDA, M. P. **Propriedades gerais do amido.** Campinas (SP), Fundação Cargill, 2001.

CEREDA, M. P.; FRANCO, C. M. L.; DAIUTO, E. R.; DEMIATE, I. M.; CARVALHO L. J. C. B.; LEONEL, M.; VILPOUX, O. F.; SARMENTO, S. B. S. **Propriedades gerais do amido.** Campinas: Fundação Cargill, v.1, 224p., 2001.

CEREDA, M. P. **Propriedades gerais do amido.** Fundação Cargill. São Paulo (SP), v.1, 221p., 2002.

CEREDA, M., VILPOUX, O. F. **Tecnologia, usos e potencialidades de tuberosas amiláceas latino americanas.** Fundação Cargill. São Paulo (SP), v.3, 711p., 2003.

CIACCO, C. F.; CRUZ, R. **Fabricação do amido e sua utilização.** Secretaria de Indústria e Comércio, Ciência e Tecnologia. São Paulo (SP), 152p., 1982.

CHANDI, G. K.; SOGI, D. S. Functional properties of rice bran proteins concentrates. **Journal of Food Engineering**, v.79, n.2, p.592-597, 2007.

CONDE-PETIT, B.; NUSSLI, J.; HANDSCHIN, S.; ESCHER, F. Comparative characterisation of aqueous starch dispersions by light microscopy, rheometry and iodine binding behaviour. **Starch/Stärke**, v.50, n.5, p.184-192, 1998.

CRAIG, S. S. S.; MANINGAT, C. C.; MEDEIROS, E. S.; CARVALHO, A. A. S.; MATTOSO, L. H. C. Estudo comparativo de amidos termoplásticos derivados do milho com diferentes teores de amilose. **Polymeros: Ciência e Tecnologia**, v.15, n.4, p.268-273, 2005.

DAMODARAN, S.; SRINIVASAN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de alimentos de Fennema**. Porto Alegre (RS), 4ª ed. Artmed. p.101, 2010.

DEDAVID, B. A.; GOMES, C. I.; MACHADO, G. **Microscopia eletrônica de varredura: aplicações e preparação de amostras: materiais poliméricos, metálicos e semicondutores**. Porto Alegre (RS), EDIPUCRS, 60p., 2007.

de la TORRE-GUTIÉRREZ, L.; CHEL-GUERRERO, L. S.; BETANCUR-ANCONA, D. Functional properties of square banana (*Musa balbisiana*) starch. **Food Chemistry**, n.106, p.1138-1144, 2008.

FREITAS, M. C. J.; TAVARES, D. Q. Caracterização do grânulo de amido de bananas (*Musa* AAA-Nanicão e *Musa* AAB-Terra). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.25, n.2, p.217-222, 2005.

GALLANT, D. J.; BOUCHET, B.; BALDWIN, M. Microscopy of starch: evidence of a new level of granule organization. **Carbohydrate Polymers**, v.32, n.34, p.177-191, 1997.

GOLDSTEIN, J. L.; SWAIN, T. Changes in tannin in ripening fruits. **Phytochemistry**, v.2, p.371-383, 1963.

GUILBOT, A. ; MERCIER, C. Starch. In: ASPINALL, G. O. **The Polysaccharides**. New York: Academic Press. v.3. p.209-282, 1985.

HOOVER, R.; SOSULSKI, F. W. Composition, structure, functionality and chemical modification of legume starches: a review. **Canadian Journal of Physiology and Pharmacology**. v.69, p.79-72, 1991.

IZIDORO, D. R. **Influência do pré-tratamento com ultra-som e da secagem nas propriedades químicas, físicas e funcionais do amido de banana verde**. 201p., 2011. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal do Paraná (UFPR). Curitiba (PR).

JAMBRAK, A. R.; HERCEG, Z.; SUBARIC D.; BABIC, J.; BRNCIC, M.; BRNCIC, S. R.; TOMISLAV, B.; CVEK, D.; TRIPALO, B.; GELO, J. Ultrasound effect on physical properties of corn starch. **Carbohydrate Polymers**, n.79, p.91-100, 2010.

JOBLING, S. Improving starch for food and industrial applications. **Science Direct**. v.7, p.210-218, 2004.

