

UFRRJ

INSTITUTO DE TECNOLOGIA

CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

DISSERTAÇÃO

**POTENCIAL TECNOLÓGICO E FUNCIONAL DE BIOMASSA DE BANANA
VERDE COMO INGREDIENTE DE NHOQUE**

LAYLA PEREIRA DO NASCIMENTO TINOCO

2021



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

**POTENCIAL TECNOLÓGICO E FUNCIONAL DE BIOMASSA DE BANANA
VERDE COMO INGREDIENTE DE NHOQUE
TECHNOLOGICAL AND FUNCTIONAL POTENTIAL OF GREEN BANANA
BIOMASS AS GNOCCHI INGREDIENT**

Layla Pereira do Nascimento Tinoco

Sob a Orientação da Professora
Dra. Maria Ivone Martins Jacintho Barbosa

Dissertação submetida como
requisito parcial para obtenção do
grau de **Mestre em**
Ciência e Tecnologia de Alimentos
no Programa de Pós-Graduação em
Ciência e Tecnologia de Alimentos,
na área de concentração
Ciência de Alimentos

**Seropédica, RJ
Março de 2021**

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

T587 Tinoco, Layla Pereira do Nascimento, 1986-
Potencial tecnológico e funcional de biomassa de
banana verde como ingrediente de nhoque / Layla
Pereira do Nascimento Tinoco. - Rio de Janeiro, 2021.
100 f.: il.

Orientadora: Maria Ivone Martins Jacintho Barbosa.
Dissertação (Mestrado). -- Universidade Federal Rural
do Rio de Janeiro, Pós-graduação em Ciência e
Tecnologia de Alimentos, 2021.

1. Propriedades funcionais e tecnológicas de
biomassa de banana verde em massa de nhoque. I.
Barbosa, Maria Ivone Martins Jacintho, 1977-, orient.
II Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Pós
graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos III.
Título.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001).



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS



TERMO Nº 457/2021 - PPGCTA (12.28.01.00.00.00.41)

Nº do Protocolo: 23083.030769/2021-18

Seropédica-RJ, 05 de maio de 2021.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
LAYLA PEREIRA DO NASCIMENTO TINOCO

Dissertação submetida como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre, no Programa de PósGraduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Área de Concentração em Ciência de Alimentos.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 11/03/2021

MARIÁ IVONE MARTINS JACINTHO BARBOSA (Dr^a) UFRRJ
(orientadora)

ELISA HELENA DA ROCHA FERREIRA (Dr^a) UFRRJ

FELIPE REIS RODRIGUES (Dr) IFSP

Conforme deliberação número 001/2020 da PROPPG, de 30/06/2020.

Documento não acessível publicamente

(Assinado digitalmente em 06/05/2021 10:23)

ELISA HELENA DA ROCHA FERREIRA

PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR

DTA (12.28.01.00.00.00.46)

Matrícula: 1806986

(Assinado digitalmente em 06/05/2021 10:05)

MARIÁ IVONE MARTINS JACINTHO BARBOSA

PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR

DTA (12.28.01.00.00.00.46)

Matrícula: 1524368

(Assinado digitalmente em 11/05/2021 10:00)

FELIPE REIS RODRIGUES

ASSINANTE EXTERNO

CPF: 054.549.737-00

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus acima de tudo por ter me concedido a grande graça de alcançar mais um objetivo tão importante em minha vida. Por ter colocado pessoas tão maravilhosas e especiais ao meu redor durante todo esse brilhante e árduo caminhar. Por ter me abençoado grandemente em todos os momentos, dando-me proteção e amparo. Por ter me iluminado e guiado todos os meus passos ao longo dessa estrada, dando-me forças e mantendo a minha fé, determinação e perseverança para conseguir seguir adiante em meio às tantas adversidades deparadas. Muito obrigada por me conceder a benção de finalizar mais um de seus propósitos em minha vida, por eu ter conseguido chegar até aqui... Muito obrigada por tudo meu Deus!

Agradeço aos meus amados pais Izolina e Cesar Tinoco, e amados irmãos Bianca e Willian por todo apoio concedido ao longo de todo esse tempo, pela compreensão por eu ter de abdicar de tantos momentos especiais para poder me dedicar e me empenhar a este grande propósito, pela confiança e força para que eu pudesse passar diante de tudo isso e conseguir chegar até o final. Pela grande torcida de que tudo iria dar certo. Vocês foram mais que essenciais para que tudo isso pudesse se realizar. Minha gratidão e amor são eternos. Muito obrigada por tudo!

Agradeço a minha querida orientadora Maria Ivone Martins Jacintho Barbosa por todo suporte, compreensão, atenção, paciência, carinho, ensinamentos e orientação, mesmo se dizendo minha “desorientadora” (risos). Por sempre conseguir manter a minha calma em momentos de desespero. Por me conceder tantas oportunidades, permitindo-me aprender tantas coisas novas, expandir os meus horizontes, fazendo-me crescer e evoluir ainda mais. Por me conceder uma bagagem imensurável de aprendizados e conhecimentos e uma paixão ainda maior por essa área tão fascinante e mágica da pesquisa em ciência e tecnologia de alimentos.

Agradeço a conspiração do universo e ao destino por ser tão surpreendente e maravilhoso ao me fazer ingressar nesta esplêndida Universidade e por ter tido você como minha orientadora, a qual conheci anos atrás em um congresso da área de alimentos e jamais poderia supor que um dia seria um alguém tão importante, que me deu asas para que eu pudesse voar alto, alcançar e realizar esse meu sonho. Tenho imenso orgulho, gratidão e felicidade extrema por tudo isso. Obrigada pela sua escolha em me orientar. Obrigada por ter acreditado e confiado em mim, de que eu seria capaz e de que eu pudesse prosseguir e concluir essa etapa com êxito, chegando até o final, mesmo não sendo da forma como havíamos planejado tanto no início do curso, em virtude do cenário atual em que estamos vivendo nessa pandemia da Covid-19. Mas saiba que a minha gratidão a você será eterna.

Agradeço ao professor Felipe Reis por ter aceitado me co-orientar no início do projeto, mesmo residindo em outra cidade. Agradeço por todo o seu suporte, considerações e opiniões concedidas para que esse trabalho pudesse ficar totalmente alinhado ao objetivo central que foi traçado no início de tudo, mas que infelizmente não pôde ser concluído da forma que havia sido planejada em virtude dessa pandemia da Covid-19 em que estamos vivendo. Mas agora, lhe agradeço também por fazer parte da minha banca de defesa final e por todas as considerações que foram altamente relevantes para tornar esse trabalho ainda melhor. Muito obrigada!!!

Agradeço imensamente a professora Eliza Rocha por ter aceitado participar da minha banca de defesa final, por todas as suas importantes considerações, sugestões e correções que foram extremamente essenciais para alinhar o trabalho e torna-lo ainda melhor. Muito obrigada!!!

Agradeço a mais uma pessoa especial que também foi responsável por tudo isso ter sido capaz de se realizar. Por sempre estar a postos, por nunca hesitar em ajudar, de querer ver sempre o meu bem e se sentir feliz a cada conquista e felicidade alcançadas. Agradeço a todo o seu incentivo, apoio e por sempre enxergar o melhor que havia em mim, sendo a esperança que me manteve confiante de que eu pudesse chegar até aqui. E, sobretudo, lhe agradeço ainda mais, por eu chegar até aqui e você continuar a me iluminar, guiar e amparar ao longo desta árdua, incrível e esplendorosa jornada. Hoje vejo ainda mais claramente que realmente nada nessa vida acontece por um acaso, tudo tem um perfeito propósito. E Deus em sua infinita bondade teve o grande e brilhante propósito de ter colocado você em minha vida há tantos anos atrás, para que depois de todo esse tempo, hoje eu pudesse alçar voos ainda mais altos e desafiadores desde que lhe conheci. Seu apoio, força, incentivo, confiança, torcida e ajuda foram os alicerces para que eu pudesse chegar até aqui, alcançando esse sonho em minha vida. Obrigada por você nunca ter deixado de acreditar em mim e por sempre me fazer acreditar em mim mesmo. A minha gratidão, admiração, respeito, carinho e orgulho serão para sempre. Jamais irei esquecer tudo o que você sempre fez por mim ao longo de todos esses diferentes momentos vividos durante toda a minha vida acadêmica. Certamente que você é um ser bastante iluminado e especial que Deus colocou aqui na terra para ajudar sempre ao próximo, e eu tive o grande privilégio e a sorte de você ser como um anjo da guarda e de pura luz em minha vida. Não há palavras o suficiente e à altura e que possam definir a minha tamanha gratidão. Irei lhe agradecer por tudo, sempre, por toda a minha vida, minha querida e sempre professora Elga Batista.

Agradeço a mais uma pessoa tão importante e especial que sempre acreditou em mim e no meu potencial. Que desde a graduação sempre me incentivou e guiou para trilhar neste brilhante caminho da pesquisa e da ciência dos alimentos. Um alguém que sempre pude contar, que abriu muitos caminhos para que eu conseguisse ter bases para chegar até aqui. Uma pessoa brilhante, carismática, com um coração tão bondoso e enorme, um ser mega inteligente, hiper divertido, que sempre nos contagia com todo o seu alto-astrol e alegria. Jamais irei esquecer dos tempos da graduação, das aulas, dos projetos, da iniciação científica, dos congressos e trabalhos. Mesmo que longe, jamais irei esquecer tudo o que fez por mim e dos caminhos que me ajudou a trilhar, das bases que me fez construir para que eu pudesse chegar até aqui. Minha gratidão sempre será imensurável. Muito obrigada por tudo, meu “pai científico” Alexandre Porte.

Agradeço a todos os excelentes e brilhantes professores que compõe o corpo docente do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro que fizeram parte dessa minha longa e grandiosa jornada: Gesilene Mendonça de Oliveira, Juarez Vicente, Nathália Ramos de Mello, Rosa Helena Luchese, Tatiana Saldanha, Caroline Mellinger Silva, Ormindio Gamallo, José Lucena Barbosa Junior, Ivanilda Maria Augusta, Mariana Teixeira da Costa Machado e Celso Barbosa. Agradeço pela grandiosa troca de experiências e ensinamentos de imensa valia que me fizeram aprender ainda mais, expandir os meus conhecimentos e horizontes e me apaixonar ainda mais por essa bela e fascinante área da ciência e tecnologia de alimentos. Muito obrigada a todos vocês!

