

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE LORENA**

ANA FLÁVIA DOS SANTOS CARMO

**Propriedades funcionais da biomassa e
farinha de banana verde**

**Lorena – SP
2015**

ANA FLÁVIA DOS SANTOS CARMO

**Propriedades funcionais da biomassa e
farinha de banana verde**

Monografia apresentada à Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira Bioquímica.

Orientador: Prof. Dr. Ismael Maciel de Mancilha

Lorena – SP
2015

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

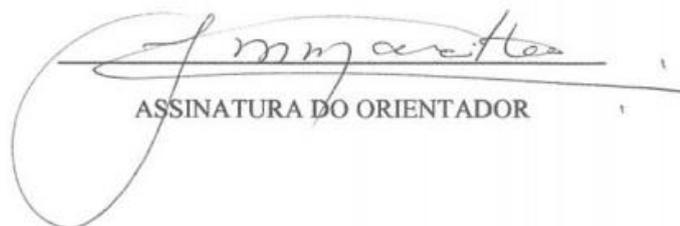
Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Automatizado
da Escola de Engenharia de Lorena,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Carmo, Ana Flávia dos Santos
Propriedades funcionais da biomassa e farinha de
banana verde / Ana Flávia dos Santos Carmo;
orientador Ismael Maciel de Mancilha. - Lorena, 2015.
58 p.

Monografia apresentada como requisito parcial
para a conclusão de Graduação do Curso de Engenharia
Bioquímica - Escola de Engenharia de Lorena da
Universidade de São Paulo. 2015
Orientador: Ismael Maciel de Mancilha

1. Alimento funcional. 2. Banana verde. 3. Biomassa
de banana verde. 4. Farinha de banana
verde. 5. Amido resistente. I. Título. II. Mancilha,
Ismael Maciel de, orient.

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE A VERSÃO FINAL DO TRABALHO DE
CONCLUSÃO DE CURSO DA ALUNA ANA FLÁVIA DOS SANTOS CARMO ,
ORIENTADA PELO PROF. DR. ISMAEL MACIEL DE MANCILHA



ASSINATURA DO ORIENTADOR

Dedico este trabalho a todos que me apoiaram nesta trajetória, me dando forças nos momentos necessários e acreditando sempre no meu potencial. Principalmente ao meu noivo, Rafael, meu irmão, João Vitor, e aos meus pais, José e Vânia, esta realização é graças ao amor imensurável de vocês.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, a Deus, pela graça de encerrar esse ciclo tão belo e por estar sempre me guiando em todas outras etapas de minha vida.

Aos meus pais, José e Vânia que sempre acreditaram em mim, que me motivaram, me incentivaram e me apoiaram na busca deste sonho, pelo amor incondicional que recebi desde o meu nascimento.

Ao meu irmão, João Vitor por ser o meu grande companheiro e melhor amigo desde sempre.

Ao meu noivo, Rafael pelo amor sincero que recebo todos os dias de minha vida, pela paciência, pela amizade, pela compreensão, pelo esforço e pelo apoio que recebi em todos os momentos dessa fase.

À Mirela, Nicole, Samira e Bianca e demais colegas, pelo companheirismo e amizade sincera que tornaram os últimos anos mais afetuosos.

Ao professor orientador, Dr. Ismael Maciel de Mancilha por partilhar de seu conhecimento, pela e pelo apoio neste trabalho. Também agradeço por toda inspiração durante a realização deste curso.

A todos os professores e funcionários da Escola de Engenharia de Lorena - USP, que de alguma maneira me ofereceram esta vivência privilegiada ao longo dos últimos cinco anos.

“Seja quem você for. Seja qualquer posição que você tenha na vida, no nível altíssimo ou mais baixo, social. Tenha sempre como meta muita força, muita determinação e sempre faça tudo com muito amor e com muita fé em Deus, que um dia você chega lá, de alguma maneira você chega lá”

Ayrton Senna

CARMO, A. F. dos S. **Propriedades funcionais da biomassa e farinha de banana verde**. 2015. 58f. Trabalho de Conclusão de Curso. Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 2015.

RESUMO

Alimentos funcionais cada vez mais tem despertado o interesse dos consumidores e das indústrias alimentícias, decorrente da importância que os mesmos representam para a saúde da população. Para melhorar as características dos alimentos, uma das possibilidades consiste no emprego de carboidratos não digeríveis ou fibras alimentares (FA). A Organização Mundial de Saúde (OMS) recomenda que mais de 55% da energia ingerida pelo ser humano seja proveniente de carboidratos, o que torna os estudos sobre os carboidratos e seus benefícios à saúde de alta relevância. Neste contexto, destaca-se o amido resistente (AR), que não é absorvido/digerido no intestino delgado de indivíduos saudáveis, podendo ser fermentado no intestino grosso, o qual é utilizado como substrato pela microbiota intestinal na fermentação colônica gerando gases e ácidos orgânicos de cadeia curta como acetato, butirato e propionato (AOCC). Desta forma, regularizam o trânsito intestinal e agem como agentes protetores de várias doenças como diarreia, inflamação intestinal e câncer de cólon. A banana é uma das frutas mais consumidas no mundo, sendo produzida na maioria dos países tropicais e subtropicais. No Brasil apresenta um alto índice de perdas na cadeia produtiva devido a ocorrências de falhas de colheita, pós-colheita e nos sistemas de transporte, distribuição e armazenamento. O fruto ainda verde contém maior quantidade de sais minerais, flavonoides, altas concentrações de amido resistente e apenas 2% de açúcares. Desta forma, a banana verde pode ser utilizada na elaboração de alimentos com propriedades funcionais e ainda representa uma alternativa para o incremento da cadeia produtiva da banana, considerando a utilização do fruto ainda verde para produção de biomassa e farinhas. Sob esta perspectiva, torna-se importante um estudo sobre a composição nutricional e as propriedades funcionais da biomassa (BBV) e farinha (FBV) de banana verde. Desta

forma, neste estudo são considerados os parâmetros físico-químicos, concentração e o tipo de amido resistente, além de análises microbiológicas concernente a presença de contaminantes e teor de umidade. O componente fundamental que confere características funcionais à BBV e FBV é o amido resistente que pode ser classificado como tipos AR1, AR2 e AR3, e sua concentração pode variar de acordo com o cultivar sendo o cultivar Nam o que apresenta maior concentração de AR (40,25%), seguido pelos cultivares Maçã (20,74%), Prata-anã (20,43%). A grande vantagem da inclusão de biomassa e farinha de banana verde nas formulações de alimentos funcionais se deve a presença de amido resistente, que não é digerido no intestino delgado e servirá de substrato para micro-organismos probióticos, atuando como prebiótico. A sua digestão lenta está associada ao controle do diabetes e, a longo prazo, pode até mesmo reduzir o risco de desenvolver a doença além de redução nos níveis de colesterol LDL, prevenção de constipação, diverticulose, hemorroidas e até mesmo a diminuição no risco de câncer de cólon.

Palavras-chave: Alimento funcional, banana verde, biomassa de banana verde, farinha de banana verde e amido resistente.

CARMO, A. F. dos S. **Functional properties of green banana biomass and meal.** 2015. 58f .Completion of course work . Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 2015.

ABSTRACT

Because of their importance in the health of the population, more and more consumers and food industries are becoming interested in functional foods each day. One way of improving foods is the possibility of using non-digestible carbohydrates, or dietary fiber. The World Health Organization (WHO) recommends that more than 55% of the energy ingested by humans come from carbohydrates, which makes studies of carbohydrates and their health benefits important. Resistant starches (RS), which are not absorbed/digested in the small intestine of healthy individuals, allowing them to be fermented in the large intestine as substrate for intestinal microbiota in colonic fermentation, thus producing gasses and short chain organic acids as a acetic, propionic and butyric (SCOA), are outstanding in this respect. Because of this, they promote regular bowel movement and act as protective agents against several diseases, such as diarrhea, intestinal inflammation and colon cancer. The banana, produced in most tropical and subtropical countries, is one of the most commonly eaten fruits. Due to losses from harvesting, shipping, distribution and storage techniques, Brazilian production losses are high. Green bananas contain higher amounts of mineral salts, flavonoids, high concentrations of resistant starch and only 2% sugar. As such, green bananas can be used to create highly functional foods and also represent an alternative form of increasing banana productivity, considering their in production of green banana biomass (GBB) and meal (GBM), making the study of their nutritional composition and functional properties important. This study examines the physical and chemical parameters, concentration and type of resistant starch, as well as microbiological analyses of contaminants and moisture content. The functional component used to determine functional characteristics of biomass and meal is resistant starch, which can be classified into RS1, RS2 and RS3. Their concentrations can vary depending on variety. Cavendish bananas exhibit the highest concentrations of resistant starch (40,25%), followed by Manzano bananas (20,74%) and Burro

bananas (20,43%). The great advantage to adding biomass and meal to the composition of functional foods is due to the presence of resistant starch, which because it is not digested in the small intestine and serves as substrate for pro-biotic microorganisms, acts as a prebiotic. Its slow digestion is associated with control of diabetes and, in the long term, can even reduce the risk of developing the disease, as well as reducing LDL cholesterol levels, preventing constipation, diverticulosis, hemorrhoids, and even reducing the risk of colon cancer.

Keywords: functional food, green banana, green banana biomass, green banana meal and resistant starch.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Frutanos produzidos durante a hidrólise da inulina.....	25
Figura 2. Unidade de repetição da goma xantana.....	26
Figura 3. Representação da cadeia linear da celulose, formada por unidades repetidas de celobiose.....	27
Figura 4. Estrutura dos ácidos precursores da molécula de lignina.....	28
Figura 5. Estrutura da pectina, polímero do ácido α -galacturónico com um número variável de grupos éster de metila.....	29
Figura 6. Classificação segundo a escala de maturação de Von Loesecke dos frutos da bananeira.....	33
Figura 7. Fluxograma do processamento da biomassa de banana verde	36
Figura 8. Estrutura linear da amilose	42
Figura 9. Estrutura ramificada da amilopectina.....	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Definições de alimentos funcionais específicas de vários países.....	20
Tabela 2. Alimentos funcionais, composto ativo e requisitos específicos.....	21
Tabela 3. Quadro dos teores de amido, glicose e sacarose presentes na polpa fresca de banana verde e madura da variedade Pae Antônio.....	34
Tabela 4. Parâmetros físico-químicos para biomassa de banana verde.....	37
Tabela 5. Composição mineral da farinha de banana verde.....	38
Tabela 6. Teores médios de minerais presentes na farinha de banana verde, c.v. Prata.....	39
Tabela 7. Médias do teor de amido resistente nas farinhas de banana verde dos diferentes genótipos.....	45

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AF	Alimento funcional
AACC	<i>American Association of Cereal Chemists</i> , Associação Americana de cereais químicos
AGCC	Ácidos graxos de cadeia curta
ANVISA	Agencia nacional de Vigilância Sanitária
AOCC	Ácidos orgânicos de cadeia curta
AR	Amido Resistente
AR1	Amido fisicamente inacessível
AR2	Grânulos de amido resistente
AR3	Amido retrogradado
b.s.	Base seca
BBV	Biomassa de banana verde
FA	Fibra Alimentar
FBV	Farinha de banana verde
FI	Fração indigerível
FOS	Frutooligossacarídeo
FOSHU	<i>Food for Specified Health Uses</i> , alimentos para uso específico de saúde
IDR	Índice de recomendação diária
MHW	Ministério da Saúde e Bem-estar do Japão
OMS	Organização mundial da saúde
PNA	Polissacarídeo não-amídicos
TGI	Trato gastrointestinal
UAG	Unidade de glicose anidra
UFC	Unidade formadora de colônia

SÚMARIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
2	OBJETIVO.....	17
3	JUSTIFICATIVA.....	17
4	METODOLOGIA.....	18
5	REVISÃO DA LITERATURA.....	19
5.1	Alimento funcional.....	19
5.1.1	Fibras Alimentares.....	24
5.1.2	Classificação das Fibras Alimentares.....	29
5.1.3	Fermentação colônica.....	31
5.2	Banana (<i>Musa pp.</i>).....	32
5.2.1	Biomassa de banana verde.....	35
5.2.2	Farinha de banana verde.....	38
5.3	Amido presente na banana verde.....	42
6	CONCLUSÕES.....	48
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48

1 INTRODUÇÃO

Os alimentos com propriedades funcionais são aqueles que, além de sua função básica de nutrir, produzem efeitos metabólicos e/ou fisiológicos e/ou efeitos benéficos a saúde do hospedeiro quando consumidos nas quantidades adequadas. O número de pessoas que buscam um estilo de vida mais saudável tem aumentado nos últimos anos, estas pessoas procuram por uma alimentação balanceada e assim optam por alimentos com baixas quantidades de gorduras e com ingredientes funcionais (ARIHARA, 2006). Esta busca constante de aumento da qualidade de vida pela população intensifica pesquisadores e indústrias por novos alimentos alternativos que possam melhorar a saúde dos consumidores e reduzir o risco de doenças e assim supram essa necessidade. Alguns ingredientes com propriedades funcionais têm sido aplicados pela indústria de alimentos, dentre eles, destacam-se as fibras alimentares, o Ômega 3, a Zeaxantina, os Fitoesteróis e os Probióticos. As fibras alimentares são resistentes à digestão e absorção pelo intestino delgado humano e sofrem fermentação parcial ou total no intestino grosso, como produto dessa fermentação tem-se gases (hidrogênio, metano e dióxido de carbono) e altas concentrações de ácidos orgânicos de cadeia curta como acetato, butirato e propionato (AOCC) e ácidos graxos de cadeia ramificada como isovalérico, isobutírico e 2-metil-butírico. Esses produtos são importantes pois resultam em condições favoráveis para que ocorra a inibição da população de espécies patogênicas, gerando um fortalecimento do sistema imunológico do órgão intestinal que se encontra diretamente relacionado com a redução de várias doenças como diarreia, inflamação intestinal e câncer de cólon. As principais fibras alimentares são os polissacarídeos celulose, hemicelulose, pectinas, gomas, mucilagens, frutooligossacarídeos, inulina, amido resistente e lignina.