KARAM, L. B. **Propriedades funcionais de multi-misturas de amidos de milho, mandioca e cará e sua relação com as características físicas e moleculares**. 190p., 2003. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos). Universidade Estadual de Londrina (UEL). Londrina (PR). Disponível em: <www.teses.usp.br/teses/disponiveis/9/9131/tde.../BeatrizYamani.pdf>. Acesso em: 01/09/2013.

LACERDA, L. G. **Uso de técnicas termoanalíticas na caracterização da hidrólise enzimática parcial de amidos de matérias primas tropicais**. 81p., 2006. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). Ponta Grossa (PR).

LAGARRIGUE, S.; ALVAREZ, G.; CUVELIER, G.; FLICK, D. Swelling kinetics of waxy maize and maize starches at high temperatures and heating rates. **Carbohydrate Polymers**, v.73, p.148-155, 2008.

LAWAL, O. S.; ADEBOWALE, K. O. Physicochemical characteristics and thermal properties of chemically modified jack bean (*Canavalia ensiformis*) starch. **Carbohydrate Polymers**. v.60, p.331-341, 2005.

LAWAL, O. S.; ADEBOWALE, K. O.; OGUNSANWO B. M.; BARBA L. L.; ILO, N. S.; Oxidized and acid thinned starch derivatives of hybridmaize: functional characteristics, wide-angle X-ray diffractometry and thermal properties. **International Journal of Biological Macromolecules**, v.35, p.71-79, 2005.

LEACH, H. W., MCCOWEN, L. D.; SCHOCH, T. J. Swelling power and solubility of granular starches. **Cereal Chemistry**, c.36, p.534-544, 1959.

LEITE, J. G. **Aplicação das Técnicas de Espectroscopia FTIR e de Micro Espectroscopia Confocal Raman à Preservação do Património**. 73p., 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Metalúrgica e de Materiais). Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP). Portugal.

LEONEL, M.; CEREDA, M. P. Caracterização físico-química de algumas tuberosas amiláceas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.22, n.1, p.65-69, 2002.

LEONEL, M. Análise da forma e tamanho de grânulos de amidos de diferentes fontes botânicas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.27, n.3, p.579-588, 2007.

MANNERS, D. J. Recent developments in our understanding of amylopectin structure. **Carbohydrate Polymers**. Essex, v.11, p.87-112, 1989.

MARTÍNEZ, C.; CUEVAS, F.; MEDINA, L. M. **Evaluación de la calidad culinaria y molinería del arroz: guía de estudio**. Ed. 3. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 75p., 1989.

MILLER, G. L.; Use of dinitrosalicylic acid for determination of reducing sugar. **Analytical Chemistry**. c.11, p.426-428, 1959.

MORAES, O. M. G.; CHAVES, M. B. Método espectrofotométrico para a determinação de amido em produtos cárneos. In: **Encontro Nacional de Analistas de Alimentos**. Belo Horizonte (MG), p.281, 1988.

MOTA, R. V.; LAJOLO, F. M.; CORDENUNSI, B. R. Composição em carboidratos de alguns cultivares de banana (*Musa* spp.) durante o amadurecimento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.17, n.2, p.94-97, 1997.

MOTA, R. V.; LAJOLO, F. M.; CIACCO, C.; CORDENUNSI, B. R. Composition and functional properties of banana flour from different varieties. **Starch/Stärke**. v.52, p.63–68, 2000.

MUCCILLO, R. C. S. T. **Caracterização e avaliação de amido nativo e modificado de pinhão mediante provas funcionais e térmicas**. p.156, 2009. Tese (Doutorado em Engenharia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRS). Porto Alegre (RS).

MUN, S.; KIM, L.; KANG, C.; PARK, K.; SHIM, J.; KIM, Y. Development of reduced-fat mayonnaise using 4 α GTase-modified rice starch and xanthan gum. **International Journal of Biological Macromolecules**, v.44, p.400-407, 2009.

NATIONAL STARCH AND CHEMICAL INDUSTRIAL LTDA. **Divisão de amidos alimentícios: tecnologia de amido alimentício**. 13 p., 1995.

PARKER, R.; RING, S. G. Aspects of the physical chemical of starch. **Journal of Cereal Science**, v.34, p.1-17, 2001.