Agradeço especialmente a querida professora Caroline Mellinger Silva, pesquisadora e docente da EMBRAPA de Guaratiba, como também a própria instituição supracitada e aos seus técnicos do Laboratório de Físico-Química. A esta querida professora e excelente profissional agradeço pela sua imensa boa vontade, por sua ajuda imprescindível quanto à realização de uma das análises fundamentais do meu projeto na Embrapa. Sua postura, hombridade e grande ajuda foram extremamente essenciais para que eu pudesse concluir esse trabalho com tamanho êxito e completude. Não há palavras o suficiente que eu possa lhe agradecer e dizer o quanto sua ajuda foi importante. Muitíssimo obrigada de todo o meu coração!

Agradeço especialmente a querida professora Tatiana Saldanha e a professora Rosane Nora do Instituto de Química (IQ) do Programa de Pós-graduação em Química (PPGQ) pela concessão e realização de uma das etapas fundamentais de uma de minhas análises do projeto. A grande ajuda e empenho de vocês foram imprescindíveis para tornar esse trabalho ainda mais excepcional e com grande relevância científica. Muito obrigada!

Agradeço aos excelentes técnicos dos laboratórios do Departamento de Tecnologia de Alimentos (DTA) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ): Ivanilda Maria Augusta, Vinícius Costa, Edilene Prudêncio, Edna Rodrigues e Elizete Amorim, e ao técnico do laboratório do Departamento de Zootecnia Marcus, que estiveram sempre presentes em todas as vezes que precisei, sendo sempre muito solícitos e empenhados. Obrigada por todo suporte, atenção, paciência e ensinamentos concedidos durante essa brilhante e inesquecível passagem nessa magnífica área da pesquisa científica. Obrigada por me concederem as bases sólidas e os degraus fundamentais para que eu pudesse subir, lapidar e estruturar esse tão gratificante e grandioso trabalho com tamanho êxito. Sem vocês e todo o suporte concedido, nada disso seria possível de se realizar. Vocês são uma das peças fundamentais e essenciais que somaram para a concretização de um dos processos mais importantes deste trabalho, e principalmente, para que todo esse sonho pudesse ter se tornado realidade. Muito obrigada por tudo!

Agradeço imensamente as minhas queridas e amigas ajudantes da Iniciação Científica do Curso de Graduação em Engenharia de Alimentos da UFRRJ: Lorena Oliveira, Aline Hipólito e Laura Keller. Obrigada por sempre estarem presentes em todos os momentos em que precisei. Obrigada por toda ajuda, suporte, solidariedade, cumplicidade, parceria, amizade, pelos momentos de descontração e por serem sempre tão aplicadas e solícitas ao longo de todo esse tempo em que passamos na nossa “saga” durante horas, dias, semanas e meses nos laboratórios, a qual em vezes podia até ser um pouco cansativa pelo dispêndio de tempo, mas que tornava-se sempre super gratificante e compensadora por trabalharmos com o que amamos em meio a tantas novas descobertas científicas, aprendizados e experiências laboratoriais que eu jamais poderia imaginar ter um dia, as quais jamais irei esquecer, me fascinando ainda mais nessa linda área da pesquisa em ciência e tecnologia de alimentos. Só tenho de lhes agradecer do fundo do meu coração por tudo mesmo! Vocês são muito aplicadas, inteligentes e brilhantes! E sei que irão brilhar ainda mais ao longo de suas carreiras na estrada dessa vida. Desejo-lhes todo o devido reconhecimento, respeito, felicidade e sucesso desse mundo no que forem trabalhar, pois certamente que vocês merecem demais! Muito obrigada por tudo meninas!

Agradeço imensamente as pessoas tão amigas, queridas e especiais que pude ter o privilégio de conhecer e conviver ao longo desses anos durante essa minha jornada na Rural. Uma das coisas mais importantes e valiosas que pude ter e tirar disso tudo, foi a amizade de vocês (Selmir,

Maria Clara, Joyce, Iva Paula, Esther, Daiana, Mariah, Matheus, Isabella, Bárbara, Alice, Augusto, Raul, Herbert, Ahmad, Joel, Siraj, “Flora”, Beatriz e Vitor). Obrigada por estarem sempre ao meu lado ao longo dos inúmeros dias, semanas, meses e o ano de 2018 em sala de aula. Agradeço por todo companheirismo, ajuda, cumplicidade, solidariedade, momentos de apoio em meio aos desesperos, tensões, aflições, como também aos momentos de descontração, alegrias e sorrisos. Certamente todo esse conjunto proporcionado por vocês tornaram os longos e árduos dias enfrentados bem mais leves, alegres e iluminados. Gratidão a todos vocês.

Agradeço especialmente as amigas, tanto de mestrado como de profissão, Bárbara Mariano e Isabella Oliveira por partilharem dos diversos momentos que passamos no laboratório do Departamento de Tecnologia de Alimentos ao longo de todo o ano de 2019. Muito obrigada pelos dias em que sempre pude contar com vocês, por todo companheirismo, pelas ajudas, solidariedade, amizade, compreensão, consolo, cumplicidade, momentos de descontração, alegrias, cantorias, risadas (mesmo que de nervoso, às vezes), sendo momentos especiais que jamais irei esquecer. Dizem que se levam anos para fazermos um amigo, mas a afinidade e a conexão que temos com o interior entre as nossas almas, independente do tempo, é que promovem o nascimento de uma grande, verdadeira e preciosa amizade, a qual levarei para sempre em minha vida. A vocês duas, muito obrigada por tudo de todo o meu coração!

Agradeço a outras pessoas tão especiais desse mestrado que foram e sempre serão muito importantes, queridas e amigas, as quais convivi ao longo de inúmeros dias que passei no laboratório do Departamento de Tecnologia de Alimentos: Paulo Cezar, Bruna Auriema, Vanessa Sales e Jéssica Batista. Agradeço imensamente por toda a ajuda concedida em todos os momentos em que precisei. Obrigada pela atenção, paciência, boa vontade em querer ajudar sem nada em troca, por serem sempre tão solícitos, por sanarem as minhas dúvidas, nunca me deixando desamparada quando precisava. Vocês foram essenciais para que tudo desse certo e para que eu concluísse tudo com êxito. Certamente que se o mundo tivesse mais pessoas com o coração tão grande e bondoso como o de vocês, viveríamos de uma forma bem melhor neste mundo. Agradeço a Deus por ter colocado vocês, pessoas de luz, tão especiais no meu caminho durante essa minha jornada. Agradeço-lhes imensamente por tudo, com todo o meu coração!

Agradeço ao meu grande amigo de mestrado, profissão e carona Selmir Freitas por todo o apoio, ajuda, conselho, cumplicidade e momentos de descontração nos dias vividos ao longo desses anos do mestrado, principalmente durante os momentos de desespero e tensão em meio a toda pressão pela qual passamos. Certamente que estes momentos fizeram dessa caminhada mais leve, alegre e repleta de alta positividade. E como dizíamos junto à nossa querida amiga Alice Boyd no início do mestrado: - “Vai dar tudo certo!”. E graças a Deus, no final, deu tudo certo!

Agradeço aos meus tão importantes e preciosos amigos Monica Martins, Filipe Brum, Joyce Francisco, Daniel Ferreira, João Pedro Varela, Gabriela Lobo, Patrícia Freitas, Aimeé Barros, Suellen Sereno, Luanda Naus e Cenira Ferreira como também aos minhas primas amadas Talita Nascimento, Priscila Oliveira, Clarissa Tuller, Adriana Cristina e Alex Vitor pelo carinho de sempre e por toda a compreensão pela minha ausência ao longo deste caminhar, ao ter de abrir mão de momentos importantes para que eu pudesse me dedicar e me empenhar para a continuação desta grande jornada. Obrigada pela grande torcida de que tudo iria dar certo, pelas energias positivas, felicidade e orgulho emanados de seus corações, os quais sempre senti a

cada etapa vencida e a cada realização. Obrigada por estarem felizes com essa minha grande felicidade e, sobretudo, obrigada por compreenderem a equivalência dos momentos que tive de abrir mão para concluir esse meu grande sonho. Amo vocês para sempre! Obrigada por tudo!

Agradeço a esplendorosa Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro e especialmente ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos (PPGCTA), incluindo o Instituto de Tecnologia e o Departamento de Tecnologia de Alimentos, por conceder a grandiosa oportunidade em poder fazer parte do seu curso de mestrado. Sinto-me extremamente feliz, orgulhosa e honrada. Sempre serei grata por tudo o que me foi concedido ao longo desta incrível e inesquecível jornada de tantos aprendizados e valores, de onde levarei sempre em meu coração a plenitude e felicidade extrema de ter realizado esse meu sonho! Muito obrigada!

Agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro (Processo 443310/2016-5) e ao apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

“Seja forte e corajoso! Não se apavore, nem desanime, pois o Senhor, o seu Deus, estará com
você por onde você andar.” (Josué 1:9)

ESTRUTURAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

A dissertação está estruturada conforme descrito a seguir:

Inicialmente no Capítulo I é apresentada uma revisão de literatura acerca da banana em seus estágios de maturação inicial (verde) e final (madura), suas propriedades nutricionais e sua aplicação sob a forma de biomassa de banana verde em diferentes produtos alimentícios e o desempenho de suas propriedades funcionais e tecnológicas.

No Capítulo II é apresentado o artigo submetido a revista científica internacional “*International Journal of Gastronomy and Food Science*” onde são exibidos os resultados quanto as caracterizações físico-químicas e funcionais entre três diferentes biomassas de banana verde e seus desempenhos tecnológicos, avaliado por testes de cozimento, em massas de nhoque.

No Capítulo III é apresentado o estudo acerca do desenvolvimento de uma preparação de nhoque à base de biomassa de banana verde prata (*Musa* sp.) da cultivar BRS Platina e a determinação de suas propriedades nutricionais e funcionais, comparando-a à uma preparação convencional de nhoque de batata inglesa (*Solanum tuberosum* L.) e de nhoque de batata-doce de polpa alaranjada (*Beauregard*).

No Apêndice são apresentados os resultados de ações de extensão universitária, como a realização de oficinas com a comunidade em eventos realizado na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro sobre o tema da dissertação, a fim de promover o conhecimento quanto o uso da banana verde sobre a forma de biomassa, suas propriedades nutricionais e funcionais e aplicação em preparações alimentícias. Além disso, também foram desenvolvidas receitas culinárias de preparação do nhoque de biomassa de banana verde como facilitador para o entendimento da linguagem técnica-científica utilizada nas fichas técnicas, com o objetivo de tornar a linguagem mais simples e de fácil compreensão para que o público-alvo pudesse reproduzir essa preparação em suas residências.