A banana é uma fruta presente em grande número na dieta dos brasileiros devido ao seu sabor e ao seu alto valor nutritivo, o Brasil é um grande produtor de banana, porém apresenta um alto índice de perdas na cadeia produtiva devido a falhas na colheita, pós-colheita e nos sistemas de transporte, distribuição e armazenamento. O fruto ainda verde possui maior concentração de sais minerais, baixas quantidades de açúcar e altas quantidades de amido resistente. O amido resistente presente na banana verde pode ser utilizado como ingrediente para a geração de produtos com

qualidades funcionais na alimentação dos brasileiros de diversas formas, sendo as mais relevantes na forma de biomassa e de farinha.

A biomassa de banana verde (BBV) é a polpa de banana verde cozida e processada que não apresenta sabor característico e pode ser adicionada na formulação de alimentos para incorporar vitaminas, minerais e fibras. Um dos componentes essenciais presente na biomassa é o amido resistente (AR), ele está presente em grandes quantidades e é o responsável pelas propriedades funcionais que a mesma apresenta. A BBV permite a elaboração de alimentos, como bolo, maionese, massas e biscoitos.

A farinha de banana verde (FBV) possui sabor suave e cor clara, podendo assim, ser utilizada na substituição de outras farinhas sem que haja prejuízo das características sensoriais. A FBV é obtida através da secagem natural ou artificial da polpa da banana verde, apresentando uma quantidade considerável de proteínas, sais minerais e altos teores de fibras alimentares. O principal componente presente na FBV é o amido resistente e este componente torna a FBV um alimento com propriedades funcionais, que pode ser utilizado no preparo de pães, bolos, macarrão, entre outros.

Além dos benefícios nutricionais e fisiológicos, a produção de biomassa e da farinha de banana verde causa um impacto positivo na cadeia produtiva da banana através da utilização de subprodutos. A utilização destes é de grande relevância pois pode-se prevenir os riscos de contaminação no meio ambiente, diminuir o desperdício e conservar energia.

2 OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo descrever sobre o estado da arte no tocante as propriedades e aplicações da biomassa e farinha de banana verde como ingredientes para a confecção de alimentos funcionais.

3 JUSTIFICATIVA

A proposta em se estudar o tema propriedades funcionais e aplicações da biomassa e farinha de banana verde está sustentada na procura constante por melhorias na qualidade de vida por parte de boa parte da população. Esta mudança de hábito implica no consumo de alimentos saudáveis, resultando no crescimento da demanda e necessidade por alimentos que além de nutrir o organismo ofereçam também características benéficas a saúde.

Outro aspecto levado em consideração consiste na grande disponibilidade de banana no Brasil a um custo relativamente baixo quando comparo com outras frutas, além de fazer parte dos hábitos alimentares dos brasileiros.

Num passado recente observa-se que o consumo de alimentos com propriedades funcionais não apresentava grande importância devido, provavelmente, a falta de interesse por parte da população, porém, nas últimas décadas tem se observado o aumento do custo dos cuidados com saúde, o aumento constante da esperança de vida e o desejo das pessoas mais velhas pela melhoria da qualidade de seus anos mais tarde. Os alimentos funcionais apresentam capacidade diminuir o risco de doenças relacionadas com a nutrição e incidem de modo direto no aumento do estado de bem-estar físico e mental, desta forma, o desenvolvimento de diferentes alimentos funcionais desempenha um papel proeminente no mercado contemporâneo. Assim, por meio desta revisão sobre as propriedades e aplicações de derivados da banana verde, pretende-se contribuir com esse interesse da população por alimentos funcionais em relação aos alimentos comuns, resultando na melhoria da qualidade de vida.

4 METODOLOGIA

Esta monografia foi sustentada pelo estudo exploratório-descritivo realizado por pesquisa bibliográfica sobre o tema proposto proveniente da literatura como artigos científicos, resultados de pesquisas em livros e internet. Para tanto, foram realizadas buscas de arquivos em bases de dados acadêmicas virtuais e físicas e consultas em revistas eletrônicas considerando as seguintes palavras-chave: Alimento funcional, banana verde, biomassa de banana verde, farinha de banana verde e amido resistente.

5 REVISÃO DA LITERATURA

5.1 Alimento funcional

A expressão “alimentos funcionais” tem sua origem no Japão, na década de 1980, para alimentos que tinham sua composição enriquecida com componentes especiais e que apresentassem uma característica fisiológica especial (KWAK; JUKES, 2001). Na década de 90 o termo recebeu a designação em inglês FOSHU (*Food for Specified Health Uses*, alimentos para uso específico de saúde) pelo Ministério da Saúde do Japão, a qual se refere a alimentos de uma dieta normal que demonstram, além de sua função de nutrir, benefícios fisiológicos para a saúde (COSTA; ROSA,2010).

Para um alimento obter a aprovação como FOSHU pelo Ministério da Saúde e Bem-estar do Japão (MHW), é necessário que este possua documentação científica demonstrando a base médica ou nutricional para uma alegação de saúde, dose recomendada do ingrediente funcional, informações que demonstrem a segurança do ingrediente, dados sobre as características físicas e químicas, métodos de ensaio pertinentes e uma análise de sua composição.

O termo que incluiu a criação de alegações de saúde específicas para este tipo de alimento foi adotado em muitos países, porém as denominações e os critérios para aprovação como AF variam conforme a regulamentação local. Desta forma, encontram-se apresentadas na Tabela 1 as diferentes definições de alimentos funcionais em vários países.

No Brasil, a ANVISA - Agencia Nacional de Vigilância Sanitária (1999) define alimentos funcionais como

todo aquele alimento ou ingrediente que, além das funções metabólicas normais básicas, quando consumido como parte da dieta usual, produza efeitos metabólicos e/ou fisiológicos e/ou efeitos benéficos a saúde, devendo ser seguro para o consumo sem supervisão medica.

Tabela 1– Definições de alimentos funcionais específicas de vários países.

País	Definição¹
Canadá (Health Canada)	Componentes alimentares, que além das suas funções nutritivas básicas, fornecem benefícios fisiológicos comprovados ou reduzem o risco de doença crônica. Um alimento funcional é semelhante a um alimento convencional, e seus componentes ativos ocorrem naturalmente.
Estados Unidos da America (Institute of Food Technologists)	Alimentos e componentes alimentares que, além da nutrição básica, trazem benefícios a saúde de uma determinada população. Existem nessas substancias nutrientes essenciais muitas vezes além das quantidades necessárias para manutenção, crescimento e desenvolvimento normais, e/ou outros componentes biologicamente ativos que beneficiam a saúde com efeitos fisiológicos esperados.
Japão (Japanese Department of Halth)	Com base no conhecimento acerca da relação entre o alimento ou seus componentes e a saúde, são substancias que propiciam benefícios a saúde e recebem selo de certificação com essa garantia.
União Europeia (European Commission, Health and Consumer Protection)	Alimento que, além do seu valor nutritivo, beneficia comprovadamente uma ou várias funções do organismo, de modo que melhore o estado de saúde, promova o bem-estar e/ou reduza os riscos de doença.
Australia (National Center of Excellence in Functional Foods)	Alimentos que correspondem as demandas dos consumidores em relação a saúde e ao bem-estar gerais e que previnem ou revertem condições que comprometem a saúde.

Fonte: adaptado de Costa; Rosa (2010).

¹ Somente no Japão a expressão “alimento funcional” é definida por lei.

Os alimentos que apresentarem nos rótulos das embalagens ou material publicitário as alegações aprovadas pela ANVISA devem ser registrados nas categorias de “Alimentos com Alegações de Propriedade Funcional e ou de Saúde” ou de “Substâncias Bioéticas e Probióticos Isolados com Alegação de Propriedades Funcional e ou de Saúde”.

Os produtos são avaliados caso a caso e seus processos de pedido de registro devem apresentar as documentações necessárias para a comprovação de sua segurança e eficácia na área de alimentos. As avaliações são realizadas com base na documentação científica apresentada pela empresa (BRASIL. RESOLUÇÃO Nº 18, DE 30 DE ABRIL DE 1999). Existem diversos compostos bioativos presentes nos alimentos funcionais que proporcionam a característica benéfica para a prevenção de doenças, conforme descrito na Tabela 2.

Tabela 2 – Alimentos funcionais, composto ativo e requisitos específicos

Composto ativo	Alegação	Requisitos específicos
Ômega 3	“O consumo de ácidos graxos ômega 3 auxilia na manutenção de níveis saudáveis de triglicerídeos, desde que associado a uma alimentação equilibrada e hábitos de vida saudáveis”.	O produto deve conter os ácidos graxos Ômega 3 de cadeia longa provenientes de óleos de peixe (EPA – ácido eicosapentaenóico e DHA – ácido docosahexaenóico) na quantidade mínima 0,1g de EPA e ou DHA na porção ou em 100g ou 100ml do produto pronto para o consumo.
Zeaxantina	“A zeaxantina tem ação antioxidante que protege as células contra os radicais livres. Seu consumo deve estar associado a uma alimentação equilibrada e hábitos de vida saudáveis”.	O rotulo do produto deve conter a quantidade contida na porção, recomendação diária e processo detalhado de obtenção e padronização da substância. Também é necessário laudo com teor de resíduos e grau de pureza.

Continua

Composto ativo	Alegação	Requisitos específicos
Fibras Alimentares	As fibras alimentares auxiliam o funcionamento do intestino. Seu consumo deve estar associado a uma alimentação equilibrada e hábitos de vida saudáveis”.	É necessário que a porção do produto pronto para consumo forneça no mínimo 3g de fibras(alimento sólido) ou 1,5g (alimento líquido) com a quantidade declarada na tabela de informação nutricional. Para cápsulas, tabletes, comprimidos, pós e similares, deve conter a seguinte informação em destaque e em negrito no rótulo: “O consumo deste produto deve ser acompanhado da ingestão de líquidos”.
Fitoesteróis	“Os fitoesteróis auxiliam na redução da absorção de colesterol. Seu consumo deve estar associado a uma alimentação equilibrada e hábitos de vida saudáveis”.	O produto pronto para consumo deve fornecer no mínimo 0,8g de fitoesteróis, com ingestão diária entre 1 a 3 g. Deve apresentar informações detalhadas de obtenção, padronização da substância e laudo com o teor dos resíduos dos solventes.No rótulo deve constar as seguintes frases de advertência em negrito: “Pessoas com níveis elevados de colesterol devem procurar orientação médica”. “Os fitoesteróis não fornecem benefícios adicionais quando consumidos acima de 3 g/dia”. “O produto não é adequado para crianças abaixo de cinco anos, gestantes e lactentes”.

Conclusão		
Composto ativo	Alegação	Requisitos específicos
Probiótico	“O (indicar a espécie do microrganismo) (probiótico) contribui para o equilíbrio da flora intestinal. Seu consumo deve estar associado a uma alimentação equilibrada e hábitos de vida saudáveis”.	A quantidade mínima viável para os probióticos deve estar situada na faixa de 10 ⁸ a 10 ⁹ Unidades Formadoras de Colônias (UFC) na recomendação diária do produto pronto para o consumo. O rótulo deve conter a recomendação diária da quantidade do probiótico em UFC.
Proteína de soja	“O consumo diário de no mínimo 25 g de proteína de soja pode ajudar a reduzir o colesterol. Seu consumo deve estar associado a uma alimentação equilibrada e hábitos de vida saudáveis”.	Deve conter quantidade de proteína de soja, contida na porção do produto pronto para consumo juntamente com a recomendação diária. “Os dizeres de rotulagem e o material publicitário dos produtos à base de soja não podem veicular qualquer alegação em função das isoflavonas, seja de conteúdo (“contém”), funcional, de saúde e terapêutica (prevenção, tratamento e cura de doenças)”.