PEREIRA, L. H. G. **Obtenção e estudo das propriedades físico-químicas de amidos de mandioca (*Manihot esculenta*) oxidados e ácido-modificados**. 108p., 2008. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). Ponta Grossa (PR).

PEREIRA, L. D. **Caracterização do amido nativo e modificação química do amido da fruta-de-lobo (*Solanumly cocarpum*) com tripolifosfato de sódio**. 68p., 2011. Dissertação (Mestrado em Ciências Moleculares). Universidade Estadual de Goiás (UEG). Anápolis (GO).

PERONI, F. H. G. **Características estruturais e físico-químicas de amidos obtidos de diferentes espécies tropicais**. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP). São José do Rio Preto (SP), p.18, 2003.

SATHE, S.K.; SALUNKHE, D.K. Isolation, partial characterisation and modification of the great Northern bean (*Phaseolus Vulgaris* L.) starch. **Journal of Food Science**, v.46, p.617–621, 1981.

SCHLEMMER, D. **Estudo das propriedades de nanocompósitos amido/montmorilonita, utilizando óleos vegetais como plastificantes**. 160p., 2011. Tese (Doutorado em Química). Universidade de Brasília (UNB). Brasília (DF).

SERRANO, P. O.; FRANCO, C. M. L. Modificações hidrotérmicas (“Annealing”) e hidrólise enzimática do amido de mandioca. **Brazilian Journal of Food Technology**. v 8, n.3, p.220-232, 2005.

SILVA, G. O.; TAKIZAWA, F. F.; PEDROSA, R. A.; FRANCO, C. M. L.; LEONEL, M.; SARMENTO, S. B. S.; DEMIATE, I. M. Características físico-químicas de amidos modificados de grau alimentício comercializados no Brasil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.1, n.26, p.188-197, 2006.

SILVA, F. de A. S.; AZEVEDO, C. A. V. de. Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance. In: **World Congress on Computers in Agriculture**, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

SINGH, N.; SANDHU, K. S.; KAUR, M. Characterization of starches separated from Indian chickpea (*Cicerarietinum* L.) cultivars. **Journal of Food Engineering**, n.63, p.441-449, 2004.

SODHI, N. S; SINGH, N. Morphological, thermal and rheological properties of starches separated from rice cultivars grown in India. **Food Chemistry**, v.80, p.99-108, 2003.

SZCZESNIAK, A. S. Texture is a sensory property. **Food Quality and Preferences**. v.13, p.215-225, 2002.

TAKIZAWA, F. F.; SILVA, G. O.; KONKEL, F. E.; DEMIATE, I. M. Characterization of tropical starches modified with potassium permanganate and lactic acid. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.47, p.921-931, 2004.

TESTER, R. F.; KARKALAS, J.; QI, X. Starch composition, fine structure and architecture. **Journal of Cereal Science**, v.39, p.151-165, 2004.

THOMAS, D. J., ATWELL, W. Starches: **Practical Guides for the Food Industry**. Minnessota: Eagan Press, p.94, 1999.

USP. Universidade de São Paulo. **Introdução às medidas para farmácia**. Lei de Beer. 2004. Disponível em: <<http://plato.if.usp.br/1-2004/fap0181d/Lei%20de%20Beer.htm>>. Acesso em 21/01/2014.

VATANASUCHART, N.; NAIVIKUL, O.; CHAROENREIN, S.; SRIROTH, K. Molecular properties of cassava starch modified with different UV irradiations to enhance baking expansion. **Carbohydrate Polymers**, v.61, n.1, p.80-87, 2005.

VILLAS-BOAS, E. V.; ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C.; MENEZES, J. B. Características da fruta. In: MATSUURA, F. C. A. U.; FOLEGATTI, M. I. da S. **Banana: Pós-Colheita**. EMBRAPA Comunicação para transferência de tecnologia. Brasília (DF), p 15-19, 2001.

WALTER, M.; SILVA, L.; EMANUELLI, T. **Amido resistente: características físico-químicas, propriedades fisiológicas e metodologias de quantificação**. 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v35n4/a41v35n4.PDF>>. Acesso em: 27/08/2013.

WANG, Y.; ZHANG, M.; MUJUMDAR, A. S. Influence of green banana flour substitution for cassava starch on the nutrition, color, texture and sensory quality in two types of snacks. **Food Science and Technology**, v.47, p.175-182, 2012.