RESUMO GERAL

TINOCO, Layla Pereira do Nascimento. **Potencial tecnológico e funcional de biomassa de banana verde como ingrediente de nhoque**. 2021. 100p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Instituto de Tecnologia, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Seropédica, RJ, 2021.

A biomassa de banana verde (BBV) é um ingrediente alimentício caracterizada por diversas propriedades funcionais e tecnológicas, em virtude do amido resistente presente em sua matriz, acarretando em diversos benefícios à saúde, como a redução e controle da obesidade e suas comorbidades. Sua aplicação pode ser realizada em diversos tipos de alimentos doces e salgados, pelo fato desta não alterar suas características sensoriais, gerando novas preparações mais saudáveis através da substituição de ingredientes industrializados comumente utilizados em suas formulações tradicionais. Esta aplicação pode ser bastante conveniente se inserida na indústria de alimentos, formulando produtos menos processados e atendendo a tendência de mercado consumidor quanto a busca por alimentos mais saudáveis, uma vez que a população em geral faz o consumo constante e exacerbado de alimentos altamente processados, fato que vem ocasionando aumento nos índices de obesidade, como também das doenças crônicas não transmissíveis, constituindo um grande problema de saúde pública. Esta ação também se torna bastante conveniente ao promover o acesso a alimentos mais nutritivos, saudáveis e de qualidade pela parcela da população que possui baixo poder aquisitivo, promovendo melhor saúde e qualidade de vida, além de aumentar o desenvolvimento sustentável local para os agricultores familiares rurais que cultivam a banana de forma orgânica. O objetivo desse presente trabalho foi elaborar uma BBV, aplicá-la em preparação de nhoque, determinar suas características físico-químicas, propriedades funcionais e tecnológicas. A adição de BBV em massa de nhoque lhe agregou um melhor perfil nutricional, por apresentar redução dos teores de lipídios, ácidos graxos saturados, carboidratos e calorias, um ótimo índice de qualidade nutricional lipídica, quantidades significativas de cinzas, vitamina C, compostos fenólicos e ácidos graxos insaturados, além de altos teores de fitosteróis e fibras, sendo fonte deste nutriente e então classificado como alimento funcional, possuindo maior saudabilidade e atendendo o crescente mercado consumidor quanto a busca por produtos menos processados e mais saudáveis. O nhoque de BBV também apresentou ótimos parâmetros tecnológicos de cozimento e resultados satisfatórios dentro dos padrões microbiológicos para massas alimentícias, sendo classificado como um alimento seguro para o consumo. Esse novo produto pode proporcionar maior acesso da população de baixa renda à uma alimentação mais saudável, nutritiva e de qualidade, através da ação de programas sociais promovidos pelo governo, além de aumentar o desenvolvimento sustentável local de agricultores familiares rurais que cultivam a banana de forma orgânica.

Palavras-chave: banana verde, biomassa de banana verde, nhoque, alimento saudável, alimento funcional.

GENERAL ABSTRACT

TINOCO, Layla Pereira do Nascimento. **Technological and functional potential of green banana biomass as gnocchi ingredient**. 2021. 100p. Dissertation (Master in Food Science and Technology). Institute of Technology, Department of Food Technology, Graduate Program in Food Science and Technology, Federal Rural University of Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2021.

Green banana biomass (GBB) is a food ingredient characterized by several properties and technologies, due to the resistant starch present in its matrix, resulting in several health benefits, such as the reduction and control of obesity and its comorbidities. Its application can be carried out in several types of sweet and savory foods, since it does not alter its sensory characteristics, generating new healthier preparations through the substitution of industrialized ingredients commonly used in their traditional formulations. This application can be very convenient if inserted in the food industry, formulating less processed products and meeting the consumer market trend regarding the search for healthier foods, since the population in general makes the constant and exacerbated consumption of highly processed foods, a fact that has caused an increase in obesity rates, as well as chronic non-communicable diseases, constituting a major public health problem. This action is also very convenient when it promotes access to more nutritious, healthy and quality food for the portion of the population that has low purchasing power, promoting better health and quality of life, in addition to increasing local sustainable development for rural family farmers who grow bananas organically. The aim of the present work was to prepare a GBB, apply it in preparation of gnocchi, determine its physical characteristics, properties, technology and hold workshops for training the population on the production of this product through culinary recipes. The addition of GBB in gnocchi mass added a better nutritional profile, to present a reduction in the levels of lipids, saturated fatty acids, carbohydrates and calories, an excellent index of nutritional lipid quality, amounts of ash, vitamin C, phenolic compounds and acids unsaturated greases, in addition to high levels of phytosterols and fibers, being a source of this nutrient and then evaluated as a functional food, having greater healthiness and serving the growing consumer market in the search for less processed and healthier products. GBB gnocchi also presented excellent technological cooking parameters and satisfactory results within the microbiological standards for pasta, being classified as a safe food for consumption. This new product can provide greater access for the low-income population to a healthier, more nutritious and quality diet, through the action of social programs promoted by the government, in addition to increasing the local sustainable development of rural family farmers who cultivate bananas in a healthy way. organic.

Key words: Green banana, green banana biomass, gnocchi, healthy food, functional food.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Taxas de produção regional de banana no Brasil na safra do ano de 2019.....	9
Tabela 2. Composição físico-química de biomassa de banana verde e farinha de banana verde.....	16
Tabela 3. Aplicação de biomassa de banana verde (BBV) em diferentes preparações alimentícias e suas propriedades funcionais, tecnológicas e nutricionais.....	17
Table 4. Physicochemical parameters characterization of green banana biomasses.....	24
Table 5. Characterization of the color of green banana biomass.....	26
Table 6. Cooking test of green banana biomasses gnocchi.....	27
Tabela 7. Fitosterol, perfil de ácidos graxos e qualidade da fração lipídica de biomassas de banana verde prata (BRS Platina, Fhia 18 e Fhia 01).....	40
Tabela 8. Ingredientes utilizados para formulação de nhoques de biomassa de banana verde, batata inglesa e batata-doce de polpa alaranjada.....	45
Tabela 9. Caracterização da composição físico-química, perfil de ácidos graxos, fitosteróis, minerais e índice de qualidade nutricional lipídica (IQNL) em nhoques cozidos de biomassa de banana verde, nhoque de batata inglesa e nhoque de batata-doce de polpa alaranjada.....	45
Tabela 10. Perfil mineral de ingredientes alimentícios utilizados para formulação de nhoque convencional de batata inglesa (<i>Solanum tuberosum</i> L.) e nhoque de biomassa de banana verde.....	52
Tabela 11. Perfil microbiológico de nhoque de biomassa de banana verde (BBV) para Coliformes a 35 °C e 45 °C, <i>Bacillus cereus</i> , <i>Salmonella</i> sp. e Estafilococos coagulase positiva.....	54

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Distribuição da produção anual de bananas por região geográfica no ano de 2019.....	8
Figura 2. Os 10 maiores produtores mundiais de banana no ano de 2019.....	9
Figura 3. Escala de Maturação da Banana por Von Loesecke.....	10
Figura 4. Estrutura molecular da amilose.....	12
Figura 5. Estrutura molecular da amilopectina.....	13
Figura 6. Banana verde (<i>Musa</i> sp.) da cultivar BRS Platina.....	34
Figura 7. Banana verde (<i>Musa</i> sp.) da cultivar Fhia 01.....	34
Figura 8. Banana verde (<i>Musa</i> sp.) da cultivar Fhia 18.....	34
Figura 9: Fluxograma da obtenção da biomassa de banana verde.....	34
Figura 10: Fluxograma da preparação do nhoque à base de biomassa de banana verde.....	35

LISTA DE ABREVIATURAS

ATT	Acidez Total Titulável
AP	Aumento de Peso
AR	Aumento de Volume
AV	Açúcares Redutores
ANOVA	Análise de Variância
AACC	<i>American Association of Cereal Chemists</i>
AOAC	<i>Association of Official Analytical Chemists</i>
AG	Ácido Graxo
BBV	Biomassa de Banana Verde
b.s.	Base seca
DTA	Departamento de Tecnologia de Alimentos
EAG	Equivalente ao ácido gálico
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAO	<i>Food and Agriculture Organization</i> ou
FBV	Organização dos Alimentos e Agricultura
FDA	Farinha de Banana Verde
FT	<i>Food and Drug Administration</i>
g	Fenólicos totais
IDR	Gramas
IA	Ingestão diária recomendada
IT	Índice Aterogênico
Kcal	Índice Trombogênico
kg	Quilocalorias
MAPA	Quilogramas
mg	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
NBDPA	Miligramas
OMS	Nhoque de Batata Doce de Polpa Alaranjada
pH	Organização Mundial da Saúde
PNAE	Potencial hidrogeniônico
RDC	Programa Nacional de Alimentação Escolar
rpm	Resolução da Diretoria Colegiada
SST	Rotações por minuto
TACO	Sólidos Solúveis Totais
VET	Tabela de Composição dos Alimentos
WHO	Valor Energético Total
µg	<i>World Health Organization</i> ou
µm	Organização Mundial da Saúde
	Microgramas
	Micrômetros

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL E JUSTIFICATIVA.....	1
CAPÍTULO I: Biomassa de banana verde: um ingrediente alimentício com potencial funcional e tecnológico para aplicação em produtos alimentícios.....	3
1 INTRODUÇÃO.....	6
2 OBJETIVOS.....	6
2.1 Objetivos Gerais.....	6
2.2 Objetivos Específicos.....	7
3 METODOLOGIA.....	7
4 REVISÃO DE LITERATURA.....	7
4.1 Banana (<i>Musa</i> sp.).....	7
4.2 Produção Mundial de Banana.....	8
4.3 Composição Química e Nutricional da Banana.....	10
4.4 Biomassa de banana verde (BBV) e suas propriedades funcionais e tecnológicas.....	13
4.5 Aplicação de biomassa de banana verde em produtos alimentícios e suas propriedades funcionais e tecnológicas.....	17
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	19
CAPÍTULO II: ARTIGO “GREEN BANANA BIOMASS (<i>Musa</i> sp.) AS AN INGREDIENT IN THE DEVELOPMENT OF PASTA”.....	20
ABSTRACT.....	21
1 INTRODUCTION.....	21
2 MATERIALS AND METHODS.....	22
2.1 Elaboration of green-banana biomass.....	22
2.2 Determination of mineral and physical-chemical composition.....	23
2.3 Determination of instrumental color.....	23
2.4 Preparation of gnocchi enriched with GBB.....	23
2.5 Cooking qualities.....	24
2.6 Statistical analysis.....	24
3 RESULTS AND DISCUSSION.....	24
3.1 Physicochemical characterization of green-banana biomass.....	24
3.2. Color characterization of green banana biomasses.....	25
3.2 Cooking test of green banana biomasses gnocchi.....	26
4 CONCLUSION.....	27
CAPÍTULO III: CARACTERIZAÇÃO NUTRICIONAL, FUNCIONAL E ANÁLISE DE COR DE NHOQUE ELABORADO COM BIOMASSA DE BANANA VERDE.....	29
1 INTRODUÇÃO.....	32
2 OBJETIVOS.....	33
2.1 Objetivo Geral.....	33
2.2 Objetivos Específicos.....	33
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	33
3.1 Biomassa de banana verde.....	34
3.1.1 Elaboração da biomassa de banana verde.....	34
3.1.2 Nhoque à base de biomassa de banana verde.....	35
3.1.3 Formulação do nhoque à base de biomassa de banana verde.....	35