Fonte: Agencia Nacional de Vigilância Sanitária, 2003.

A ascensão de alimentos funcionais está ocorrendo em decorrência da mudança no perfil do consumidor, a população mais idosa está mais consciente do impacto da dieta alimentar na saúde e é esta parcela da população que está fazendo o mercado de funcionais prosperar. O Japão representa o maior mercado consumidor de alimentos funcionais com a arrecadação estimada em US\$ 11,3 bilhões no ano de 2014, já os Estados Unidos da América apresentaram um crescimento no setor de

comércio de alimentos funcionais de 20,7% no mesmo período, atingindo um faturamento de US\$ 9,1 bilhões. No Brasil, o envelhecimento da população também é uma realidade e este aumento da longevidade garante o crescimento do mercado de AF de 2013 a 2050, sendo os setores do mercado mais promissores os de iogurtes probióticos, barras de cereais, águas e sucos funcionais. (SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO AS MICROS E PEQUENAS EMPRESAS, 2014).

5.1.1 Fibras Alimentares

Fibra alimentar (AF) ou Fibra dietética é um elemento essencial para uma dieta saudável, e sua relação benéfica com a saúde humana foi comprovada pela comunidade científica (KACZMARCZYK; MILLER; FREUND, 2012). Existem várias definições para o termo fibras alimentares, sendo que a Associação Americana de Químicos de Cereais (*American Association of Cereal Chemists*) (AACC, 2001) descreve “*fibra alimentar como a parte comestível das plantas ou análogos aos carboidratos que são resistentes à digestão e absorção pelo intestino delgado humano, com fermentação parcial ou total no intestino grosso*”. Desta forma, é possível incluir substâncias, que fisiologicamente são semelhantes às fibras, como a inulina, os frutooligossacarídeos (FOS) e os amidos resistentes (AR) nesta categoria (COPPINI, 20014).

Os principais tipos de fibra dietética são os polissacarídeos celulose hemicelulose, pectinas, gomas, mucilagens, frutooligossacarídeos, inulina, amido resistente e lignina, um polímero de fenilpropil álcool e ácidos (CASTILHO et al., 2005).

Inulina e FOS são carboidratos com características fisiológicas análogas às fibras e são encontrados em alimentos como aspargos, cebola, alho poro, trigo e chicória. Estes carboidratos não sofrem ação das enzimas digestivas, mas apresentam características hidrossolúveis e são fermentáveis, por este motivo apresentam capacidade de modular a microbiota do trato gastrointestinal (TGI) e promover a proliferação de bactérias benéficas, reduzir a população de bactérias patogênicas, reduzir a concentração de metabólitos tóxicos e contribuem para a

prevenção de diarreia e constipação (CUMMINGS; MACFARLANE; ENGLYST, 2001). A inulina é um polímero formado por 2 a 60 unidades de frutose ligadas a uma unidade de glicose.

Os frutooligossacarídeos são oligossacarídeos (carboidratos que contêm entre 2 e 10 monossacarídeos, covalentemente ligados por meio de ligações glicosídicas) (MEHRA e KELLY, 2006) que apresentam resistência à ação das enzimas hidrolíticas e também apresentam-se como fator de promoção e crescimento de espécies de Bifidobactérias. São utilizados como substrato pelas bactérias benéficas que habitam o TGI e geram uma redução no pH, proporcionando uma melhor absorção de certos minerais como cálcio e magnésio. O efeito de barreira que os oligossacarídeos propiciam junto à superfície da mucosa do intestino humano contribuem para minimizar a invasão e colonização de micro-organismos indesejáveis é citado como sua principal ação benéfica para a saúde humana (FOOKS e GIBSON, 2002). São obtidos pela hidrólise de inulina por meio da ação da enzima inulase, tendo como produto uma mistura de frutanos do tipo GF_n e F_m (Figura 1), ou podem ser sintetizados a partir da sacarose pela enzima frutossiltransferase, enzima fúngica obtida do *Aspergillus niger*.

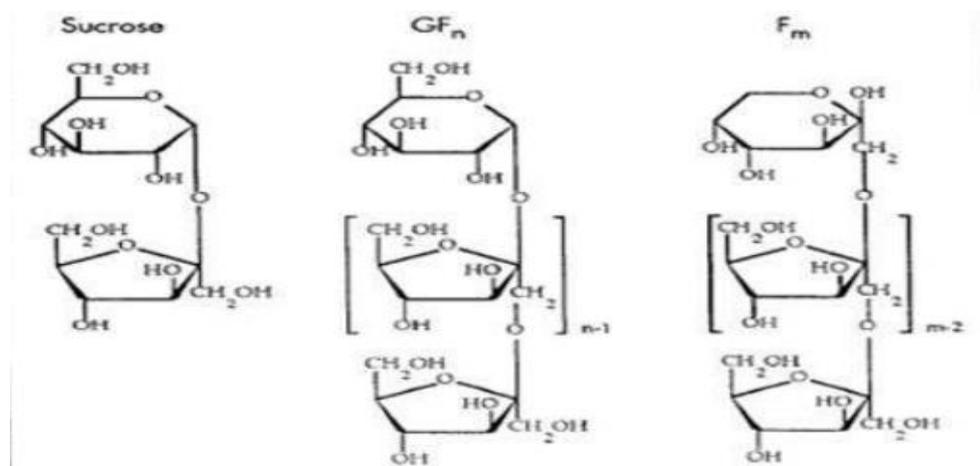


Figura 1 - Frutanos produzidos durante a hidrólise da inulina.
Fonte: Roberfroid; Van Loo; Gibson (1998).

O amido resistente (AR) é considerado como a fração do amido e dos produtos de sua degradação que não são absorvidas no intestino delgado de um indivíduo saudável e sua digestão é afetada por fatores intrínsecos à própria estrutura física do

amido, e extrínsecos como mastigação, tempo de trânsito no TGI, concentração de enzimas digestivas, pH, quantidade de amido e outros componentes da alimentação. O AR apresenta características de fibra solúvel e é fermentado pelas bactérias colônicas (porção distal do cólon) (LEVIN, 2003).

As gomas ou hidrocolóides são polímeros de cadeia longa que apresentam a propriedade de quando dissolvidos ou dispersos em água produzem efeito viscoso. Devido a esta propriedade são utilizados na indústria alimentícia para conferir textura aos produtos como agentes gelificantes e espessantes, as mais utilizadas são goma guar, goma xantana (Figura 2), k- carragena e carboximetilcelulose. Apresenta estrutura química altamente ramificada que dificilmente é degradada por enzimas bacterianas e a fermentação das gomas é lenta, assim, a produção de gás é retardada e distribuída pelo cólon sem provocar a sensação de inchaço e distensão abdominal (CASTILHO et al., 2005). São encontradas em alimentos como farelo de aveia, farinha de aveia e farelo de cevada.

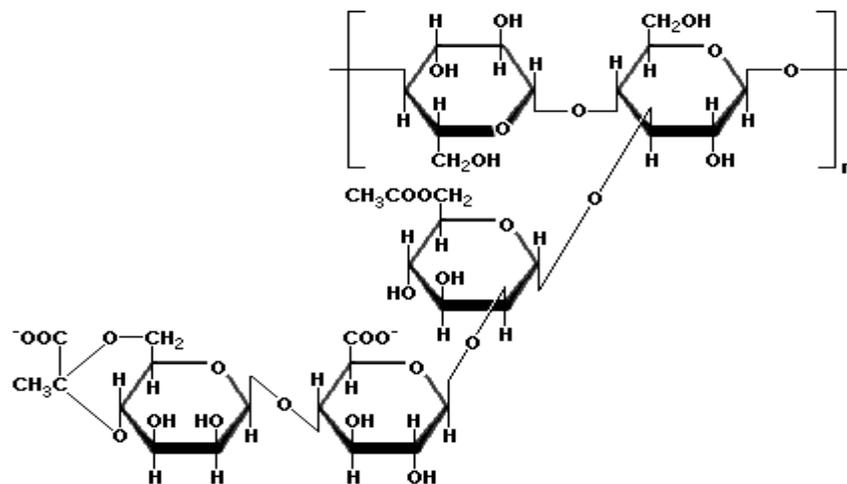


Figura 2 - Unidade de repetição da goma xantana.
Fonte: Zamora (2013).

A celulose é o componente mais abundante da parede celular das plantas e estas são as principais fontes de celulose, porém a celulose também pode ser isolada a partir de algas e produzida por bactérias como *Acetobacter xylinum* (MATSUMOTO et al., 2001). É uma fibra do tipo insolúvel com estrutura linear de alta massa molecular, é um homopolímero cuja unidade básica é o anômero β do monossacarídeo D-glicopirranose. Cada unidade anidra de glicose (UAG) apresenta duas hidroxilas secundárias ligadas aos carbonos C-2 e C-3 e uma hidroxila primária

ligada ao carbono C-6, a condensação de duas moléculas de β -D-glicose, ligadas por ligações glicosídicas β (1-4), dá origem a celobiose e a repetição dessas unidades origina a celulose (FIDALE, 2010) (Figura 3). Os grupos hidroxilas presentes na UAG geram fortes ligações de hidrogênio intermoleculares e intramoleculares ao longo da cadeia polimérica e essas ligações são responsáveis por algumas propriedades da celulose, como insolubilidade e pouca reatividade, devida alta rigidez e formação de fibra que geram na estrutura (BOBBIO; BOBBIO, 1992). Suas cadeias podem se unir formando as microfibrilas, onde o grau de cristalinidade que estas apresentam e a presença de polímeros associados a matriz geram uma interação que influenciam na suscetibilidade da molécula a hidrólise enzimática microbiana. Para a classificação da celulose é importante o grau de polimerização, que está relacionado com a frequência de ligações glicosídicas disponíveis para ação da celulase, e o índice de cristalinidade, que se relaciona com a reatividade do substrato. Tais características da molécula de celulose juntamente com a alta força mecânica resultam em um biopolímero altamente resistente à hidrólise, sendo assim apenas parcialmente degradada pela microbiota humana do TGI. Também apresenta capacidade de absorver água e inchar, diminuindo assim o tempo de transito intestinal.

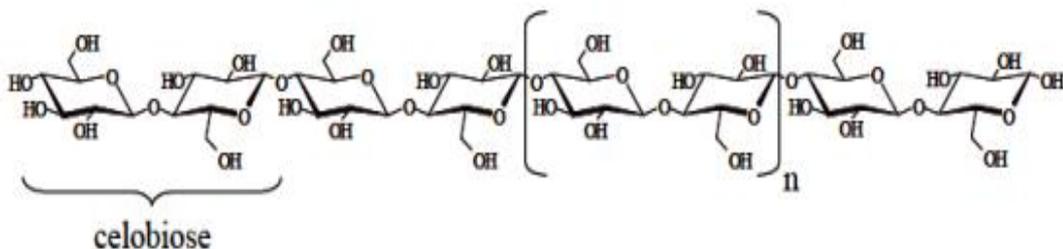


Figura 3 - Representação da cadeia linear da celulose, formada por unidades repetidas de celobiose. Fonte: Tímár-Balázsy e Eastop (1998).

Hemicelulose segundo Van Soest (1994) compreendem uma coleção heterogênea de polissacarídeos amorfos com grau de polimerização muito inferior ao da celulose, são o segundo tipo de polissacarídeo mais importante da parede celular. Entre as hemiceluloses estão presentes polissacarídeos constituídos por xilose, arabinoses, glucose, manose, galactose, ácidos urônicos e grupos acetila. Apresentam ramificações e cadeias laterais em sua estrutura que interagem com a celulose, originando flexibilidade e estabilidade ao composto. Em relação a celulose, a hemicelulose é mais susceptibilidade à hidrólise acida devido a maior acessibilidade

aos ácidos, já que, devido ao caráter relativamente amorfo, apresentam grau de polimerização menor que o da celulose (FENGEL; WEGENER, 1989). Na maioria das vezes são classificadas de acordo com o resíduo de açúcar principal, como por exemplo mananas, glucanas e xilanas. Não são digeridas no intestino grosso, mas são utilizadas pelos microrganismos presentes no cólon, mas facilmente que a celulose.

A lignina é o terceiro composto mais abundante da parede celular vegetal (20-30%) e possui característica hidrofóbica, estrutura amorfa tridimensional e altamente ramificada. (SILVA, 2011). É formada a partir dos precursores álcool sinapílico, álcool coniferílico e álcool p-cumarílico (NASCIMENTO, 2007) (Figura 4) e devido a esta variedade de precursores a molécula de lignina apresenta estrutura mais complexa que a de celulose e lignina.