WHISTLER, R. L.; BEMILLER, J. N. Starch. **Carbohydrate Chemistry for Food Scientists**. Saint Paul: AACC. Eagan Press. p.117-151, 1997.

ZAMORA, A. **Carbohydrates: Chemical Structure**. 2013. Disponível em:
<<http://www.scientificpsychic.com/fitness/carbohydrates2.html>.> Acesso em:
29/08/2013.

ZORTÉA, M. E. B.; DEMIATE, I. M.; PRAXEDES, M. A.; WOSIACKI, G. Avaliação da viscosidade aparente de pastas de amidos nos viscosímetros Brookfield RVDV-II + PRO e Rápido Visco-Analisador RVA-4. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v.5, n.1, p.326-335, 2011.

ANEXO I – Normas: Ciência e Tecnologia de Alimentos



Food Science and Technology INSTRUÇÕES AOS AUTORES

A Food Science and Technology (CTA) publica artigos científicos na área. Os trabalhos devem ser apresentados em inglês, escritos com texto claro e conciso, devendo observar as disposições normativas relacionadas neste documento.

Política editorial

A Food Science and Technology (CTA) aceita submissões de artigos que contenham resultados de pesquisa original e artigos de revisão e adota a política de revisão por pares, anônima.

A rejeição de artigos pode ser feita pelo Editor Chefe, Editor Adjunto e pelos Editores Associados.

O aceite dos trabalhos depende do parecer de pelo menos dois revisores indicados pela Comissão Editorial. Os pareceres dos revisores serão encaminhados aos autores para que verifiquem as sugestões e procedam às modificações que se fizerem necessárias. Em caso de discordância, a decisão final caberá ao Editor responsável pelo artigo ou, se esse considerar necessário, outro revisor será consultado e os três pareceres serão analisados pela Diretoria de Publicações da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia – sbCTA, que tomará a decisão final.

Os trabalhos aceitos serão publicados na versão *on-line* da Revista e no SciELO, dentro um prazo médio de 12 meses.

Autoria

A autoria deve ser limitada a aqueles que participaram e contribuíram substancialmente para o desenvolvimento do trabalho.

O autor para correspondência deve ter obtido permissão de todos os autores para realizar a submissão do artigo e para realizar qualquer alteração na autoria do mesmo.

Termo de concordância e cessão de direitos de reprodução gráfica

O autor para correspondência deverá assinar e encaminhar à Diretoria de Publicações da sbCTA o Termo de Concordância e Cessão de Direitos de Reprodução Gráfica em nome de todos os autores. Assinando o Termo de Concordância e Cessão de Direitos de Reprodução Gráfica, os autores concordam com o seguinte, descrito no Termo:

- Que o trabalho não foi submetido para avaliação por outra publicação de mesma finalidade;
- A submissão do trabalho e a nomeação do autor para correspondência indicado;
- A cessão dos direitos de reprodução gráfica para a sbCTA, caso o trabalho seja aceito para publicação.

Conteúdo da publicação

Artigos originais

O trabalho deve apresentar o resultado claro e sucinto de pesquisa realizada com respaldo do método científico.

Artigos de revisão

O trabalho deve apresentar um *overview* relativo à temática desta revista, normalmente com foco em literatura publicada nos últimos cinco anos.

Trabalhos envolvendo humanos

Quando houver apresentação de resultados de pesquisas envolvendo seres humanos, citar o número do processo de aprovação do projeto por um Comitê de Ética em Pesquisa, conforme Resolução nº 196/96, de 10 de outubro de 1996 do Conselho Nacional de Saúde.

Formatação dos manuscritos

A checagem das informações e a formatação do manuscrito são de responsabilidade dos autores. Artigos originais não podem exceder 16 páginas (excluindo referências). O manuscrito deve ser digitado em espaçamento duplo, em uma única coluna justificada, com margens de 2,5 cm. Linhas e páginas devem estar numeradas sequencialmente. (Verifique também o item Formatos de arquivo ao final deste documento.)

Primeira página

A primeira página do manuscrito submetido deve conter obrigatoriamente as seguintes informações, nesta ordem:

- Relevância do trabalho: breve texto de no máximo 100 palavras que descreva sucintamente a relevância do trabalho;
- Títulos do trabalho:
 - a. Título em inglês;
 - b. Título para cabeçalho (6 palavras no máximo).