3.1.4	Determinação de fitosteróis, perfil de ácidos graxos e índices de qualidade nutricional lipídica em biomassas de banana verde.....	36
3.1.5	Determinação do valor nutricional em nhoque de biomassa de banana verde.....	36
3.1.6	Perfil de fitosteróis em biomassas de banana verde e nhoque.....	34
3.1.7	Determinação de ácidos graxos totais em biomassas de banana verde e nhoque.....	36
3.1.8	Índices de qualidade nutricional lipídica em biomassas de banana verde e nhoque.....	37
3.1.9	Determinação da composição centesimal, minerais e cor instrumental em nhoque.....	37
3.1.10	Umidade, proteína e cinzas.....	37
3.1.11	Lipídeos totais.....	37
3.1.12	Carboidratos totais e fibra alimentar total.....	38
3.1.13	Valor energético total (VET).....	38
3.1.14	Amido total.....	38
3.1.15	Minerais (cálcio, potássio, magnésio, manganês, ferro, cobre, zinco e sódio).....	39
3.1.16	Cor.....	39
3.1.17	Análises microbiológicas.....	39
3.2	Análises estatísticas.....	39
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
4.1	Fitosteróis.....	41
4.2	Ácidos graxos totais.....	42
4.3	Índices de qualidade nutricional lipídica.....	44
4.4	Caracterização da composição físico-química de nhoque cozido de BBV.....	45
4.4.1	Umidade.....	47
4.4.2	Cinzas (resíduo mineral fixo).....	47
4.4.3	Lipídios.....	47
4.4.4	Proteínas.....	48
4.4.5	Fibra alimentar total.....	48
4.4.6	Carboidrato.....	49
4.4.7	Valor energético total (VET).....	50
4.4.8	Perfil de ácidos graxos totais.....	50
4.4.9	Fitosteróis.....	51
4.4.10	Índices de qualidade nutricional da fração lipídica.....	51
4.4.11	Minerais.....	51
4.4.12	Cor instrumental.....	52
4.4.13	Análises microbiológicas.....	53
5	CONCLUSÃO.....	54
6	CONCLUSÕES GERAIS.....	55
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55
8	ANEXOS.....	73
8.1	ANEXO A: Laudo das Análises Microbiológicas em Nhoque de Biomassa de Banana Verde.....	74
9	APÊNDICE: Oficinas de Elaboração de Nhoque de Biomassa de Banana Verde.....	75

INTRODUÇÃO GERAL E JUSTIFICATIVA

A incidência das doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), assim denominado o conjunto de alterações metabólicas no organismo humano, como a dislipidemia, hipertensão arterial, diabetes tipo 2 e obesidade, vêm aumentando de forma bastante significativa na população ao longo dos anos, representando cerca de 70% de seus índices de mortalidade no panorama mundial (WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO, 2018a).

Uma alimentação não balanceada acarreta no desenvolvimento da obesidade, em virtude de hábitos alimentares inadequados (HINOJOSA AMAYA, 2017).

A obesidade vem atingindo uma ampla faixa etária da população mundial. Somente no ano de 2019, 38 milhões de crianças com idade inferior a 5 anos apresentaram sobrepeso ou obesidade, constituindo um grande problema de saúde pública (WHO, 2020).

No Brasil, entre os anos de 2003 e 2019, as taxas de obesidade na população brasileira acima de 20 anos dobrou de 12,2% para 26,8%, onde a população do sexo feminino apresentou um aumento de 14,5% para 30,2% e a população do sexo masculino de 9,6% para 22,8%. Com relação aos adolescentes da faixa etária entre 15 a 17 anos, as taxas de obesidade observadas foram de 16% para o sexo masculino e 22,9% para o sexo feminino (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2019).

Pesquisadores têm relatado a aplicação da biomassa de banana verde (BBV) como um potente ingrediente alimentício, constituído de propriedades funcionais e tecnológicas em virtude do amido resistente em sua composição, o qual promove efeito hipoglicêmico sobre os alimentos em que é adicionada, além de ação prebiótica sob as bactérias que colonizam o intestino, podendo ser utilizada no tratamento da constipação, controle e redução do desenvolvimento da obesidade e suas comorbidades (MASTRO et al., 2007; COSTA et al., 2017; CASSETTARI et al., 2019).

Suas propriedades tecnológicas estão relacionadas à sua ação como agente espessante, gelificante e emulsificante, promovendo maior estabilidade (PADAM et al., 2014), além de possuir a capacidade de não alterar as características sensoriais dos alimentos aos quais é empregada (RANIERI e DELANI, 2014; MARQUES et al., 2016; COSTA et al., 2017).

Em virtude desta grande vantagem, a BBV tem sido aplicada no desenvolvimento de preparações doces e salgadas (MARQUES et al., 2016; CASTELO-BRANCO et al., 2017; COSTA et al., 2017), sendo conveniente à indústria de alimentos para formulação de produtos mais saudáveis e nutritivos, através da substituição de ingredientes altamente processados comumente utilizados em formulações convencionais, como as gorduras saturadas, hidrogenadas e ingredientes ricos em açúcares simples, que acarretam no desenvolvimento de efeitos adversos à saúde, como a síndrome metabólica (JAHROMI e NIAKOUSARI, 2018).

Essa ação está inserida no contexto de saudabilidade, a qual se tornou uma tendência mundial de mercado, onde nos últimos anos vem sendo observado um grande movimento da indústria de alimentos quanto a adequação de seus produtos, afim de torná-los menos processados e mais nutritivos, para melhor atender ao seu público consumidor, que vem buscado o consumo de alimentos mais saudáveis (SHAMMAKH; ALI; SHAARI, 2020).

A elaboração de produtos à base de BBV também se torna bastante conveniente à população mais carente, que possui menor acesso a alimentos mais saudáveis e de qualidade, em virtude de seu alto custo, pois sua grande maioria possui fácil acesso à banana, a qual é um alimento de baixo valor aquisitivo que possui grande disponibilidade e produtividade agrícola mundial (AZIZ et al., 2011; DIAS et al., 2011; ALMEIDA-JUNIOR et al., 2017; FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION - FAO, 2019).

Esses alimentos à base de BBV também podem ser introduzidos na alimentação dessa população através da ação de programas sociais desenvolvidos pelo governo, como o Programa

Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), do qual promove a oferta de merendas constituídas de alimentos mais saudáveis, nutritivos e equilibrados aos seus alunos, afim de minimizar o desenvolvimento da obesidade infantil (REIS et al., 2011; BRASIL, 2013).

Através da produção da BBV e sua aplicação como ingrediente em produtos alimentícios, irá agregar mais valor à banana, promovendo maior rentabilidade e sustentabilidade local para os agricultores familiares rurais que a cultivam no sistema orgânico.

O objetivo deste presente trabalho foi desenvolver uma biomassa de banana verde, aplicá-la em preparação de nhoque, determinar suas características físico-químicas, propriedades funcionais, tecnológicas e realizar oficinas para capacitação da população de Seropédica quanto a produção deste produto alimentício através de receitas culinárias.

CAPÍTULO I
BIOMASSA DE BANANA VERDE: UM INGREDIENTE ALIMENTÍCIO COM
POTENCIAL FUNCIONAL E TECNOLÓGICO PARA APLICAÇÃO EM
PRODUTOS ALIMENTÍCIOS

RESUMO

Caracterizada como uma fruta tropical, a banana é um alimento com amplo cultivo e produção mundial, entretanto durante a pós-colheita, possui taxas de desperdício ainda relevantes. Uma das estratégias para auxiliar em sua reversão é o uso do fruto ainda verde sob a forma de biomassa, a qual é caracterizada por suas propriedades funcionais e tecnológicas acerca do amido resistente em sua composição, que acarreta diversos efeitos protetores ao organismo, principalmente ao contribuir para o controle e redução da obesidade. A biomassa de banana verde (BBV) pode ser utilizada como ingrediente para elaboração de diversas preparações, doces e salgadas, pelo fato de não alterar seu sabor, cor e aroma, produzindo novos produtos mais saudáveis através da substituição de seus ingredientes processados. Seu uso pode tornar-se bastante vantajoso para a indústria alimentícia ao fabricar novos produtos mais saudáveis e nutritivos, se inserindo no contexto de saudabilidade pelo crescente mercado consumidor, que vem buscando alimentos menos processados, ao passo de que a população constantemente faz o alto consumo de alimentos industrializados, o que vem acarretando em elevados índices de obesidade em todo mundo. Essa prática também propicia o acesso da população de baixa renda a uma alimentação mais saudável, nutritiva e de qualidade, além de maior sustentabilidade local quanto o cultivo orgânico de bananas realizado pelos pequenos agricultores familiares do meio rural. O objetivo deste presente trabalho foi realizar uma revisão bibliográfica acerca da banana, a aplicação do fruto verde sob a forma de biomassa em diferentes preparações alimentícias e suas propriedades funcionais e tecnológicas.

Palavras-chave: banana verde, biomassa de banana verde, propriedade funcional, propriedade tecnológica.

ABSTRACT

Characterized as a tropical fruit, the banana is a food with wide cultivation and worldwide production, however during the post-harvest period, it still has relevant waste rates. One of the strategies to assist in its reversal is the use of the still green fruit in the form of biomass, which is characterized by its functional and technological properties regarding the resistant starch in its composition, which causes several protective effects to the organism, mainly by contributing for the control and reduction of obesity. The green banana biomass (GBB) can be used as an ingredient for the preparation of various preparations, sweet and savory, because it does not change its flavor, color and aroma, producing new healthier products when its processed ingredients are replaced by the same in its original composition. Its use can become quite advantageous for the food industry to manufacture new healthier and more nutritious products, inserting itself in the context of healthiness by the growing consumer market, which has been seeking less processed foods, while the population constantly makes high consumption of industrialized foods, which has resulted in high rates of obesity worldwide. This practice also provides the low-income population with access to healthier, more balanced and quality food, in addition to greater local sustainability as the organic cultivation of bananas carried out by small family farmers in rural areas. The aim of this present work was to carry out a bibliographical review about bananas, the application of green fruit in the form of biomass in different food preparations and their functional and technological properties.