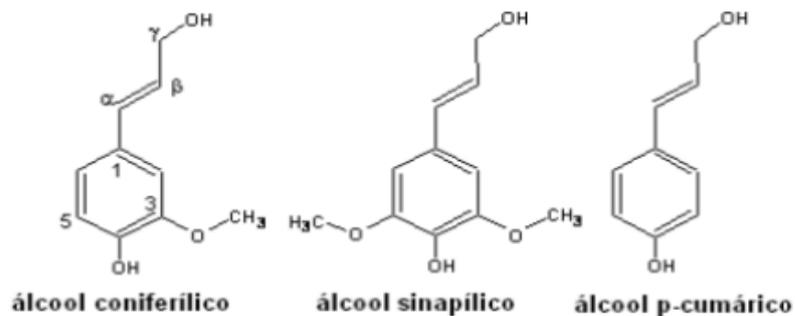


Figura 4 - Estrutura dos ácidos precursores da molécula de lignina
Fonte: Pitarelo (2007)

Nas plantas a lignina tem como principal função a resistência mecânica, o transporte de água, nutrientes e metabólitos, e a proteção do tecido contra pragas. Sua composição é variável e diferente em monocotiledôneas e dicotiledôneas, a parede celular das leguminosas apresentam aproximadamente o dobro de lignina em relação a parede das gramíneas, porém a lignina das gramíneas é mais inibitória da digestão do que a lignina contida nas leguminosas. Para esta diferença há uma suposição de que as ligninas apresentem diferentes constituições do ácido fenólico (VAN SOEST, 1994). Outra consideração é a diferença no grau de condensação do arranjo espacial da molécula, onde as moléculas de lignina das leguminosas apresentam-se mais condensadas. A concentração de lignina aumenta com a maturidade e existe uma correlação negativa entre o estágio de maturidade e a

digestibilidade para maioria das plantas, onde a lignificação da parede celular tem uma correlação direta com o decréscimo na digestibilidade dos polissacarídeos presentes na parede celular. (FUKUSHIMA; DEHORITY, 2000).

As substâncias pécicas são definidas como grupo de polissacarídeos constituídos principalmente por unidades de (1-4) - α -D-ácido galacturonapiranosil, e que podem conter outras moléculas de ramnose, arabinose e galactose (MANRIQUE; LAJOLO, 2001). Os polissacarídeos mais representativos desse grupo são Ramnogalacturonana 1, Homogalacturonana, Arabinana, Galactana e Arabinogalactana, sendo um dos aspectos que as diferencia o grau de esterificação, definido como o número de resíduos de ácido D-galacturônico esterificados sobre o total de resíduos desse ácido.

A pectina (Figura 5) apresenta um grau de esterificação de 50%, sua estrutura é provida de uma superfície composta por partículas ultramicroscópicas (micelas) que são capazes de absorver as toxinas e formar géis e a de ligar íons. Em presença de água formam soluções com alto grau de viscosidade, mesmo em baixas concentrações, e em presença de sacarose e ácido, em proporções adequadas, formam géis estáveis (BOBBIO; BOBBIO, 2003). Nas frutas não maduras, a pectina é encontrada na forma insolúvel (protopectina) e é convertida na forma solúvel por aquecimento da fruta juntamente ao ácido diluído (MÁRQUEZ et al., 2001). As frutas cítricas e as maçãs são as mais ricas fontes de pectina.

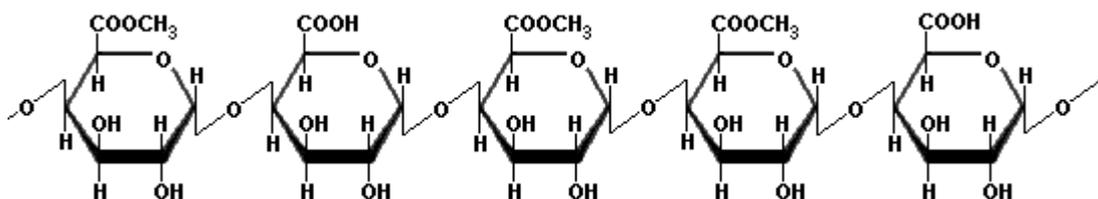


Figura 5 – Estrutura da pectina, polímero do ácido α -galacturónico com um número variável de grupos éster de metila.

Fonte: Zamora (2013).

5.1.2 Classificação das Fibras Alimentares

De acordo com Mourinho (2006), as fibras podem ser classificadas de acordo com a sua estrutura e sua solubilidade em água. Em relação a estrutura as fibras

podem ser classificadas em polissacarídeo amídico ou amiláceo e polissacarídeo não amídico ou não amiláceo. Polissacarídeos são polímeros de monossacarídeos unidos por ligação específica glicosídica, que é formada por um grupo hemiacetal de um açúcar e o grupo hidroxila do outro, sendo esta classificação baseada na quantidade, composição e sequência de monossacarídeos na cadeia polimérica, no tipo de ligação alfa ou beta entre os monossacarídeos e a existência de cadeia secundária. O termo polissacarídeos não-amídicos (PNA) refere-se a uma gama de moléculas de polissacarídeos, excluindo os amidos (α -glucanos) (CHOCT, 1997).

Os PNAs são os principais constituintes da parede celular dos vegetais e, devido à natureza de suas ligações, não podem ser digeridos pelos animais não ruminantes pois são resistentes à hidrólise no TGI (ROSA & UTTPATEL, 2007). Entre os PNAs estão a celulose, lignina, hemicelulose, pectina e as gomas.

A classificação das fibras baseada na solubilidade tem por critério as suas propriedades de solubilidade em água, sendo assim classificadas em solúveis e insolúveis. As fibras solúveis apresentam a capacidade de se ligar à água e formar géis em solução aquosa sendo que no trato gastrointestinal agem retardando a velocidade do esvaziamento gástrico, o tempo de trânsito intestinal, diminuem o ritmo de absorção de glicose e colesterol, além de serem utilizadas como substrato pela microbiota do TGI para fermentação e como produtos desta fermentação tem-se gases (hidrogênio, metano e dióxido de carbono) e altas concentrações de ácidos orgânicos de cadeia curta como acetato, butirato e propionato (AOCC). Os AOCC são importantes para o metabolismo intestinal pois regularizam o trânsito intestinal e agem como agentes protetores de várias doenças como diarreia, inflamação intestinal e câncer de cólon.

As fibras solúveis correspondem às substâncias pécnicas, as glucanas, gomas e mucilagens e estão presentes em aveias, sementes, grãos, nozes, frutas e leguminosas.

As fibras insolúveis apresentam efeito mecânico no trato gastrointestinal uma vez que estas apresentam extrema capacidade de retenção de água, aumentando seu volume e acelerando o trânsito intestinal devido à absorção de água. Outro fator importante é que ao absorver água as fibras insolúveis também podem absorver agentes cancerígenos, prevenindo o câncer de colón. Em decorrência da insolubilidade essas fibras não são fermentadas pela microbiota do TGI, assim não são praticamente metabolizadas.

As fibras alimentares insolúveis correspondem à celulose, algumas hemiceluloses e lignina e são encontradas em vegetais crus, soja, milho e frutas consumidas com casca como maçã, pera e ameixa (DE ANGELIS,2001).

5.1.3 Fermentação Colônica

As fibras alimentares são componentes da dieta que não são digeridos pelas enzimas do TGI e nem são absorvidos no intestino delgado, chegando assim ao intestino grosso onde podem ser degradadas pelas bactérias ali presentes. Este processo é conhecido como fermentação colônica. A fermentação colônica consiste na degradação anaeróbia de substratos, principalmente carboidratos, pela microbiota intestinal (CAMBRODÓN; MARTIN-CARRÓN, 2001), e é determinada pelo grau de fermentabilidade, estrutura e concentração de substrato, pelo número de bactérias ativas e pelo tempo de contato entre o microsistema biótico e o substrato fermentativo. O substrato é constituído pela fração indigerível (FI) da alimentação e é composta por amido resistente, fibra alimentar, proteína resistente, oligossacarídeos, polifenóis e outros componentes associados. (CAMBRODÓN; MARTIN-CARRÓN, 2001).

Relacionado ao FI tem-se o conceito de prebiótico que, Segundo Gibson (2004) é necessário comprovação científica de que este componente ou ingrediente alimentar é resistente ao processo de digestão, adsorção e absorção do hospedeiro, que seja fermentado pela microflora do TGI e incida de maneira positiva no crescimento e/ou atividade de bactérias do TGI, com demonstrações finais em animais ou seres humanos.

A fermentação colônica pode ser dividida em sacarolítica e proteolítica. A fermentação sacarolítica tem como produto principal os AOCC, já a fermentação proteolítica tem como produto principal os ácidos graxos de cadeia ramificada, isovalérico, isobutírico e 2-metil-butírico como (GIBSON, 2004), sendo a atividade sacarolítica mais favorável devido aos produtos finais formados.

A população de bactérias colônicas pode variar conforme a alimentação, código genético, meio em que o hospedeiro vive, uso de antibióticos, infecções, stress, idade e trânsito intestinal. O sistema biótico intestinal consiste em espécies de micro-

organismos benéficos, patogênicos e neutros, sendo a maior parte anaeróbios, bacteroides e bifidobactérias.

As biofidiobactérias agem no intestino grosso fermentando os carboidratos que não sofreram o processo de digestão no intestino delgado, gerando além do AOCC e os ácidos graxos de cadeia curta isovalérico, isobutírico e 2-metil-butírico (AGCC) a formação de gases como hidrogênio, dióxido de carbono, oxigênio, amônia e metano. Ao final das reações de fermentação ocorre o aumento da população de bactérias *Bacteróides*, *Bifidobacterium*, *Clostridium* e *Lactobacillus*, associado a um aumento na concentração de AOCC, ácidos graxos isovalérico, isobutírico e 2-metil-butírico, gases (dióxido de carbono, hidrogênio e metano) e ATP. Outros subprodutos e metabólitos como lactato, piruvato, succinato e etanol são produzidos para manter o equilíbrio das equações de óxido-redução durante o processo fermentativo (MACFARLANE; MACFARLANE, 2003; WONG et al., 2006).

Existem alimentos que contêm microrganismos vivos que ao consumidos atuam no equilíbrio da microbiota intestinal interferem de maneira benéfica ao organismo animal, estes são definidos como probióticos. (FULLER, 1989).

Em relação as fibras a porcentagem de fermentação das varia de 0% a 95%, sendo que para esta ser considerada fermentável é necessária uma porcentagem mínima de 60%. Há uma relação direta entre solubilidade e grau de fermentação. Com as condições favoráveis oriundas da fermentação tem-se a inibição da população de espécies patogênicas, gerando um fortalecimento do sistema imunológico do órgão intestinal que se encontra diretamente relacionado com a redução dos riscos de infecções intestinais e câncer de colón (VELÁZQUEZ; LEDERER; ROMBEAU, 1996).

5.2 Banana (*Musa spp.*)

A bananeira (*Musa spp.*) é uma frutreira não-lenhosa constituída por um conjunto rígido de camadas sucessivas de folhas sobrepostas, o rizoma é do tipo subterrâneo e os frutos se desenvolvem a partir do pseudocaule (VALLE; CAMARGOS, 2003). Os frutos são classificados como *Monocotyledoneae* da ordem *Scimitales*, sendo a secção *Eumusa* a mais importante do gênero pois possui os frutos comestíveis e de interesse tecnológico (CRUZ, 1995). A banana é uma das frutas mais

consumidas no mundo, sendo produzida na maioria dos países tropicais e subtropicais (SOUSA et al., 2003). Os cultivares “Prata”, “Pacovan” e “Maçã” são os mais populares no Brasil, seguido pelos cultivares “Nanica” e “Nanicão” (SOUSA et al., 2003).

O Brasil é um grande produtor de banana, porém apresenta um alto índice de perdas na cadeia produtiva devido ao acúmulo de falhas como utilização de técnicas inadequadas de colheita e pós-colheita e falhas nos sistemas de transporte, distribuição e armazenamento, que comprometem a qualidade final do produto (BORGES et al., 1998).

A banana é um alimento presente em grande número na dieta dos brasileiros devido ao seu sabor e ao seu alto valor nutritivo, a fruta apresenta variável fonte de minerais como potássio, o fósforo, o cálcio, o sódio e o magnésio, apresentando ainda ferro, manganês, iodo, cobre, alumínio e zinco, também é fonte de vitaminas A, C e complexo B (B1, B2 e niacina), fonte de proteínas, em pequenas quantidades, como a albumina e a globulina, e fonte de aminoácidos como a asparagina, glutamina e histidina, sendo um importante componente na alimentação em todo o mundo (ADÃO; GLÓRIA, 2005). Esta pode apresentar vários estágios de maturação (Figura 6).