Página de autoria

A página de autoria do manuscrito deverá conter as seguintes informações:

- Nome completo e *e-mail* de todos os autores;
- Nomes abreviados de todos os autores para citação (ex.: nome completo: José Antonio da Silva; nome abreviado: Silva, J. A.);
- Informação do autor para correspondência (indicar o nome completo, endereço postal completo, números de telefone e fax e endereço de *e-mail* do autor para correspondência);
- Nome das instituições onde o trabalho foi desenvolvido, sendo: nome completo da instituição (obrigatório), unidade (opcional), departamento (opcional), cidade (obrigatório), estado (obrigatório) e país (obrigatório).

Página de *Abstract*, *Practical Application* e *Keywords*

Abstract

O *abstract* deve:

- Estar em inglês;
- Estar em um único parágrafo de, no máximo, 200 palavras; Explicitar claramente o objetivo principal do trabalho;
- Delinear as principais conclusões da pesquisa;
- Se aplicável, indicar materiais, métodos e resultados; Sumarizar as conclusões;
- Não usar abreviações e siglas.

O *abstract* não deve conter:

- Notas de rodapé;
- Dados e valores estatísticos significativos; Referências bibliográficas.

Practical Application

Texto curto, com no máximo 85 caracteres, apontando as inovações e pontos importantes do trabalho. O *Practical Application* será publicado.

***Keywords* e palavras-chave**

O artigo deve conter no mínimo três (3) e no máximo seis (6) *keywords*. *Keywords* devem estar em inglês. Para compor o *Keywords* de seu artigo, evite a utilização de termos já utilizados no título.

Páginas de texto

O trabalho deverá ser dividido nas seguintes partes, que devem ser numeradas na seguinte ordem:

1. Introdução;
2. Material e métodos, que deve incluir delineamento experimental e forma de análise estatística dos dados;
3. Resultados e discussão (podem ser separados);

4. Conclusões;
5. Referências bibliográficas;
6. Agradecimentos (opcional).

No texto:

- Abreviações, siglas e símbolos devem ser claramente definidos na primeira ocorrência;
- Notas de rodapé não são permitidas;
- Títulos e subtítulos são recomendados, sempre que necessários, mas devem ser utilizados com critério, sem se prejudicar a clareza do texto. Títulos e subtítulos devem ser numerados, respeitando-se a ordem em que aparecem;
- Equações devem ser geradas por programas apropriados e identificadas no texto com algarismos arábicos entre parêntesis, na ordem que aparecem. Elas devem ser citadas no corpo do texto em formato editável e devem estar em posição indicada pelo autor. Por favor, não envie imagens de equações em hipótese alguma. Equações enviadas separadamente não serão aceitas, serão consideradas apenas as equações contidas no texto.

Tabelas, Figuras e Quadros

Tabelas, Figuras e Quadros devem formar um conjunto de no máximo sete elementos. Devem ser numerados com numerais arábicos, seguindo-se a ordem em que são citados. No Manuscrito.pdf – versão para avaliação – e no Manuscrito.doc – versão para produção –, tabelas, equações, figuras e quadros devem ser inseridos no texto completo e na posição preferida pelo autor e que também proporcione o melhor fluxo de leitura. Veja abaixo os detalhes para o envio desses itens na versão para produção.

Figuras e Quadros (versão para produção)

Figuras e Quadros devem ser citados no corpo do texto, em posição que proporcione o melhor fluxo de leitura, e ordenados numericamente, utilizando-se numerais arábicos; as respectivas legendas devem ser enviadas no texto principal de acordo com a indicação do autor. Ao enviar figuras com fotos ou micrografias

certifique-se que essas sejam escaneadas em alta resolução, para que cada imagem fique com no mínimo mil pixels de largura. Todas as fotos devem ser acompanhadas do nome do autor, pessoa física. Para representar fichas, esquemas ou fluxogramas devem ser utilizados Quadros.