Keywords: green banana, green banana biomass, functional property, technological property.

1. INTRODUÇÃO

A banana é uma fruta tropical que apresenta grande importância nutricional. Esta é constituída de nutrientes essenciais ao funcionamento adequado do organismo e manutenção da saúde, sendo uma excelente fonte de energia e principalmente de potássio (PAREEK, 2016; SOORIANATHASUNDARAM; NARAYANA; PALIYATH, 2016).

Em seus primeiros estágios de maturação, a banana verde apresenta substâncias com importante desempenho funcional, como os compostos fenólicos, que possuem propriedades antioxidantes, reduzindo os efeitos deletérios promovidos pelos radicais livres sob o organismo (PAREEK, 2016; SINGH et al., 2016), como também o amido resistente, o qual é classificado como uma fibra alimentar (McCLEARY, 2003; MASTRO et al., 2007), apresentando efeitos funcionais ao organismo e tecnológicos sob os alimentos, principalmente quando a banana verde está sob a forma de biomassa (MARQUES et al., 2016; COSTA et al., 2017).

Suas propriedades funcionais estão relacionadas a ação prebiótica sob a microbiota que coloniza o intestino, o controle da constipação, inflamação da mucosa intestinal e câncer colorretal (BI et al., 2017; CASSETTARI et al., 2019), além de reduzir o índice glicêmico dos alimentos em que é adicionado, controlando e diminuindo o desenvolvimento da obesidade e suas comorbidades (IZIDORO et al., 2008; DINON et al., 2014; SOUZA et al., 2018).

Suas propriedades tecnológicas relacionam-se a ação gelificante, espessante e emulsionante sob as preparações em que é aplicada, além de não alterar suas características sensoriais, tornando-as mais saudáveis e nutritivas (PADAM et al., 2014).

Diante o exposto, a aplicação de BBV em produtos formulados pela indústria de alimentos pode atender a demanda crescente do mercado consumidor quanto a busca por alimentos menos processados e mais naturais (SHAMMAKH; ALI; SHAARI, 2020).

Esses produtos também podem ser inseridos na alimentação da população de baixa renda, que possui menor poder aquisitivo à alimentos mais saudáveis e de qualidade, uma vez que a banana possui baixo custo, grande produção agrícola e disponibilidade entre as safras (AZIZ et al., 2011; DIAS et al., 2011; ALMEIDA-JUNIOR et al., 2017; FAO, 2019), como também, através de ações de programas sociais desenvolvidas pelo governo, além de beneficiar os agricultores familiares rurais ao promover maior sustentabilidade local.

O objetivo deste presente trabalho foi realizar uma revisão bibliográfica acerca da banana, suas propriedades nutricionais, sua aplicação em estágio de maturação verde sob a forma de biomassa em preparações alimentícias e suas propriedades funcionais e tecnológicas.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho foi realizar uma revisão bibliográfica acerca da banana em seus estágios de maturação inicial (verde) e final (madura), sua composição físico-química, propriedades funcionais, sua aplicação sob a forma de biomassa de banana verde em diferentes preparações alimentícias e o desempenho de suas propriedades funcionais e tecnológicas.

2.2. Objetivos específicos

- Compilar dados dos teores de vitaminas, minerais, carboidratos, proteínas, lipídios, umidade e compostos fenólicos presentes na matriz de bananas verde e madura;
- Apresentar os principais benefícios dos elementos funcionais presentes na banana verde;
- Apresentar a biomassa de banana verde e suas propriedades funcionais e tecnológicas;
- Apresentar a aplicação da banana verde sob a forma de biomassa em diferentes preparações alimentícias e o desempenho de suas propriedades funcionais e tecnológicas.

3. METODOLOGIA

A metodologia deste trabalho constituiu-se de uma revisão de literatura abordando a temática acerca da banana e seus diferentes estágios e maturação, suas propriedades físico-químicas e funcionais, sua aplicação imatura sob a forma de biomassa, as propriedades funcionais e tecnológicas desempenhadas e a sua aplicação em diferentes preparações alimentícias e seus efeitos desempenhados.

Foram realizadas consultas nas bases de dados *Scopus*[®] e *Science Direct*[®] utilizando-se as seguintes palavras-chave: “banana”, “banana verde”, “biomassa de banana verde”, “amido resistente”, “farinha de banana verde”, “*green banana*”, “*green banana biomass*”, “*resistant starch*”, “*green banana flour*”, “*healthiness*”, “*food industry*”.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1. Banana (*Musa* sp.)

Banana é um termo, que na antiguidade, foi designado à descrição da casca dos frutos, e a palavra “Musa” se deu pela banana ser originária da planta *Musa paradisíaca*, a qual é pertencente ao gênero *Musa*, fazendo parte da família Musaceae (SINGH et al., 2016).

Essa fruta é originária das zonas tropicais do sudeste Asiático, bem como nas florestas tropicais da região da Oceania (Melanésia), se estendendo da região sul da China, onde ocorrem monções, até a região nordeste da Índia (ISRAELI e LAHAV, 2017).

No século XV, durante o período das Grandes Navegações, algumas colônias espanholas e portuguesas em crescimento e desenvolvimento necessitavam de alimentos baratos, deste modo, por ser uma fruta de baixo custo, a banana passou a ser disseminada de forma crescente por marinheiros portugueses e espanhóis nas Ilhas Canárias, Santo Domingo, Panamá, México e Costa Rica, e cultivada na costa oeste do continente africano. Desta forma, a presença e o cultivo de bananas na América do Norte, Central e Sul, como também nas Ilhas do Pacífico e Caribe, passaram a ser comuns no final do século XVIII (CASSETARI et al., 2018).

Até os dias atuais, o seu cultivo e produção ocorre em diversas regiões tropicais e subtropicais do planeta, especialmente nos países em desenvolvimento, devido as suas altas taxas de exportação (SAVLAK; TÜRKER; YEŞILKANAT, 2016; CASSETARI et al., 2018).

Esse fruto possui alta disponibilidade ao longo de todo o ano, especialmente na América do Sul, América Central, África Ocidental e Filipinas (ISRAELI e LAHAV, 2017).

O gênero *Musa* está associado a mais de mil cultivares com nomes comumente conhecidos em todo o mundo, como a banana da terra, nanica, prata, d'água, maçã, ouro e figo (ARVANITOYANNIS e MAVROMATIS, 2009).

As bananas nanica e da terra, conhecidas a nível internacional como *Cavendish* e *Plantain*, respectivamente, são os mais importantes subgrupos do gênero *Musa acuminata*, por serem mais adequadas ao cultivo em diversos sistemas, possuindo grande hegemonia no comércio internacional de banana, principalmente a *Cavendish*, por ser mais resistente aos efeitos decorrentes de viagens, se adequando melhor frente aos outros cultivares (FAO, 2018a; QAMAR e SHAIKH, 2018).

4.2. Produção Mundial de Banana

Atualmente o continente asiático lidera a produção mundial de banana, seguido da América do Norte, América Central, América do Sul, África, Oceania e Europa (Figura 1) (STATISTICAL DATABASE OF THE FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAOSTAT, 2019b).

Quota de produção mundial de bananas por região no ano de 2019

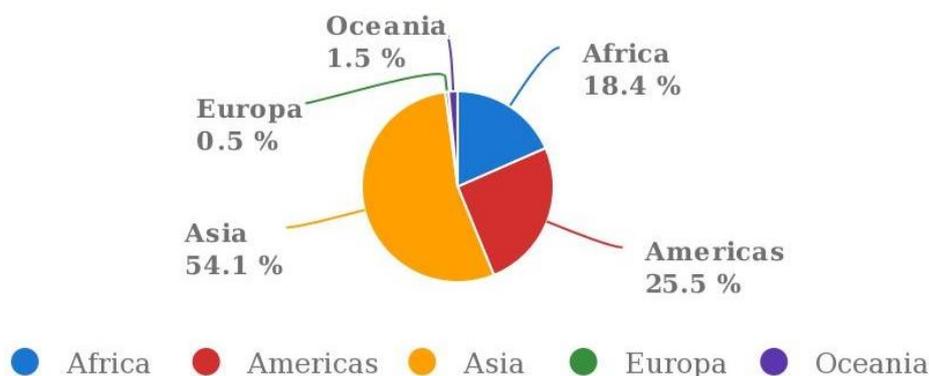


Figura 1. Distribuição da produção anual de bananas por região geográfica no ano de 2019 (Adaptado de FAOSTAT, 2019b)

Dentre os países produtores, a Índia possui grande hegemonia, sendo o maior produtor mundial de bananas. Em 2019, suas taxas de produção chegaram a 30.460.00 toneladas, seguido da China, Milão e Indonésia (Figura 2) (FAOSTAT, 2019a).

Os 10 maiores produtores mundiais de banana no ano de 2019

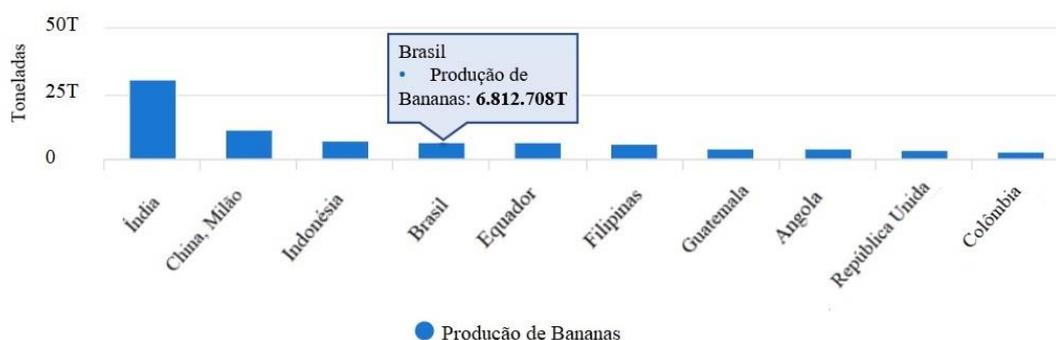


Figura 2. Os 10 maiores produtores mundiais de banana no ano de 2019 (Adaptado de FAOSTAT, 2019a).

O Brasil é classificado como o quarto maior produtor de banana no mundo. Sua produção no ano de 2019 chegou a 6.812.708 toneladas, seguido do Equador, Filipinas, Guatemala, Angola, República Unida dos Países Baixos e Colômbia (FAOSTAT, 2019a).