Figura 6 - Classificação segundo a escala de maturação de Von Loesecke dos frutos da bananeira
Fonte: Pbmh e Pif (2006)

Os ácidos encontrados predominantemente na banana são o ácido málico, o ácido cítrico e o ácido oxálico e de acordo com Seymour, Taylor e Tucker (1993) o ácido málico e o cítrico são os principais responsáveis pelo sabor característico azedo que a banana verde apresenta. Ao ocorrer o amadurecimento da fruta, é observado uma redução nos níveis desses ácidos e o sabor da fruta vai se tornando adocicado. Quando fruto apresenta-se verde, este é caracterizado por uma forte adstringência, resultado da presença de altas quantidades de compostos fenólicos solúveis, principalmente taninos. Os taninos são compostos de alto peso molecular, que contêm suficientes grupos hidroxila fenólica, para permitir a formação de ligações cruzadas estáveis com proteínas (DESHPANDE et al., 1986). No processo de maturação ocorre a polimerização desses compostos, com a consequente diminuição da adstringência, aumento também a doçura da fruta (VILAS BOAS et al., 2001).

Os sais minerais manifestam-se em maior concentração no fruto ainda no estágio verde. O fruto verde apresenta no máximo 2% de açúcares e altas quantidades de amido, que no processo de amadurecimento transforma-se quase todo em açúcares (sacarose, glicose e frutose) (EERLIGEN; DELCOUR, 1995), como observado na tabela 3.

Tabela 3 – Quadro dos teores de amido, glicose e sacarose presentes na polpa fresca de banana verde e madura da variedade Pae Antônio.

Nº de dias de maturação	Grau de maturação	Amido (%)	Glicose (%)	Sacarose (%)
0	Totalmente verde	20,001	0,090	0,611
3	Verde com traços amarelo	17,112	0,471	0,742
6	Mais verde do que amarelo	13,216	1,293	-
9	Mais amarelo do que verde	8,241	13,243	1,947
12	Amarelo com pontas verdes	4,544	15,576	2,643
15	Amarelo	2,222	19,037	2,631
21	Amarelo com áreas marrons	-	-	1,412

Fonte: Adaptado de Instituto de tecnologia de alimentos (1990).

A banana ainda verde, rica em flavonóides, atua na proteção da mucosa gástrica, e também apresenta conteúdo considerável de amido resistente, o qual age no organismo como fibra alimentar. Devido a essas características, uma alternativa interessante para o incremento na cadeia produtiva da banana consiste na utilização de banana verde para a geração de produtos com características funcionais, o que incentivaria o uso industrial e minimizaria as perdas pós-colheita tendo em vista que a banana verde é mais facilmente transportada e armazenada.

5.2.1 Biomassa de banana verde

A polpa de banana verde cozida, conhecida como biomassa de banana verde consiste em uma pasta da banana não madura que apresenta excelente propriedade espessante e, por ser desprovida de sabor, pode ser utilizada em grande variedade de pratos sem ocasionar alteração no gosto dos alimentos. A biomassa da banana verde gera um aumento no volume do alimento e também incorpora vitaminas, minerais, e fibras ao mesmo.

Existem três tipos de BBV, a biomassa P (feita com a polpa) e a biomassa F (feita com a fibra da casca da banana verde), e a biomassa integral que contém a casca e polpa. As mais utilizadas são A biomassa P e integral.

Para obtenção da biomassa de polpa (Figura 7), os frutos verdes passam por um processo de lavagem ainda com casca, com o auxílio de esponja, água e sabão, em seguida são enxaguados para total retirada do sabão. Em panela de pressão com água fervente são submetidos ao processo de cocção, onde são cozidas com casca, cobertas com água, por oito minutos em fogo brando e por mais 12 minutos sem contato com o fogo. Ao término da cocção as bananas podem ou não passar pelo processo de separação da casca e polpa, em seguida ocorre o despulpamento através de trituração e de prensa “*finisher*” de peneira 0,22”. É importante manter a temperatura da polpa elevada para que esta não esfarele. O produto final do processo é a biomassa bruta da polpa. (VALLE; CAMARGOS, 2003).

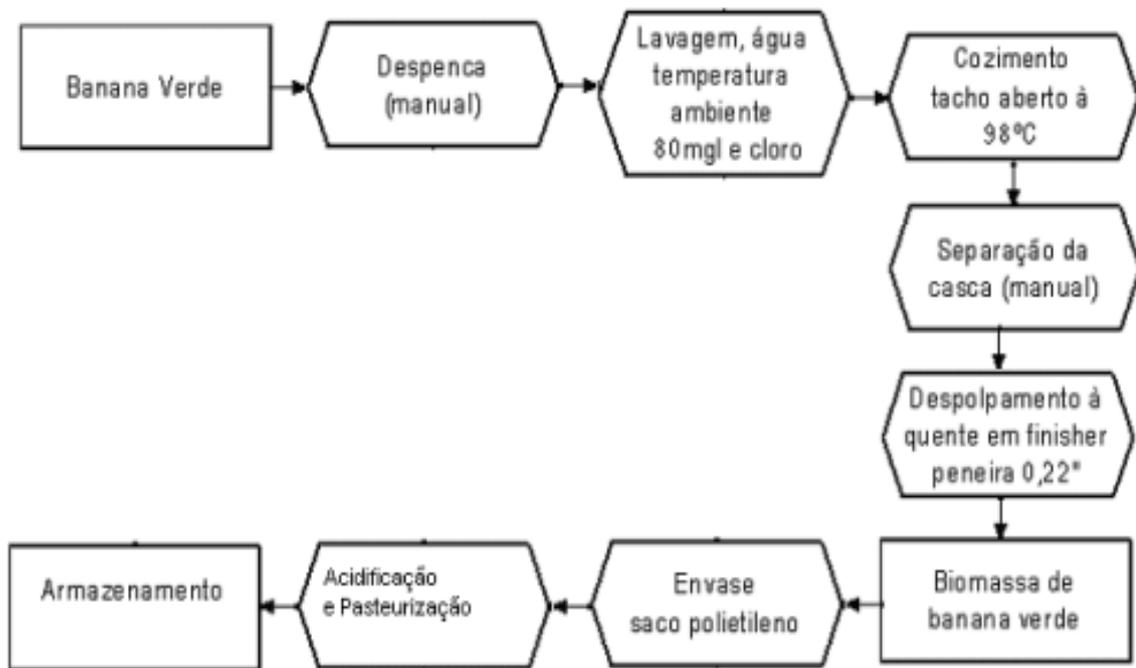


Figura 7 - Fluxograma do processamento da biomassa de banana verde
 Fonte: adaptado de Valle e Camargos (2003)

A biomassa integral é preparada da mesma maneira que a biomassa de polpa bruta, porém não ocorre o processo de separação da casca. Caso não ocorra a utilização imediata da biomassa não é necessário que esta seja armazenada em saco plástico hermeticamente fechado e resfriada em geladeira, onde permanece por oito dias sem perder suas características funcionais. Também pode ser submetida ao processo de armazenamento congelada por quatro meses, porém é necessário que ocorra novamente o processo de trituração ou prensagem para que a mesma volte a suas características de textura originais e possa ocorrer sua utilização (VALLE; CAMARGOS, 2003).

Segundo Valle e Camargos (2003) a polpa cozida de banana verde deve apresentar 64,79% de umidade, porém em estudo realizado por Izidoro (2007) a biomassa apresentou 89,05%, esta diferença observada foi resultado de uma quantidade maior de água utilizada durante o processamento.

Em relação a composição nutricional 100g de biomassa de banana verde contém 19,8 gramas de carboidratos e 4,7 gramas de fibras alimentares (VALLE; CAMARGOS, 2003). Já Izidoro (2007) encontrou 10,17g de carboidratos e 3,6g de fibra alimentar, a diferença nas quantidades observadas são decorrência do alto

conteúdo de umidade da polpa utilizada por Izidoro. Outros dados encontrados por Izidoro (2007) podem ser vistos na Tabela 4.

Tabela 4 – Composição físico-química da biomassa de banana verde

Parâmetro (g/100g)	Biomassa
Umidade	89,05
Carboidratos	10,17
Proteínas	0,28
Gordura total	0,13
Cinzas	0,37

Fonte: adaptado de Izidoro (2007).

Um dos componentes essenciais presente na biomassa é o amido resistente (AR), que se encontra presente quando a fruta ainda está verde, podendo corresponder de 55 a 93% do teor de sólidos totais, e as fibras que se encontra em torno de 4,0 % (OVANDO-MARTINEZ, 2009). À medida que ocorre o amadurecimento este é convertido em açúcares em sua maioria glicose, frutose e sacarose, dos quais 99,5% são fisiologicamente disponíveis (FASOLIN et al., 2007).

Alguns trabalhos utilizam a banana verde para enriquecer as formulações com este componente prébiotico, como por exemplo, na produção de macarrão (VERNAZA et al., 2011), biscoito (FASOLIN et al., 2007; RIBEIRO & MESSANO, 2011) e bolo (BORGES et al., 1998). Segundo Ferreira et al., (2007) a importância nutricional da polpa da banana é resultado do seu alto valor energético, cerca de 100 calorias por 100 g de polpa, cujos carboidratos são facilmente assimiláveis, além de ser rica em vitaminas e minerais.

A notabilidade da biomassa reside principalmente em sua diversidade de produção, possibilitando a produção de alimentos mais saudáveis e saborosos, com maior valor nutricional, além de contribuir para melhorar a performance econômica da indústria alimentícia. Vale destacar que não há restrições quanto ao seu uso, desde que utilizado em proporções corretas. Porém, atualmente, a BBV é ainda produzida de modo artesanal ou piloto, com baixa escala de produção.

5.2.2 Farinha de banana verde

Conforme o Sistema Brasileiro de Respostas Técnicas – SBRT (2006), as farinhas de bananas podem ser obtidas por secagem natural ou artificial, utilizando bananas verdes ou semi verdes das variedades, Prata, Terra, Cavendish, Nanica ou Nanicão. A farinha de banana verde apresenta sabor suave e cor clara, podendo assim, substituir outras farinhas sem que haja prejuízo das características sensoriais (LOBO; SILVA, 2003). Outra consideração relevante trata da utilização da farinha de banana verde no preparo de alimentos com aumento da quantidade de fibras, proteínas e minerais (VALLE; CAMARGOS, 2003). O principal componente presente na FBV é o amido resistente, que apresenta grande interesse para a indústria de alimentos como para o consumidor uma vez que pode ser utilizado na elaboração de produtos com teores de lipídeos e açúcares reduzidos, na regulação intestinal e auxiliar no controle de colesterol (LANGKILDE et al., 2002). Além do AR a FBV contem minerais (Tabela 5) e pectina, que representa uma fração não digerível que vem demonstrando ser útil no tratamento de distúrbios intestinais.

Tabela 5. Composição mineral da farinha de banana verde

Componente	Quantidade (mg/100g)	Porcentagem do valor de ingestão diária recomendada (IDR) (OMS,2001)
Cálcio	157,67	0,16
Cobre	0,27	30,0
Ferro	3,08	22,0
Fósforo	190,00	27,15
Magnésio	30,84	11,86
Manganês	0,14	6,09

Fonte: Adaptado de Fasolin et al. (2007)

Segundo Moraes Neto et al. (1998), em experimento com banana (*Musa spp.*), cv. Prata, reportaram 7,20 g.100 g⁻¹ de umidade em farinha de banana verde obtida

por secagem solar por 18 horas. Borges, Pereira e Lucena (2009) encontraram teor de umidade na farinha de banana verde da mesma variedade de $3,30 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$, o qual encontra-se dentro do padrão estabelecido pela ANVISA (1978) que preconiza o máximo de $15 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ de umidade em farinhas. Em relação ao teor de proteína bruta, Borges, Pereira e Lucena (2009) reportaram valor de $4,5 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$, enquanto que, Moraes Neto et al. (1998), pesquisando a mesma cultivar, encontraram valores médios de $3,2 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ em FBV. O teor de amido presente na FBV é de $72,72 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ (BORGES; PEREIRA; LUCENA, 2009).

Analisando as características físico-químicas da farinha de banana verde, como pH 5,3 (BORGES; PEREIRA; LUCENA, 2009) é possível observar que, pelo fato deste pH ser desfavorável para o crescimento de micro-organismos, o tempo de vida de prateleira para a farinha de banana verde é maior. Outra característica considerável é o valor de vitamina C característico da farinha de banana verde $15,12 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ (BORGES; PEREIRA; LUCENA, 2009), este contribui diretamente para atender em parte a necessidade de ingestão diária recomendada (IDR) de vitamina C para adultos, que é de 60 mg por dia (YAMASHITA et al., 2003).

Quanto ao conteúdo de minerais, reportado na Tabela 6, verifica-se que a farinha de banana verde é rica em potássio, fósforo, magnésio, cobre, manganês e zinco, quando comparada aos demais tipos de farinhas existentes no mercado (BORGES; PEREIRA; LUCENA, 2009).