Tabelas (versão para produção)

As tabelas devem ser citadas no corpo do texto e numeradas com algarismos arábicos. Devem estar inseridas no corpo do texto em posição indicada pelo autor. Tabelas enviadas separadamente não serão aceitas, serão consideradas apenas as tabelas contidas no texto. As tabelas devem ser elaboradas utilizando-se o recurso Tabela do programa Microsoft Word 2007 ou posterior; não devem ser importadas do Excel ou Powerpoint e devem:

- Ter legenda com título da Tabela;
- Ser autoexplicativas;
- Ter o número de algarismos significativos definidos com critério estatístico que leve em conta o algarismo significativo do desvio padrão;
- Ser em número reduzido, para criar um texto consistente, de leitura fácil e contínua;
- Apresentar dados que não sejam apresentados na forma de gráfico;
- Utilizar o formato mais simples possível, não sendo permitido uso de sombreamento, cores ou linhas verticais e diagonais;
- Utilizar somente letras minúsculas sobrescritas para indicar notas de rodapé que informem abreviações, unidades etc. Demarcar primeiramente as colunas e depois as linhas e seguir essa mesma ordem no rodapé.

Nomes proprietários

Matérias-primas, equipamentos especializados e programas de computador utilizados deverão ter sua origem (marca, modelo, cidade, país) especificada.

Unidades de medida

- Todas as unidades devem estar de acordo com o Sistema Internacional de Unidades (SI);

- Temperaturas devem ser descritas em graus Celsius (°C).

Referências bibliográficas

Citações no texto

As citações bibliográficas inseridas no texto devem ser feitas de acordo com o sistema “Autor Data”. Por exemplo, citação com um autor: Sayers (1970) ou (Sayers, 1970); com dois autores: Moraes & Furuie (2010) ou (Moraes & Furuie, 2010); e acima de dois autores apresenta-se o primeiro autor seguido da expressão “et al.”. Nos casos de citação de autor entidade, cita-se o nome dela por extenso.

Lista de referências

A revista **Food Science and Technology (CTA)** adota o estilo de citações e referências bibliográficas da American Psychological Association - APA. A norma completa e os tutoriais podem ser obtidos no link <http://www.apastyle.org>.

A lista de referências deve ser elaborada primeiro em ordem alfabética e em seguida em ordem cronológica, se necessário. Múltiplas referências do mesmo autor no mesmo ano devem ser identificadas por letras “a”, “b”, “c” etc. apostas ao ano da publicação.

Artigos em preparação ou submetidos à avaliação não devem ser incluídos nas referências. Os nomes de todos os autores deverão ser listados nas referências, portanto não é permitido o uso da expressão “et al.”.

Segundo determinação da Diretoria de Publicações da sbCTA, os artigos aceitos cujas referências bibliográficas estejam fora do padrão determinado ou com informações incompletas **NÃO SERÃO PUBLICADOS** até que os autores adequem as referências às normas.

Exemplos de referências

Livro

Baccan, N., Aleixo, L. M., Stein, E., & Godinho, O. E. S. (1995).

Introdução à semimicroanálise qualitativa (6. ed.). Campinas: EduCamp.

Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. (2006). *Tabela*

brasileira de composição de alimentos – TACO (versão 2, 2. ed.).

Campinas: UNICAMP/NEPA.

Capítulo de livro

Sgarbieri, V. C. (1987). Composição e valor nutritivo do feijão *Phaseolus vulgaris* L. In E. A. Bulisani (Ed.), *Feijão: fatores de produção e qualidade* (cap. 5; p. 257-326). Campinas: Fundação Cargill.

Artigo de periódico

Versantvoort, C. H., Oomen, A. G., Van de Kamp, E., Rompelberg, C. J., & Sips, A. J. (2005). Applicability of an in vitro digestion model in assessing the bioaccessibility of mycotoxins from food. *Food and Chemical Toxicology*, 43(1), 31-40.

Sillick, T. J., & Schutte, N. S. (2006). Emotional intelligence and self-esteem mediate between perceived early parental love and adult happiness. *E-Journal of Applied Psychology*, 2(2), 38-48. Retrieved from <http://ojs.lib.swin.edu.au/index.php/ejap>

Trabalhos em meio eletrônico

Richardson, M. L. (2000). *Approaches to differential diagnosis in musculoskeletal imaging* (version 2.0). Seattle: University of Washington, School of Medicine. Retrieved from <http://www.rad.washington.edu/mskbook/index.html>

Legislação

Brasil, Ministério da Educação e Cultura. (2010). *Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências* (Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010). Diário Oficial da República Federativa do Brasil.