Como a banana possui grande acessibilidade e disponibilidade ao longo do ano, baixo custo e fácil acesso à população, esta acabou se tornando o quarto alimento mais popular no ranking do mercado mundial, após o arroz, trigo e milho (SINGH et al., 2016; ALMEIDA-JUNIOR et al., 2017).

De acordo com os últimos dados da Food and Agriculture Organization of the United Nations, em 2019, a produção mundial de bananas chegou a 6.812.708 milhões de toneladas (FAOSTAT, 2019a) e suas taxas de exportação no Brasil a 79 mil toneladas (FAO, 2019).

Sua produção brasileira possui períodos amplos, fornecida em grande escala ao consumo da população e exportação (CHAKRABORTY et al., 2017). Seu cultivo, geralmente é realizado em fazendas, contribuindo para o desenvolvimento sustentável local de agricultores familiares que a cultivam de forma orgânica e convencional, por esta possuir fácil cultivo e adaptação ao ambiente e resistência aos períodos de secas e chuvas (CHAKRABORTY et al., 2017).

Na safra de 2019, os Estados brasileiros tiveram uma boa produção, com destaque para São Paulo (Tabela 1) (ANÁLISES E INDICADORES DO AGRONEGÓCIO, 2020).

Tabela 1. Taxas de produção regional de banana no Brasil na safra do ano de 2019.

Estados Brasileiros	Produção de Bananas (Toneladas)
São Paulo	1.084,5
Bahia	866,6
Santa Catarina	712,8
Minas Gerais	685,5
Rio Grande do Norte	28,3
Rio de Janeiro	7,7

Fonte: Instituto de Economia Agrícola (IEA) do Estado de São Paulo (2019).

Em relação às perdas na pós-colheita, no último levantamento realizado pela FAO no ano de 2018, o Brasil apresentou perdas de 1.000 toneladas de banana (FAOSTAT, 2018).

4.3. Composição Química e Nutricional da Banana

A banana verde se refere aos seus primeiros estágios de maturação, os quais variam do estágio um ao três, de acordo com a escala de maturação de bananas por Loesecke (1950).

Essa escala foi reproduzida em diferentes tons de cores, variando do verde intenso ao amarelo com manchas escuras, sendo traduzidas em uma escala numérica do 1 ao 7 (Figura 3).

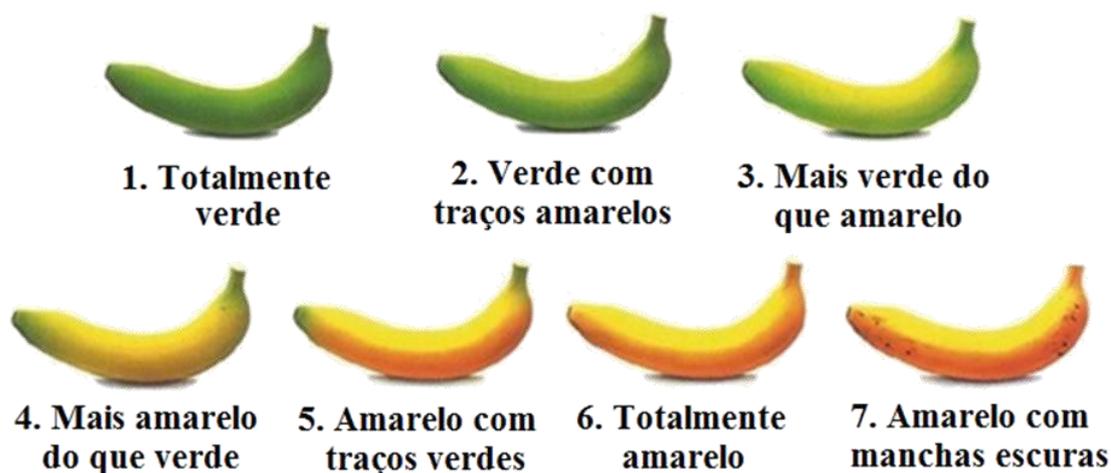


Figura 3. Escala de Maturação da Banana por Loesecke. (Fonte: Adaptada do PROGRAMA BRASILEIRO PARA MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA & PRODUÇÃO INTEGRADA DE FRUTAS - PBMH & PIF, 2006).

Nos estágios iniciais, a banana verde também é constituída de diversos macro e micronutrientes, como os carboidratos, proteínas, vitaminas, minerais, fibras e compostos fenólicos, porém em concentrações diferentes, em virtude do avanço de seu estágio de maturação, o qual acarreta na alteração de sua composição química (ALKARKHI et al., 2011).

Essa variação também ocorre pela composição dos diferentes solos que as bananeiras são cultivadas, constituídos de características distintas quanto os indicadores de qualidade, que integram suas propriedades químicas, físicas e biológicas, como a umidade, pH, minerais, microrganismos, matérias orgânicas e gases (O_2 , CO_2 e N_2) (ARAÚJO e MONTEIRO, 2007).

Além de fatores como índices pluviométricos, amplitude térmica, métodos de cultivo (orgânico, convencional, em estufa, ao ar livre) e condições climáticas (FORSTER et al., 2002).

Em alimentos de origem vegetal, os carboidratos são classificados em açúcares simples, como a glicose, frutose e sacarose, apresentando alta e rápida absorção e digestão intestinal, e os polissacarídeos divididos em amiláceos e não-amiláceos (ENGLYST e CUMMINGS, 1986).

Na banana verde, os teores de amido encontram-se entre 19,5 a 23% (MEDINA et. al., 1978; FERNANDES; CARVALHO; CAL-VIDAL, 1979), porém, conforme o seu estágio de maturação vai avançando, essa concentração vai diminuindo, atingindo valores finais de 0,5 a 2%, e seus teores de açúcares simples vão aumentando (OLIVEIRA, 2007).

Esse fato é decorrente do processo hidrolítico do amido, através da atividade enzimática da amilase e fosforilase do amido, durante a maturação da banana, promovendo um aumento crescente nos teores de açúcares solúveis em sua polpa (KULKARNI; KUDACHIKAR; KESHAVA PRAKASH, 2010), como a glicose (10%) e frutose (12%), onde sua máxima concentração ocorre quando o fruto atinge seu estágio final de maturação, promovendo um sabor adocicado, característico da banana madura e reduzindo assim a concentração de seu carboidrato amiláceo (ENGLYST e CUMMINGS, 1986; OLIVEIRA, 2007; SOORIANATHASUNDARAM; NARAYANA; PALIYATH, 2016).

A sua redução também ocorre pelo rompimento da parede celular do fruto conforme amadurece, acarretando elevada degradação do amido e liberação de açúcares simples, gerando maior teor de carboidratos na polpa do fruto maduro (26g/100g) (TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS - TACO, 2011; SHAMLA e NISHA, 2017).

A proteína na banana verde não possui altos teores (0,40-34%) (OLIVEIRA et al., 2007; SALIH et al., 2017), enquanto que na banana madura, esses também se apresentam baixos (1,10-1,80%) (TACO, 2011) com predominância da albumina e globulina (VALDECIR, 1996).

Quanto aos lipídios, tanto a banana verde quanto madura também possui baixos teores, entre 0,15-0,19% e 0,1-0,20%, respectivamente (OLIVEIRA et al., 2007; TACO, 2011).

A banana possui uma variedade de micronutrientes dispostos em diferentes concentrações, dos quais estão distribuídos entre vitaminas e minerais. Assim como na banana verde, a banana madura é composta pelo grupo de vitaminas do complexo B, como a tiamina (40 µg/100 g), riboflavina (70 µg/100 g), niacina (610 µg/100 g), piridoxina (470 µg/100 g), ácido fólico (23 µg/100 g) e ácido pantotênico (280 µg/100 g) (YANG et al., 2009).

Esta também contém betacarotenos, precursores da vitamina A (68,2 µg/100 g) e o ácido ascórbico (13,1 µg/100 g) (CHOO e CHONG, 2010; TACO, 2011), que se apresenta em maiores teores na banana verde com relação banana madura, pois conforme o fruto vai amadurecendo, esse conteúdo vai diminuindo de forma concomitante (RIQUETTE et al., 2019).

Quanto aos minerais, o potássio se apresenta em maior teor (350 a 400 mg/100 g), seguido do magnésio (27 mg/100 g), fósforo (25 a 30 mg/100 g), cálcio (8 a 10 mg/100 g) (MEDINA et al., 1978; TACO, 2011; SOORIANATHASUNDARAM; NARAYANA; PALIYATH, 2016), ferro (0,3 µg/100 g), manganês (0,29 µg/100 g), zinco (0,16 µg/100 g), cobre (0,07 µg/100 g) e sódio (0,14 µg/100 g) (MOHAPATRA; MISHRA; SUTAR, 2010).

Na banana verde, o potássio também se destaca com maiores teores (376,6 mg/100 g), sendo um importante nutriente por manter a contração muscular esquelética, evitando a ocorrência de câibras, fadiga e arritmias cardíacas (LAURIN e LEBLANC, 2018), além de atuar sobre o equilíbrio hidroeletrólítico celular e na síntese de proteínas (WOLF et al., 2017). Em seguida, temos o cálcio (140 mg/100g) e o sódio (45 mg/100g) (SALIH et al., 2017).

Os teores de umidade na banana aumentam simultaneamente ao avanço de seus estágios de maturação, através da diferença de pressão osmótica ocasionada pela absorção de umidade da casca para a polpa, a qual torna-se um meio hipertônico em relação a sua casca através da degradação respiratória do amido em açúcares simples durante a pós-colheita, aumentando suas concentrações (71,5%) (MARRIOTT; ROBINSON; KARIKARI, 1981; TACO, 2011).

Esse processo torna a polpa da banana madura mais macia, em virtude do elevado teor de umidade (55,20%) com relação ao fruto verde (SHAMLA e NISHA, 2017; YAP et al., 2017).

A maciez do fruto maduro também é decorrente da degradação enzimática da protopectina, a qual é uma substância insolúvel em água, presente na parede celular do fruto verde, lhe conferindo grande firmeza e rigidez. Com sua degradação, acarreta no amolecimento dessa polpa, tornando-a mais macia, conforme o seu amadurecimento (VALDECIR, 1996).

A coloração da casca da banana verde se dá pela presença predominante da clorofila (50 a 100 µg/g), a qual é um pigmento de cor verde (GROSS et al., 1976).