Tabela 6- Teores médios de minerais presentes na farinha de banana verde, c.v. Prata.

Minerais	Teores (mg/100g)
K	1180,00
P	100,00
Ca	130,00
Mg	70,00
S	100,00
N	530,0
B	0,10
Cu	5,50
Mn	4,60
Zn	533,20
Fe	17,80

Fonte: Adaptado de Borges, Pereira e Lucena (2009).

Microbiologicamente, em pesquisa realizada por Borges, Pereira e Lucena (2009) foram estudados a presença de coliformes a $45 \text{ }^\circ\text{C}$, fungos filamentosos e

leveduras, *Bacillus cereus*, *Salmonella* sp., *Staphylococcus aureus* e contagem de aeróbios mesófilos na farinha de banana verde, c.v. Prata. Neste estudo não foi encontrada nenhuma bactéria do grupo coliforme de origem fecal, estando assim dentro dos padrões estabelecidos pela ANVISA - Resolução 12/1978. Em relação a presença de fungos filamentosos e leveduras o valor encontrado no estudo foi <10 UFC.g⁻¹, portanto, considerado dentro do padrão, pois, conforme a ANVISA - Resolução CNNPA n° 12 de 1978, sendo o padrão máximo de bolores e leveduras é de 10³.g⁻¹. As amostras analisadas não apresentaram contaminação por *Bacillus cereus* e *Salmonella* sp.. Quanto à presença de *Staphylococcus aureus*, <10 UFC.g⁻¹ e a contagem de aeróbios mesófilos, <10 UFC.g⁻¹, verificou-se que as amostras avaliadas se encontravam dentro dos padrões da ANVISA - Resolução 12/1978, assegurando assim, a qualidade do produto. Os resultados são semelhantes aos encontrados por Antunes, Assis e Asquieri (2011) para a farinha de banana verde - cultivar Terra, onde foi obtido um valor muito baixo de NMP/g (Número Mais Provável por grama) quanto a Coliformes 45°C, a ausência de *Salmonella* sp. e *Bacillus cereus*.

Em relação ao valor calórico encontrado na FBV podem ser citados dois estudos onde Antunes, Assis e Asquieri (2011) para banana da Terra e Borges, Pereira e Lucena (2009) para banana Prata estabeleceram que este foi de 373 kcal.100 g⁻¹.

Para o preparo e secagem da FBV as técnicas empregadas podem ser distintas conforme estágio de maturação da matéria-prima e podendo ser natural ou artificial. Também pode variar conforme a qualidade desejada do produto final. O processo de secagem natural não é recomendável pois, devido à dificuldade de controle das condições higiênicas e condições climáticas, poderá ocorrer a formação de bolores e o aparecimento de insetos. Desta forma tem-se o processo de secagem artificial mais favorável, uma vez que a utilização de maquinários, as condições higiênicas podem ser controladas e um menor tempo de secagem.

Segundo Loures et al. (1990), instalações de fábricas de farinha de médio e pequeno porte podem ser localizadas próximas às fontes de alimento in natura a fim de estimular a agricultura, implantar novas indústrias alimentícias e favorecer criação de novos empregos, promovendo assim o aumento de renda per capita.

No âmbito da produção em pequena escala é possível obter farinha de boa qualidade por meio de secagem em secador de ar circulante a 500 C, por 16 horas, e moagem em moinho de faca. A farinha foi adicionada à farinha de trigo e concluiu-se

que até 20% de farinha de banana os pães foram considerados aceitáveis (LOURES et al., 1990)

Em relação a produção industrial de farinhas, pode-se citar estudos sobre a extrusão termoplástica como uma das inovações fundamentais em tecnologia de alimentos. Esse processo permite a cocção de farinhas de forma contínua (milho, mandioca, arroz, soja e outras) em tempo relativamente curto (alguns segundos), modificando sua textura e formato. O processo, que combina atrito mecânico e aquecimento, permite a gelatinização do amido e a desnaturação da proteína, formando massa plástica que pode ser moldada nas mais diferentes formas (HARPER, 1992).

No âmbito dos produtos industrializados, a partir de banana, verificou-se o interesse pela fabricação de farinha, especialmente, de bananas verdes. Porém, não se encontrou na literatura consultada trabalhos científicos que tratem especificamente do processamento de farinha de banana por extrusão termoplástica.

Uma alternativa mais recente para a produção em escala industrial da FBV é a secagem pelo processo “*spray drying*” com atomizador rotativo. A secagem em “*spray dryer*” ocorre através da atomização, ou seja, divisão do líquido em milhões de micro gotas formando um “*spray*”, transformando assim a biomassa de banana verde em material granulado, como a farinha (OI; JUNIOR; TAMBOURGI, 2012).

Além dos benefícios nutricionais e fisiológicos um dos fatores que demonstra a importância da produção da biomassa e da farinha de banana verde é o impacto positivo que estes geram no processamento de vegetais, há alguns anos atrás os subprodutos gerados eram considerados um problema econômico e ambiental. Porém, atualmente, os subprodutos são considerados fontes alternativas de compostos que podem agregar efeitos benéficos a saúde juntamente com a minimização de resíduos alimentícios descartados. Entende-se por resíduos alimentícios os sólidos solúveis e insolúveis as partes de matérias primas não utilizadas como cascas, pele, folhas, caule, sementes, caroço e frutas e vegetais danificados. A utilização destes é de grande relevância pois pode-se prevenir a poluição ambiental, diminuir o desperdício e conservar energia.

Sendo assim a utilização da farinha de banana verde na produção de alimentos constitui uma alternativa benéfica para saúde através do incremento nutricional, bem como para minimização da produção de resíduos sólidos com conseqüente redução da poluição ambiental e desperdício na comercialização de banana.

5.3 Amido presente na banana verde

O amido é formado por unidades de polímeros de glicose e é encontrado nas células vegetais sob a forma de grânulos, sendo formado por amilose (Figura 8) e a amilopectina (Figura 9). O amido é um carboidrato disponível nas células vegetais e é hidrolisado no trato intestinal, produzindo carboidratos de baixa massa molecular. Entretanto a origem do amido e suas características, juntamente com as condições de processamento, a que são submetidos os produtos amiláceos, podem alterar significativamente as taxas de hidrólise. A amilose é uma macromolécula linear formada por unidades de D glicose unidas por ligações tipo α -1,4, com menos de 0,1% de ramificação (ligações α -1,6). A molécula apresenta grau de polimerização entre 500 e 2000 unidades de glicose e massa molecular média de $1,5 \times 10^5$ a 10^6 u.

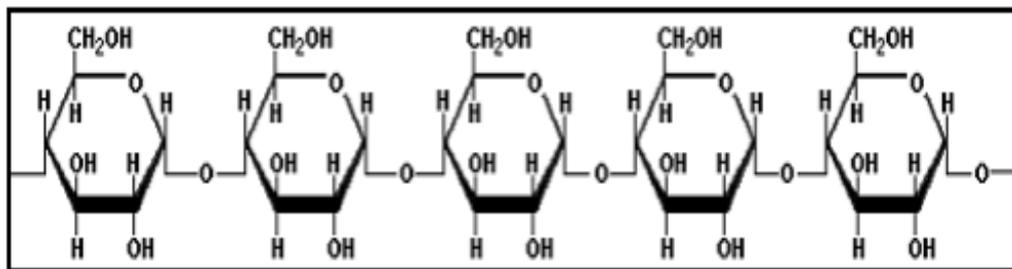


Figura 8 - Estrutura linear da amilose.
Fonte: Zamora (2013).

A amilopectina é uma macromolécula ramificada formada por unidades de D glicose unidas por ligações do tipo α -1,4 e α -1,6, sendo esta última responsável pela ramificação da molécula. Apresenta grau de polimerização da entre 104 a 105 unidades de glicose, massa molecular média de $0,5 \times 10^8$ a 10^9 u. e comprimento variável das ramificações, sendo comum a presença de 20 a 30 unidades de glicose (BELLO-PÉREZ; MONTEALVO; ACEVEDO, 2006b; POLESÍ, 2011).

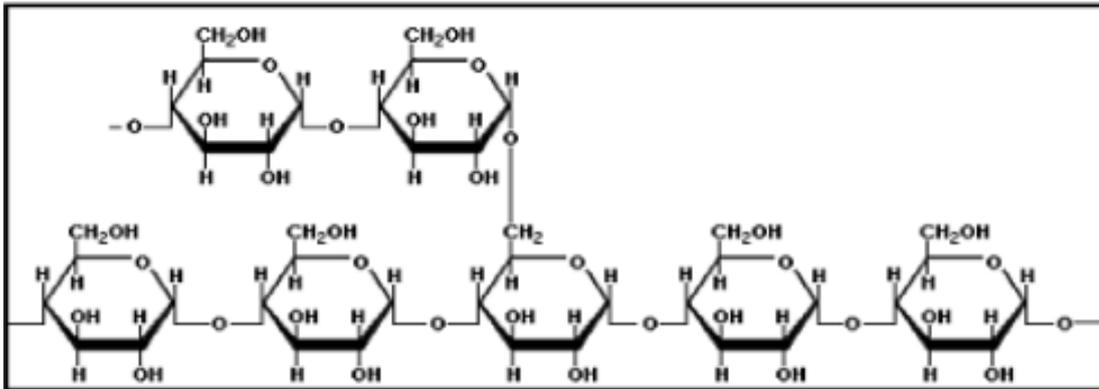


Figura 9 – Estrutura ramificada da amilopectina.
Fonte: Zamora (2013).

As diferenças observadas na funcionalidade do amido podem ser atribuídas à morfologia, ao tamanho dos grânulos de amido e sua composição. No estado nativo a molécula de amido apresenta característica insolúvel em água fria, grânulos parcialmente cristalinos e morfologia, composição química e estrutura molecular. Existe uma variação de tamanhos e formatos que aliadas ao arranjo dos componentes nas regiões amorfas e cristalinas influenciam fortemente nas propriedades funcionais dos grânulos de amido (BELLO-PÉREZ; MONTEALVO; ACEVEDO, 2006b).

O amido de banana verde têm sido alvo de estudos em vários países. Segundo Almeida (2013), na China Chiang, Chu e Chu (1987) estudaram a produção de amido de banana verde em escala piloto, no México Pérez-Sira (1997) pesquisou a caracterização de amido isolado de banana verde da variedade *Musa paradisíaca* e, também no México, Sánchez-Hernández (1999) definiu um procedimento para a produção de maltodextrina como fonte o amido de banana verde. Já Tester et al. (2004) observaram por meio do método de Microscopia Eletrônica de Varredura que os grânulos de amido de banana verde apresentam uma superfície lisa e densa, aspecto este que pode contribuir para sua resistência. Os grânulos de amido de banana verde apresentam estrutura que impedem a ação das enzimas reduzindo assim, a taxa de hidrólise (IZIDORO, 2009). Em outro estudo, realizado por Huicochea et al. (2006), pode-se concluir que a obtenção de amido resistente a partir de banana verde trata-se de um processo viável em escala piloto, apresentando 65% de rendimento (b.s.) e pureza de 95%.

Em relação a classificação o amido pode ser classificado em função da sua estrutura físico-química e da sua susceptibilidade a hidrólise enzimática, conforme o valor da velocidade que o alimento é digerido. O amido é classificado como rapidamente digerível, lentamente digerível ou como amido resistente. O amido rapidamente digerível ao ser submetido à incubação com α -amilase pancreática e amiloglicosidase a 37°C e converte-se em glucose em 20 minutos. O amido lentamente digerível quando exposto as mesmas condições citadas anteriormente é convertido em glucose em 120 minutos. O amido resistente (AR) é aquele que quando exposto à ação das enzimas digestivas apresenta-se resistente (ALMEIDA, 2009).

O principal interesse em relação ao amido presente na banana verde é devido a presença de grandes quantidades de amido resistente, o qual por não ser digerido no intestino delgado, é utilizado como substrato para fermentação pelas bactérias anaeróbicas do cólon, produzindo efeitos benéficos atribuídos à fibra alimentar no TGI.

O termo “amido resistente” foi descrito por Englyst et al. (1982), que notaram que alguns alimentos processados apresentavam maiores teores de polissacarídeos não amiláceos que os produtos crus correspondentes, estes teores maiores eram ocasionados por um composto formado por n-glicoses, que podia ser disperso em hidróxido de potássio e desta forma, estes pesquisadores definiram amido resistente como sendo o composto que resiste à dispersão em água fervente e a hidrólise pela ação da amilase pancreática.

Já Eerlinger e Delcour (1995) definiram o amido com base na sua resistência à hidrólise enzimática, sendo assim o amido resistente foi definido como a parcela do grânulo, ou de seus produtos de degradação, que não são absorvidos/digeridos no intestino delgado de indivíduos saudáveis, podendo ser fermentado no intestino grosso.