Teses e dissertações

Fazio, M. L. S. (2006). *Qualidade microbiológica e ocorrência de leveduras em polpas congeladas de frutas* (Dissertação de mestrado). Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto.

Eventos

Sutopo, W., Nur Bahagia, S., Cakravastia, A., & Arisamadhi, T. M. A. (2008). A Buffer stock Model to Stabilizing Price of Commodity under Limited Time of Supply and Continuous Consumption. In *Proceedings of The 9th Asia Pacific Industrial Engineering and Management Systems Conference (APIEMS)*, Bali, Indonesia.

Formatos de arquivo

O texto principal do manuscrito deve ser submetido da seguinte forma:

Manuscrito.pdf: versão para avaliação

- Formato .pdf;
- Fonte Times New Roman, tamanho 12; Espaçamento duplo entre linhas;
- Texto completo do manuscrito (no máximo 16 páginas);
- Figuras, Quadros e Tabelas com as respectivas legendas devem ser submetidos junto ao texto completo e na posição preferida pelo autor;
- Linhas e páginas devem ser numeradas sequencialmente; Deve ter a folha de rosto excluída;
- Deve ter os nomes de autores e instituições removidos da página de título;
- Deve ser nomeado manuscritoavaliacao.pdf.

Manuscrito.doc: versão para produção

- Formato Microsoft Word® 2007 ou posterior; Fonte Times New Roman, tamanho 12;
- Espaçamento duplo entre linhas;
- Figuras, Quadros, Tabelas, equações e respectivas legendas devem ser incorporados no texto na posição preferida pelo autor;
- Linhas e páginas devem ser numeradas sequencialmente; Deve-se apresentar a folha de rosto em arquivo separado;
- Deve-se apresentar os nomes dos autores e instituições na primeira página;
- Deve ser nomeado manuscritoproducao.doc.

ANEXO II – Normas: Cadernos de Prospecção

DIRETRIZES PARA AUTORES

A revista não aplica taxas de submissão, publicação ou de qualquer outra natureza em seus processos, sendo um veículo científico voltado à comunidade científica, tecnológica e de inovação.

Todos os trabalhos deverão ser digitados em espaço simples, com 0pt antes do parágrafo e 6pt após parágrafo, utilizando Microsoft Word, fontes Times New Roman ou Arial, tamanho 12pt, com texto justificado. Deverão perfazer o total de no máximo 15 (quinze) páginas e no mínimo 5 (cinco), incluindo figuras, tabelas, esquemas, etc. todas numeradas, em papel tamanho A4, de 2 cm nas margens superior, inferior, esquerda e direita.

Os arquivos para submissão deverão estar em formato Microsoft Word, OpenOffice ou RTF, e devem ser ter tamanho menor que 2MB.

É desejável que os manuscritos contenham as seguintes seções: Introdução descrevendo a problemática e os objetivos, Metodologia, Resultados e Discussão, Conclusão, Perspectivas.

A primeira página deverá conter: Título do trabalho, em maiúsculas e centrado. Nome dos autores separados por ponto e vírgula. Indicar com asterisco (*) o autor para correspondência.

Endereço de afiliação dos autores. Colocando o e-mail do autor para correspondência (um só e-mail). Resumo do trabalho em português, com no máximo 150 palavras, em um único parágrafo.

Indicação de 3 palavras chaves, em português, separadas por ponto e vírgula. Resumo do trabalho em inglês (Abstract), com no máximo 150 palavras, em um único parágrafo. Indicação de 3 palavras chaves, em inglês, separadas por ponto e vírgula.

Indicação da Área Tecnológica.

As Figuras (gráficos, esquemas etc.) deverão ter qualidade gráfica adequada com fundo branco, com largura máxima de uma coluna (8,5 cm) ou, excepcionalmente, de 2 colunas (17,5 cm). As Figuras contendo esquemas de estruturas químicas deverão ter sempre a mesma dimensão, para que possam ser reduzidas

uniformemente. As Figuras deverão ter legendas abaixo delas e deverão ser numeradas consecutivamente.

As Tabelas deverão ter títulos acima delas e deverão ser numeradas consecutivamente.

As Referências devem ser apresentadas no final do artigo de acordo com as normas da ABNT NBR 6023/2000, assim como as citações ABNT NBR 10520/2001.

As submissões deverão ser apenas eletrônicas através do site.