Durante o avanço do seu estágio de maturação, a clorofila vai sendo degradada por enzimas, evidenciando a cor amarela da casca do fruto maduro, pela presença dos carotenoides (0,6 a 1 µg/g), constituídos de α -caroteno (31%) e β -caroteno (28%) (GROSS et al., 1976), os quais são precursores da vitamina A, variando da cor amarela a laranja, estando presentes na casca da banana verde desde o seu primeiro estágio de maturação (PAREEK, 2016).

Os compostos fenólicos são um grupo complexo de substâncias provenientes do metabolismo secundário de frutas e vegetais, relacionados à execução de atividades vitais nas plantas (crescimento, reprodução e metabolismo) e atuação como agentes de proteção ao ataque de parasitas, predadores e infecções decorrentes de fungos e vírus (QAMAR e SHAIKH, 2018).

A banana possui uma grande variedade desses compostos, sob a forma de taninos, flavonóides, epicatequinas, catequinas, antocianinas e ácido gálico (SINGH et al., 2016), presentes em altos teores no fruto verde, com destaque para os taninos (PAREEK, 2016), que lhe confere forte sabor adstringente e baixa atração ao consumo (PARR e BOLWELL, 2000).

Em contrapartida, sua presença confere diversos benefícios à saúde, como a atividade antioxidante, inibindo a ação dos radicais livres e retardo do envelhecimento precoce de células e tecidos, além do desenvolvimento de diversos tipos de câncer (SINGH et al., 2016).

Essa propriedade se apresenta apenas na banana verde, pois com o seu amadurecimento, os teores desses compostos vão diminuindo por ação enzimática da polifenoloxidase, acarretando em baixa ou nenhum efeito antioxidante no fruto maduro, porém promovendo a redução de sua adstringência (PARR e BOLWELL, 2000; SHAMLA e NISHA, 2017).

A presença de ácidos orgânicos na banana verde é decorrente da hidrólise do amido, no qual a glicose vai sendo oxidada pelo Ciclo do Krebs na pós-colheita, com predominância para o ácido málico, oxálico, cítrico, acético e butírico, e destaque para os ácidos málico e cítrico, que promovem sabor azedo ao fruto verde, e o ácido oxálico, sua adstringência (VALDECIR, 1996; SOORIANATHASUNDARAM; NARAYANA; PALIYATH, 2016).

Os carboidratos presentes nos vegetais, pertencentes ao grupo de polissacarídeos, são divididos em polissacarídeo amiláceos e não-amiláceos (ENGLYST e CUMMINGS, 1986).

Os polissacarídeos não-amiláceos, conferem os carboidratos estruturais, presentes na parede celular vegetal, resistentes à ação digestiva no trato gastrointestinal, e os polissacarídeos amiláceos, apresentam-se sob a forma de amido, sendo um carboidrato de armazenamento, presente em maior concentração na forma de grânulos nos vacúolos de células vegetais, constituído por polímeros de monômeros de α -D-glicose, denominados amilose e amilopectina (ENGLYST e CUMMINGS, 1986; PARK e ROLLINGS, 1994; LEHMANN e ROBIN, 2007).

A amilose e a amilopectina se encontram presentes na banana verde (85 a 95%), porém, conforme o seu amadurecimento, seus teores vão reduzindo, chegando a 5% na polpa madura, em virtude da degradação do amido por atividade enzimática (MARRIOT e PALMER, 1980).

A amilose é um polissacarídeo constituído de resíduos de glicose sob a forma de cadeia linear pela da presença de ligações glicosídicas α -1,4 em sua estrutura molecular (Figura 4).

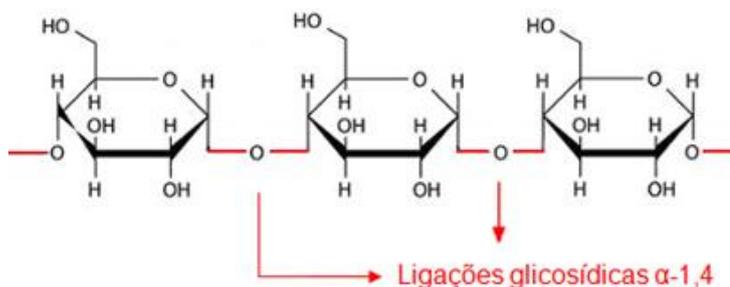


Figura 4. Estrutura molecular da amilose (Fonte: Adaptado de EDUCADOR BRASIL ESCOLA, 2018).

E a amilopectina, além dessas ligações, também apresenta ligações glicosídicas da classe α -1,6 que conferem torções com formação de cadeias ramificadas ao longo de sua estrutura, conferindo um alto peso à molécula (PARK e ROLLINGS, 1994) (Figura 5).

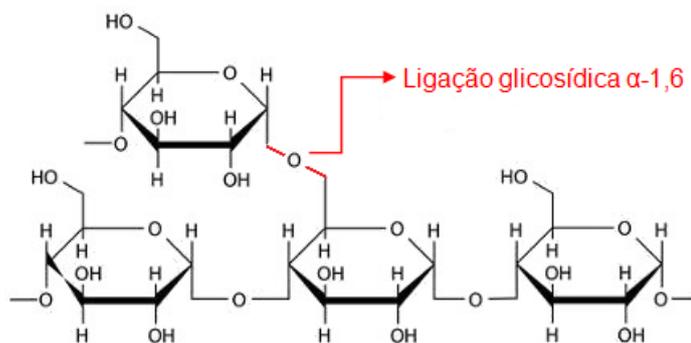


Figura 5. Estrutura molecular da amilopectina (Fonte: Adaptado de EDUCADOR BRASIL ESCOLA, 2018).

O amido resistente é uma fração da molécula de amido, caracterizado por sua grande resistência à ação das enzimas secretadas ao longo do sistema digestivo, em virtude da ramificação de sua estrutura molecular, que lhe confere grande espessura e bloqueio ao acesso enzimático, impedindo que estas a hidrolisem (ENGLYST e CUMMINGS, 1990).

Por não ser digerido e absorvido pelo epitélio intestinal, o amido resistente chega praticamente intacto ao intestino delgado e grosso, onde desempenha efeitos fisiológicos análogos aos da fibra alimentar, utilizado como substrato energético pelas bactérias probióticas que o colonizam, sendo fermentado, produzindo ácidos graxos de cadeia curta (butirato, acetato e propionato), que após sua absorção, promovem efeitos funcionais ao organismo (OLIVEIRA; SANTOS; SANTOS, 2016; ALMEIDA-JUNIOR et al., 2017; CASSETTARI et al., 2019).

Esses efeitos relacionam-se a maior ação e crescimento da microbiota intestinal, efeito imunomodulador, maior motilidade do bolo fecal pelo intestino, redução de constipação, inflamações e desenvolvimento do câncer de cólon (BI et al., 2017; VOGADO et al., 2018).

O amido resistente também promove propriedades tecnológicas de viscosidade e ação gelificante, promovendo maior retenção hídrica ao bolo fecal e consequente aumentando do seu peso e volume, carreando consigo frações de moléculas de glicose, colesterol e ácidos graxos (SARDA et al., 2016), reduzindo a absorção dessas substâncias e acarretando na diminuição dos índices sanguíneos de açúcar e colesterol, controlando e prevenindo o desenvolvimento do diabetes tipo 2, hipercolesterolemia e obesidade (SINGH et al., 2016; BI et al., 2017).

Ao apresentar estas propriedades, o amido resistente é considerado um carboidrato indigerível com funções análogas à fibra alimentar (DINON et al., 2014), sendo classificado como fibra alimentar solúvel, pelo fato da fração de sua estrutura molecular (amilopectina) apresentar diversas ramificações com hidroxilas em suas extremidades, que promovem interações com moléculas de água, acarretando maior solubilidade de sua molécula em meio aquoso, além deste também ser classificado como fibra de armazenamento, uma vez que este está presente na parede celular primária de plantas, vegetais e frutos, como a banana verde, lhe conferindo maior rigidez (ENGLYST e CUMMINGS, 1986; PARK e ROLLINGS, 1994).

4.4. Biomassa de banana verde (BBV) e suas propriedades funcionais e tecnológicas

Apesar da banana possuir elevada produção mundial, esta é sucedida por grande desperdício durante sua maturação, em virtude do manejo e técnicas agrícolas de cultivo inadequadas durante sua colheita, gerando uma taxa de 60% de perda dessa produção a nível nacional, o que acaba prejudicando o desenvolvimento econômico da indústria da banana, além de grande desperdício desse alimento (MENDONÇA et al., 2017).

Uma das medidas utilizadas para auxiliar na redução desse quadro é o uso do fruto ainda verde, em sua totalidade, estando em seus estágios iniciais de maturação (BI et al., 2017).

Entretanto, a banana verde não possuía aplicações na indústria de alimentos e nem interesse pelo mercado consumidor, em virtude de suas características sensoriais pouco atrativas, como sua forte adstringência, ausência de sabor e odor característico, baixa doçura e textura rígida (SINGH et al., 2016; YAP et al., 2017).

No entanto, estudos foram sendo realizados acerca da banana verde e sua aplicação sob a forma de biomassa, na qual o fruto com a casca possui sua polpa cozida e altamente processada, obtendo uma pasta homogênea e isenta de sabor e odor característicos (DINON et al., 2014; RANIERI e DELANI, 2014; MARQUES et al., 2016; COSTA et al., 2017).

Nesses estudos, pesquisadores têm reportado inúmeras propriedades funcionais e tecnológicas dessa biomassa sob os produtos em que é aplicada, como também ao organismo humano (IZIDORO et al., 2008; DIAS et al., 2011; MENESES, MOLINA e VARGAS, 2011; DINON et al., 2014; PADAM et al., 2014; OLIVEIRA et al., 2015; MARQUES et al., 2016; COSTA et al., 2017; FERNANDES et al., 2017; MARQUES; ANTUNES; GAMA, 2017; MENDONÇA et al., 2017; SILVEIRA et al., 2017; SOUZA et al., 2018; VOGADO et al., 2018; CASSETTARI et al., 2019) em virtude da presença do amido resistente em sua matriz, que é classificado como uma fibra alimentar que promove o retardo do esvaziamento gástrico, reduz os teores de glicose e colesterol sanguíneos, promove efeito hipoglicêmico aos alimentos em que é adicionada, além de ação prebiótica sob a microbiota anaeróbica intestinal, acarretando no seu maior crescimento, desenvolvimento e ação (McCLEARY, 2003; MASTRO et al., 2007; OLIVEIRA; SANTOS; SANTOS, 2016; COSTA et al., 2017; CASSETTARI et al., 2019).