Os grânulos dos amidos presente na banana foram estudados por Teixeira et al. (1998) e verificaram que a composição química corresponde, em base seca, a 0,10% de proteínas, 0,58% de lipídeos, 0,06% de fibras, 0,04% de cinzas, 19,20% de amilose e 49,61% de amido resistente. Segundo Ramos, Leonel e Leonel (2009) foi observado que há a ocorrência de diferenças consideráveis em relação ao teor de amido resistente presentes nas farinhas obtidas a partir de diferentes cultivares, conforme a Tabela 7.

Tabela 7 – Médias do teor de amido resistente nas farinhas de banana verde dos diferentes cultivares.

Cultivar	Amido resistente (%)
Nanicão	10,40
Nam	40,25
Thap maeo	10,83
Caipira	10,76
Maçã	20,74
Ouro	10,35
Prata anã	20,43
Prata zulu	20,07
Grande naine	10,19
Maçã tropical	10,74
Figo cinza	10,24

Fonte: Adaptado de Ramos, Leonel e Leonel (2009)

Pode-se observar que a ocorrência de variação para o teor de amido resistente nas farinhas verdes dos diferentes cultivares está em acordo com a relatada na literatura de Juarez-García et al. (2006).

Com base na resistência apresentada a digestão o amido resistente pode ser classificado em três tipos, sendo eles amido fisicamente inacessível (AR1), grânulos de amido resistente (AR2) e amido retrogradado (AR3).

Amido resistente tipo 1 é aquele em que a estrutura do alimento pode impedir o acesso da amilase pancreática e assim dificultar a digestão do amido. O AR1 pode ocorrer quando o AR estiver intrínseco em uma estrutura densamente empacotada da planta ou em estruturas onde as paredes celulares podem inibir e dificultar a dispersão do AR (ENGLYST et al., 1982). O Amido resistente tipo 2 refere-se ao tipo de polimorfismo que o grânulo de amido apresenta, podendo ser denominados tipo A, B ou C. No tipo A, as moléculas de amilopectina de cereais apresentam uma cadeia curta (menos de 20 unidades de glicose) e favorecem a formação de polimorfos cristalinos. Já no tipo B, as moléculas de amido de vegetais tubérculos, banana, apresentam cadeias externas maiores de amilopectina (mais de 22 unidades de glicose) favorecendo a formação de polimorfos denominado B. As moléculas de legumes e sementes apresentam o polimorfo tipo C, que é considerado um intermediário entre os tipos A e B. Geralmente os tipos B e C são mais resistentes devido sua estrutura (TESTER et al., 2004).

O amido resistente do tipo 3 consiste no amido que é submetido ao processo de retrogradação, no qual o amido é tratado com calor e umidade, resultando no rompimento e gelatinização da estrutura do grânulo nativo, tornando-o digerível. Após passado tempo de esse esfriar, o amido gelatinizado retorna a uma estrutura parcialmente cristalina, insolúvel e resistente à digestão enzimática, porém diferente da inicial. A retrogradação da amilose tem maior relevância que retrogradação da amilopectina (BOTHAM et al., 1995).

Em bananas verdes são encontrados amidos do tipo AR1 e AR2, já em biomassa de banana verde e nas farinhas de bananas verde são encontrados amidos do tipo AR1 e AR2 e AR3.

Com o aparecimento de sistemas de processamento mais sofisticados tem sido demonstrado um quarto tipo de AR, quando este sofre modificações em sua estrutura química com grupamentos ésteres, fosfatos e éteres, bem como amidos com ligações cruzadas (LOBO; SILVA, 2003).

Em relação a saúde humana, o fato de alguns amidos resistirem à hidrólise por enzimas pancreáticas tem grande importante nas atividades fisiológicas do intestino, ao resistirem à hidrolise pancreáticas estes sofrem fermentação colônica, resultando na regulação do hábito intestinal, na produção de ácidos graxos de cadeia curta, na geração de compostos que agem na prevenção de doenças inflamatórias do intestino, nas atividades bacteriológicas e na proliferação celular. Outra observação fundamental em relação ao amido resistente é que este, não sendo digerido no intestino delgado, pode servir de substrato para microrganismos probióticos, operando como prebiótico.

Alimentos que sofrem digestão lenta ou possuem baixo índice glicêmico têm sido associados ao controle do diabetes e, a longo prazo, podem até mesmo diminuir o risco de desenvolver a doença (JENKINS et al., 1998). O consumo de amido resistente também foi associado a redução nos níveis de colesterol LDL (lipoproteína de baixa densidade) e de triglicerídios na hiperlipidemia (níveis elevados de lipídeo no sangue) (JENKINS et al., 1988).

Segundo ENGLYST et al. (1987), citado por Walter, Silva e Emanuelli (2005) em estudos com populações de bactérias obtidas de fezes humanas, observaram que 59% do amido fermentado pode ser recuperado como ácidos graxos de cadeia curta, na proporção molar de 50:22:29 para acetato, propionato e butirato. Este decréscimo

causado pelos ácidos no pH resultante pode ser responsável pela pequena taxa de transformação de ácidos biliares primários em metabólitos secundários mutagênicos.

Segundo JENKINS et al.² (1998 apud WALTER; SILVA; EMANUELLI, 2005)

[...] estudos com seres humanos mostraram que a suplementação de amido resistente nas dietas resultou em maior concentração de butirato, em comparação ao tratamento controle, constituído de baixo teor de fibra. Considerando que o butirato é importante fonte de energia para as células epiteliais do cólon, sua maior produção pode prevenir doenças colônicas, incluindo colite ulcerativa, as quais são provocadas por deficiência de energia. Em adição, é atribuído ao butirato a supressão do desenvolvimento de células cancerígenas e o aumento na proliferação de células da mucosa intestinal, o que pode diminuir o risco de câncer de cólon, visto que pacientes com este tipo de doença apresentaram taxas reduzidas de butirato durante a investigação inicial.

O consumo de alimentos que apresentam AR como componente estão relacionados com o aumento do volume fecal, que atua na prevenção da constipação, diverticulose e hemorroidas.

Desta maneira, a utilização de BBV e FBV na alimentação apresenta-se como uma alternativa viável comercialmente e com grande potencial pela indústria alimentícia, já que estes produtos apresentam características nutricionais e funcionais que acarretariam no beneficiamento do produto gerando assim, uma melhoria na saúde de seus consumidores.

Ocorre ainda a importância da utilização de produtos obtidos da banana verde como forma da minimização do desperdício e da produção de resíduos pelo setor de frutas. Assim pode-se concluir que a BBV e a FBV estão inseridas na atual situação de mudança no comportamento alimentar da população como uma opção para consumidores que buscam alimentação mais saudável, respeito para com meio ambiente e recursos humanos.

² WALTER, Melissa; SILVA, Leila Picolli da; EMANUELLI, Tatiana. Amido resistente: características físico-químicas, propriedades fisiológicas e metodologias de quantificação. **Cienc. Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 4, p. 974-980.

6. CONCLUSÕES

A banana verde apresenta altas concentrações de amido resistente (49,61% em b.s.), que atua como fibra alimentar, flavonoides e alto valor nutritivo.

O amido resistente, caracterizado como prebiótico, é utilizado como substrato na fermentação colônica contribuindo para a integridade da mucosa intestinal, manutenção do nível glicêmico, melhora no trânsito intestinal, e prevenção de doenças como o câncer de intestino, diabetes e diminuição do acúmulo de gordura corporal.

A biomassa de banana verde é um alimento que apresenta cor clara, textura aveludada e ausência de sabor marcante, além de conter quantidades consideráveis de sais minerais e altos teores de AR (de 55 a 93% do teor de sólidos totais) e propriedades funcionais.

A farinha de banana verde apresenta características físico-químicas excelentes o que lhes confere propriedades funcionais e o cultivar Nam contém elevado teor de AR (40,25%), seguido dos cultivares Maçã (20,74%) e Prata-anã (20,43%).

A biomassa e a farinha de banana verde são ingredientes ideais para a formulação de diferentes alimentos funcionais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ALIMENTOS, Compêndio da Legislação de Alimentos. São Paulo. 1996

ADÃO, R. C.; GLÓRIA, M. B. A. **Bioactive amines and carbohydrate changes during reeping of Prata banana (*Musa acuminata* × *M. balbisiana*)**. Food Chemistry, v. 90, n. 4, p. 705-711, 2005.

ALMEIDA, L. F. **Amidos: Fontes, estruturas e propriedades funcionais**. Aditivos Ingredientes. Editora Insumos, n. 63, 2009.

ALMEIDA, M. C. B. D. M. **Estudo para fins industriais das propriedades funcionais do amido nativo e modificado hidrotermicamente, provenientes de banana verde, variedade “Prata”**. Pombal, PB , 2013.

ANTUNES, M. J. ; ASSIS, E. M.; ASQUIERI, E. R. **Obtenção e caracterização de farinha da banana verde da terra (*Musa sapientum*)** 2011. Disponível em: <<http://www.sbpnet.org.br/livro/63ra/conpeex/mestrado/trabalhos-mestrado/mestrado-maria-jose-camelo.pdf>>. Acesso em: 15 de ago. 2015.

ARIHARA, K. Strategies for designer novel functional meat products. **Meat Science**, v.74, p. 220-225, 2006. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-89132009000600026&lng=en&nrm=iso>. access on 19 Oct. 2015.

BELLO-PÉREZ, L. A.; MONTEALVO, M. G. M.; ACEVEDO, E. G. Almidón: definición, estructura y propiedades. In: LAJOLO, F. M.; MENEZES, E. W. **Carbohidratos em Alimentos Regionales Iberoamericanos**. Editora da USP, São Paulo, p.646, 2006.

BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. **Química do processamento de alimentos**. 2..ed. São Paulo: Varela,p. 60-62, 1992.

_____. **Química do processamento de alimentos**. 3..ed. São Paulo: Varela, p. 74-78, 2003.

BORGES, A. de M.; PEREIRA, J.; LUCENA, E. M. P. de. **Caracterização da farinha de banana verde.** *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas , v. 29, n. 2, p. 333-339, June 2009 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612009000200015&lng=en&nrm=iso>. access on 19 Oct. 2015.

BORGES, A. L. et al. **A cultura da banana.** 2. ed. rev. e aum. Brasília, DF: EMBRAPA, SPI. 94 p. (Coleção Plantar, 38), 1998.

BOTHAM, R.L. et al. **A physicochemical characterization of chick pea starch resistant to digestion in the human small intestine.** *Carbohydr Polym*, v.26, p.83-90, 1995.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 18, de 30 de abril de 1999. D.O.U. - **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, 03 maio. 1999. Legislação federal. Disponível em: www.anvisa.gov.br. Acesso em: 20 de ago. 2015.

CAMBRODÓN, I. G.; MARTIN-CARRÓN. N. **Fermentación colónica de fibra dietética y almidón resistente.** In: LAJOLO. F.M et al (Ed). *Fibra dietética em Iberoamérica: Tecnología y salud. Obtención, caracterización, efecto fisiológico y aplicación en alimentos.* São Paulo: Livraria Varela. p.312-316, 2001.

CASTILHO, A.C. et al. **A Importância das Fibras Alimentares para o Paciente Diabético.** Support, 2005.

CHIANG, B.H.; CHU, W.C.; CHU, C.L. **A pilot scale study for banana starch production.** *Starch/Stärke*, v.39, n. 1, p.5-8, 1987.

CHOCT, M. Feed Non-Starch Polysaccharides: Chemical Structures and Nutritional Significance. **Feed Milling International**, p.13-26, 1997.

COLONNA, P.; LELOUP, V.; BULÉON, A. Limiting factors of starch hydrolysis. **European Journal of Clinical Nutrition**, London, v.46, n.2, p.17-32, 1992.

COPPINI, L.Z. Fibra Alimentar. **Congresso Brasileiro de Nutrição e Câncer**. São Paulo, 2004.

COSTA, N. M. B.; ROSA, C. O. B. **Alimentos Funcionais – Componentes bioativos e efeitos fisiológicos**. Rubio, Rio de Janeiro, 2010.

CRUZ, G. L. **Dicionário das plantas uteis do Brasil – 5ª Ed.** Editora Bertand do Brasil S. A. Rio de Janeiro, RJ, 1995.

CUMMINGS, J. H.; BEATTY, E. R.; KINGMAN, S. M.; BINGHAM, S.A.; ENGLYST, H. N. Digestion and physiological properties of resistant starch in human large bowel. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, **v.75**, n.5, p.733-747, 1996.

CUMMINGS, J.H., MACFARLANE, G.T., ENGLYST, H.N. **Prebiotic digestion and fermentation**. Am. J. Clinical Nutrition. Supplements feb. 2001.

DE ANGELIS, R. C. **Importância de alimentos vegetais na proteção da saúde: fisiologia da nutrição protetora e preventiva de enfermidades degenerativas**. São Paulo: Atheneu, 2001.

DESHPANDE , S.S., CHERYAN, M., SALUNKHE, D.K. Tannin analysis of food products. **CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, **v.24**, n.4, p.401-449, 1986.

DINON, S.; DEVITTE, S.L. **Mortadela adicionada de fibras e com substituição parcial de gordura por carragena e pectina**. UTFPR. Medianeira, 2011.

EERLIGEN, R.C., DELCOUR, J.A. Formation, analysis, structure and properties of Tipe III enzyme resistant starch. **Journal of Cereal Science**, London, **v.22**, p.120-130, 1995.

ENGLYST, H.N. et al. **Determination of the non-starch polysaccharides in plant foods by gas-liquid chromatography of constituent sugars as alditol acetates.** *Analyst*, v.107, p.307-318, 1982.

FASOLIN, L. H.; et al. Biscoitos produzidos com farinha de banana: avaliações química, física e sensorial. **Ciênc. Technol. Aliment.** v.27 n.3, p. 524-529, 2007.

FENGEL, D.; WEGENER, G. **Wood: chemistry, ultrastructure, reactions.** Berlin: Walter de Gruyter, 1989.

FIDALE, L. C. Biopolímeros Modificados: **Aspectos de Derivatização de Celulose sob Condições Homogêneas de Reação.** 2010. Tese (Doutorado em química) - Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

FOOKS, L. J.; GIBSON, G. R. Probiotics and modulators of the gut flora. *British Journal of Nutrition, Cambridge*, v. 88, n. 1, p. S39-S49, 2002.

FUKUSHIMA, R. S.; DEHORITY, B. A. Feasibility of using lignina isolated from forages by solubilization in acetyl bromide as a standard for lignina analysis. **Journal of Animal Science**, v. 78, n 2, 2000.

FULLER, R. Probiotics in man and animals. **J Appl Bacteriol**, v.66, n.5, p.365-372, 1989.

GIBSON, G.R. **Fibre and effects on probiotics (the prebiotic concept).** *Clin Nutr Suppl*, v. 1, p.25-30, 2004.

HARPER, J.M. A comparative analysis of single and twin-screw extruders. In: KOKINI, J. L.; HO, C.-T.; KARWE, M. V. (Ed.). **Food extrusion science and technology.** New York: Marcel Dekker, p. 139-148, 1992.

HUICOCHE, E. F. et al. **Rendimento del proceso de extracción de almidón partir de frutos de plátano (*Musa paradisiaca*)**. Estudio em planta piloto, 2006.

ITAL - INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, **Banana: Série Frutas Tropicais**, n. 3, Campinas, 1990.

IZIDORO, D. R. **Influência da polpa de banana (*Musa cavendishii*) verde no comportamento reológico, sensorial e físico-químico de emulsão**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) -Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

IZIDORO, D. R.; SCHEER, A. de P.; SIERAKOWSK, M. R. Rheological properties of emulsions stabilized by green banana (*Musa cavendishii*) pulp fitted by power law model. **Braz. arch. biol. technol.** Curitiba , v. 52, n. 6, p. 1541-1553, 2009.

JAIGOBIND, A. G. A.; AMARAL, L. do; JAISINGH, S. **Processamento da banana**. Dossiê Técnico. Instituto de Tecnologia do Paraná, 2007. Disponível em: <<http://sbrtv1.ibict.br/upload/dossies/sbrt-dossie>>. Acesso em: 06 out. 2015.

JENKINS, D.J.A. et al. Physiological effects of resistant starches on fecal bulk, short chain fatty acids, blood lipids and glycemic index. **J Am Coll Nutr**, v.17, n.6, p.609-616, 1998.

JUAREZ-GARCIA, E. et al. Composition, digestibility and application in breadmaking of banana fl our. **Plant Food Human Nutr.**, v. 61, p. 131-137, 2006.

KACZMARCZY, M.M; MILLER, M.J.; FREUND, G.G. The health benefits of dietary fiber: beyond the usual suspects of type 2 diabetes mellitus, cardiovascular disease and colon cancer. 2012.

KWAK, N. S.; JUKES, D. J. **Functional foods. Part 1. The development of a regulatory concept** Food Control, 12 (2001), pp. 99–107,2001.

LANGKILDE, A.M. et al.. Effects of high-resistente-starch banana flour (RS2) on in vitro fermentation and the small-bowel excretion of energy, nutrientes, and sterols: na ileostomy study. **Am J Clin Nuutr.** V. 75, p. 105-110, 2002.

LEVIN, R.J. Carboidratos. In: Shils, M.E., Olson, J.A., Shike, M., Ross, A.C., **Tratado de Nutrição Moderna na Saúde e na Doença.** 9ª ed. São Paulo, p. 56 – 57, 2003.

LOBO, A. R.; SILVA, L. G. M. de. Amido resistente e suas propriedades físico-químicas. **Rev. Nutr.**, Campinas , v. 16, n. 2, p. 219-226, June 2003 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-52732003000200009&lng=en&nrm=iso>. access on 20 Oct. 2015.

LOURES. A. et al.. Obtenção, caracterização e utilização da farinha de banana (Musa sp.) em panificação. **Ciência Tecnologia Alimento SP**, v. 10, n 1, p. 51-57, 1990.

MACFARLANE, S.; MACFARLANE. T. Regulation of short-chain fatty acid production. **Proc Nutr Soc**, v. 62 p.67-72, 2003.

MACHADO N.C.R.; SAMPAIO, R.C. **Efeitos do amido resistente da biomassa da banana verde.** Artigo apresentado no V seminário de pesquisa e TCC da Faculdade União Goyazes, Goiás. 2013. Disponível em: <[http://www.fug.edu.br/2010/pdf/tcc/efeitos do amido resistente da biomassa da banana verde](http://www.fug.edu.br/2010/pdf/tcc/efeitos%20do%20amido%20resistente%20da%20biomassa%20da%20banana%20verde)>. Acesso em 02 set.2015.

MÁRQUEZ, L. R. et al. Fibra terapéutica. 2ª ed. **BYK Química**, 2001.

MATSUMOTO, T.; TATSUMI, D.; TAMAI, N.; TAKAKI, T. **Solution properties of cellulose from diferente biological origins in LiCl/DMAc.** *Cellulose*, v. 8, p. 275, 2001.

MEHRA, R.; KELLY, P. Milk oligosaccharides: structural and technological aspects. **International Dairy Journal**, Oxford, v. 16, n. 11, p. 1334-1340, 2006.

MORTON, J.F. Fruits of Warm Climates. **Banana.** Miami. FL. P. 29-46, 1987.

MOURINHO, F.L. **Avaliação nutricional da casca de soja com ou sem adição de complexo enzimático para leitões na fase de creche.** 2006. 55p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2006.

NASCIMENTO, R. A. A. **Caracterização da lignina de bagaço de cana pré-tratado por explosão a vapor: identificação dos compostos de degradação e reações envolvidas.** 2007 130p. Tese (Doutorado em Conversão de Biomassa) – Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 2007.

OI, R. K.; JUNIOR, D. M.; TAMBOURGI, E. B. Estudo de viabilidade para a produção da farinha de banana verde em spray dryer, **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais.** Campina Grande V.14, n. 4, p.327-322, 2012.

OVANDO-MARTINEZ, M. et al. **Unripe banana flour as an ingredient to increase the undigestible carbohydrates of pasta,** Food Chemistry. v.113, p. 121 -126 ,2009.

PACHECO-DELAHAYE, E.; TESTA, G. **Evaluación nutricional, física y sensorial de panes de trigo y plátano verde.** Interciencia, v. 30, n. 5, p. 300-304, 2005.

PBMH & PIF – PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA & PRODUÇÃO INTEGRADA DE FRUTAS. Normas de Classificação de Banana. São Paulo: **CEAGESP**, 2006.

PÉREZ-SIRA, E. **Characterization of starch isolated from plantain (Musa paradisiaca normalis).** Starch/Stärke, v. 49, n. 2, p.45-49, 1997.

RAMOS, D. P.; LEONEL, M.; LEONEL, S. AMIDO RESISTENTE EM FARINHAS DE BANANA VERDE **Alim. Nutr.** , Araraquara v.20, n.3, p. 479-483, 2009.

RIBEIRO, C.M.; MARTINS J.F.L.; PAULA H.A.A. **Potencial probiótico e tecnológico das bactérias do ácido láctico no desenvolvimento de embutido cárneos fermentado.** Rubio. Rio de Janeiro, 2012.

ROBERFROID, M.; VAN LOO, J., GIBSON, G.R. The bifidogenic nature of chicory inulin and its hydrolysis products. **The Journal of Nutrition**, Cambridge, v. **128**, n. 1, p. 11-19, 1998.

ROSA, A.P & UTTAPATEL, R. **Uso de enzimas nas dietas para frangos de corte**. IN: VIII SIMPOSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA, 2007, Chapecó. Chapecó, p. 102-110, 2007.

SÁNCHEZ-HERNANDEZ, L. **Desarrollo de un procedimiento tecnológico para la producción de maltodextrina a partir de almidón de plátano**. 1999. Tese (Doutorado) Instituto Tecnológico de Acapulco. México, 1999.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO AS MICROS E PEQUENAS EMPRESAS (SEBRAE). **Como montar uma loja de alimentos funcionais**, 2014. Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ideias/Como-montar-uma-loja-de-alimentos-funcionais>>. Acesso em: 24 ago. 2015.

SEYMOUR, G.B; TAYLOR J.E.; TUCKER, G.A. *Biochemistry of Fruit Ripening*. London: **Chapman & Hall**, 1993.

SILVA, G. Banana contra a fome! **Revista Partes**, ano II, n. 30, 2003.

SILVA, G. M. da. **Pré-tratamento do bagaço de cana-deaçúcar com amônia aquosa para a produção de etanol**. 2011. 104p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2011.

SISTEMA BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS – SBRT. Rio de Janeiro: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2005. Disponível em: <http://sbrt.ibict.br/upload/sbirt_424.pdf> . Acesso em: 20 set. 2015.

SOUSA, P. H. M. et al. **Influência da concentração e da proporção fruto: xarope na desidratação osmótica de bananas processadas**. *Ciência e Tecnologia Alimentos*, v. **23 (supl)**, p. 126-130, 2003.

TEIXEIRA, Maria A.V. et al . OCORRÊNCIA E CARACTERIZAÇÃO DO AMIDO RESISTENTE EM AMIDOS DE MILHO E DE BANANA. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas , v. **18**, n. 2, p. 246, May 1998 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20611998000200019&lng=en&nrm=iso>.access on 20 Oct. 2015.

TESTER, R. F. et al. Starch – composition, fine structure and architecture. **J Cereal Sci**, v.**39**, p.151-165, 2004.

TÍMÁR-BALÁZSY, A.; EASTOP, D. Chemical principles of textile conservation. **Oxford: Butterworth-Heinemann**, 1998.

VALLE, H. F.; CAMARGOS, M. **Yes, nós temos banana**. Editora Senac. São Paulo, 2003.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2 ed. Ithaca, New York, 1994.

VELÁZQUEZ, O. C.; LEDERER, H. M.; ROMBEAU, J. L. **Butyrate and the colonocyte, implications for neoplasia**. *Dig Dis Sci*. **V. 41**, p. 727-39, 1996.

VERNAZA, M. G.; GULARTE, M. A.; CHANG, Y. K. **Addition of green banana flour to instant noodles: rheological and technological properties**. *Ciênc. Agrotec*. v.**35**, n.6, p. 1157-1165, 2011.

VILAS BOAS, E. V. B. et al. Características da fruta. In: MATSUURA, F. C. A. U.; FOLEGATTI, I. S. (Eds.). **Banana: pós-colheita**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001.

WALTER, M.; SILVA, L. P. D.; EMANUELLI, T. Amido resistente: características físico-químicas, propriedades fisiológicas e metodologias de quantificação. **Ciênc. Rural**, Santa Maria , v. 35, n. 4, p. 974-980, Aug. 2005. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782005000400041&lng=en&nrm=iso>. access on 27 Oct. 2015.

WONG, J. M. W et al. Colonic health: fermentation and short chain fatty acids. **J Clin Gastroenterol**, v. **40** p. 235-43, 2006.

YAMASHITA, F. et al.. Produtos de acerola: estudo da estabilidade de vitamina C. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 2003.

ZAMORA, A. **Carbohydrates - Chemical Structure**, 2013. Disponível em:<<http://www.scientificpsychic.com/fitness/carbohydrates2.html>>. Acesso em: 02 out. 2015.

ZHANG, P. HAMAKER, B. R. **Banana starch structure and digestibility. Carbohydrate Polymers**, v. **87**, p. 1552-1558, 2012.