Essas propriedades conferem diversos efeitos funcionais da BBV sob o organismo, como maior ação imunomoduladora, potencializa o sistema imunológico, reduz a incidência de processos inflamatórios na mucosa do intestino, melhora o trânsito intestinal, minimiza quadros de constipação, câncer colorretal e o desenvolvimento do diabetes tipo 2, obesidade e problemas cardiovasculares, como a dislipidemia e hipertensão arterial (OLIVEIRA; SANTOS; SANTOS, 2016; BI et al., 2017; COSTA et al., 2017; VOGADO et al., 2018).

A BBV também apresenta propriedades tecnológicas conferidas pelo amido resistente em sua composição, atuando como agente gelificante, espessante e emulsificante, acarretando na formação de géis, aumento da viscosidade, estabilidade e maciez dos alimentos em que é aplicada, além de não alterar suas características sensoriais de cor, sabor e aroma (MASTRO et al., 2007; PADAM et al., 2014; RANIERI e DELANI, 2014; OLIVEIRA, 2015; COSTA et al., 2017), podendo então ser utilizada na elaboração de diversas preparações, tanto doces quanto salgadas (MARQUES et al., 2016; CASTELO-BRANCO et al., 2017; COSTA et al., 2017).

Por estes fatores, a banana verde tem despertado grande interesse ao seu consumo sob a forma de biomassa, uma vez que há uma tendência mundial de mercado quanto a busca por produtos mais saudáveis, fato que levou a indústria de alimentos a fabricar produtos menos processados, com redução de aditivos químicos, corantes artificiais, açúcares simples, sódio e gorduras, conferindo assim maior saudabilidade aos seus produtos e atendendo aos seus consumidores (PIRES, 2020; SHAMMAKH; ALI; SHAARI, 2020; BOUKID, 2021; WAN et al., 2021; SANTOS et al., 2021; SOUTO et al., 2021).

A reformulação desses produtos vem sendo analisada pelo Ministério da Saúde em parceria com a Associação Brasileira das Indústrias de Alimentação (ABIA), onde foi adquirida a redução dos teores de gorduras *trans* em uma ampla parcela de alimentos brasileiros, através dos Projetos de Lei nº 181/2007 e nº 478/2015 do Senado Federal.

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária também aprovou uma nova norma para rotulagem nutricional dos alimentos embalados, que tem por objetivo fazer com que o consumidor seja conscientizado quanto a escolha por produtos mais saudáveis, através da identificação de uma forma mais clara e fácil em seu rótulo quanto aos seus altos teores de

gorduras saturadas, açúcar adicionado e sódio, pelo fato desses serem os três principais nutrientes que possuem maior impacto adverso à saúde (BRASIL, 2020b; BRASIL, 2020c).

Pelo fato da BBV ser caracterizada como um alimento funcional (OLIVEIRA; SANTOS; SANTOS, 2016; FERNANDES et al., 2017) e poder ser aplicada na formulação de preparações alimentícias, esta se encaixa dentro dessa tendência mundial de mercado quanto a maior saudabilidade, podendo ser produzidos alimentos com maior quantidade de nutrientes essenciais, mais naturais e saudáveis, ao reduzir seus teores de gorduras e ingredientes ricos em açúcares simples, auxiliando no controle e redução do desenvolvimento das doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) na população (IZIDORO et al., 2008; DIAS et al., 2011; MENESES, MOLINA e VARGAS, 2011; MARQUES et al., 2016; FERNANDES et al., 2017; MARQUES; ANTUNES; GAMA, 2017).

Portanto, esse fator torna-se bastante conveniente para a população em geral, principalmente o grupo infantil, que faz o consumo constante e exacerbado desses tipos de produtos, que acarretam no desenvolvimento de efeitos adversos à saúde, como as DCNT, de forma precoce em seu organismo (JAHROMI e NIAKOUSARI, 2018).

Essas comorbidades, que incluem o diabetes tipo 2, dislipidemia, obesidade e hipertensão arterial, constituem um grande problema de saúde pública, pois sua incidência na população vem aumentando de forma bastante significativa ao longo dos anos. Nos últimos dados reportados pela Organização Mundial de Saúde, essas representaram 70% dos índices de mortalidade mundial (WHO, 2018a) e mais da metade à nível nacional, chegando a uma taxa de 54,7% de mortes no país (BRASIL, 2020a).

Diante o exposto, várias estratégias têm sido desenvolvidas para minimizar esses agravos, como o Plano de ações estratégicas para o enfrentamento das doenças crônicas não-transmissíveis no Brasil 2021 – 2030, a qual salienta a promoção da alimentação adequada e saudável, mencionando a necessidade da aplicação de medidas para redução do consumo de produtos alimentícios ultraprocessados, ricos em açúcar, sódio e gorduras (BRASIL, 2020a).

Logo, a BBV é um alimento que possui grande potencial para reverter esse quadro, pelo fato dela poder ser utilizada pela indústria de alimentos, como um substituto dos ingredientes altamente processados que são comumente utilizados em suas formulações convencionais de bolos, massas, biscoitos, pães, sobremesas, embutidos e etc., como as gorduras saturadas, hidrogenadas, ingredientes ricos em açúcares e corantes artificiais (MENESES et al., 2011; OLIVEIRA, 2015; COSTA et al. 2017; CASTELO-BRANCO et al. 2017; SOUZA et al., 2018).

A BBV também pode ser utilizada em substituição aos nutrientes alergênicos em determinados grupos da população, como o glúten e a lactose, uma vez que esta pode substituir o uso do creme de leite, leite condensado e outros lácteos (JOSÉ et al., 2016; MARQUES et al., 2016; MARQUES, ANTUNES e GAMA, 2017; SILVA et al., 2017; ALMEIDA e GHERARDI, 2018) e a farinha de trigo, de forma total ou parcial (DIAS et al., 2011; OLIVEIRA, 2015; MARQUES et al., 2016; FERNANDES et al., 2017; SILVA et al., 2017;).

A banana verde também pode ser utilizada sob a forma de farinha, a qual também pode ter sua aplicação em substituição às farinhas que contém glúten em sua composição, atendendo a parcela da população que possui a doença celíaca (ORMENESE et al., 2001; CASTELO-BRANCO et al., 2017; MATOS et al., 2017; YU et al., 2020; RADÜNZ et al., 2021).

A farinha de banana verde (FBV) é um produto que já se encontra disponível no mercado para venda e consumo, assim como a biomassa de banana verde, apresentando características físico-químicas um pouco distintas entre si, em virtude dos diferentes tipos de processamento as quais foram submetidas (KUMAR et al., 2019), sendo observado na tabela 2.

Tabela 2. Composição físico-química de biomassa de banana verde e farinha de banana verde

Parâmetros (g / 100 g)	Biomassa de Banana Verde	Farinha de Banana Verde
Umidade	67,4 ¹ a 78,96 ²	4,91 a 8,59 ³
Cinzas	0,37 a 0,80 ⁴	2,3 ⁵
Amido	54,9 a 69,90 ²	73,07 ⁶
Açúcares Totais	3,56 ⁶	1,87 a 3,83 ³
Proteínas	1,35 a 1,57 ²	3,35 a 4,89 ³
Gorduras Totais	0,16 ¹ a 0,56 ²	0,17 a 0,61 ³
Fibra Alimentar Total	2,17 a 2,60 ²	3,8 ⁵

Fonte: ¹DINON et al., 2014; ²RIQUETTE et al., 2019; ³KUMAR et al., 2019; ⁴COSTA et al., 2017; ⁵ANGELIS-PEREIRA et al., 2016; ⁶BEZERRA et al., 2013; ⁶SILVA; NERIS; LOSS, 2017.

Em FBV se encontra baixos teores de umidade com relação a BBV (Tabela 2), pelo fato da banana verde sob a forma de farinha passar pelo processo de dessecação, seja em forno ou estufa, onde o conteúdo de água livre e ligada presente em sua matriz se perde por evaporação (INSTITUTO ADOLFO LUTZ - IAL, 1985).

O teor de umidade é um fator muito importante durante o armazenamento de produtos alimentícios, estando relacionado a sua perecibilidade, pois quanto menor for o seu teor na matriz do alimento, maior será sua estabilidade durante o seu armazenamento, como também do seu tempo de vida útil (*shelf life*), pelo fato dos baixos teores de umidade não acarretar no desenvolvimento e crescimento de microrganismos deteriorantes, além de fungos, evitando a produção de micotoxinas, as quais são metabólitos microbianos que acarretam efeitos adversos à saúde, como as doenças transmitidas por alimentos (DTA) (FRANCO e LANDGRAF, 2003).

Nesse sentido, a FBV apresenta mais vantagem com relação a BBV, não necessitando ser armazenada sob refrigeração ou congelamento, como ocorre com a biomassa para que haja a manutenção de sua estabilidade e integridade microbiana (RIQUETTE et al., 2019).

O período de armazenamento da BBV deve ser de até 6 dias sob refrigeração e até 90 dias sob congelamento, garantindo um produto seguro para consumo (RIQUETTE et al., 2019).

O conteúdo lipídico na FBV e BBV apresentaram similaridade entre si (Tabela 2), enquanto que o teor de proteínas em FBV se encontra em maior quantidade com relação a BBV (Tabela 2), podendo ser justificado pelo processo de desnaturação irreversível das moléculas de proteínas das bananas verdes durante o seu cozimento em água sob elevada temperatura (acima de 100°C), e do cisalhamento, em alta velocidade e intensidade, das polpas quentes e cozidas para obtenção da biomassa. Esse processo de desnaturação pode afetar de forma adversa e significativa o valor nutricional das proteínas nos alimentos (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010).

Os teores de cinzas também se apresentam maiores na FBV em relação a BBV (Tabela 2), sendo decorrente do processo de lixiviação que os minerais sofrem durante o processo de cocção das bananas verdes em água fervente para aquisição da biomassa, havendo a migração de minerais solúveis, por difusão, da polpa da banana para a água de cocção (SANTOS; ABREU; CARVALHO).

O perfil amiláceo em FBV também se apresenta em maior quantidade ao contido na BBV, assim como o conteúdo de fibra bruta na FBV com relação a BBV (Tabela 2).

Quanto a concentração de açúcares totais, estes apresentam similaridade entre os dois produtos alimentícios, entretanto, é observado um menor teor presente na BBV (Tabela 2). Esse fato pode ser justificado pela perda das moléculas de açúcar por dissolução na água de cocção das bananas, pois os açúcares são moléculas bastante solúveis em meio aquoso (MARTINS; LOPES; ANDRADE, 2013).

O uso da banana verde sob a forma desses diferentes ingredientes alimentícios (BBV e FBV) na elaboração de novos produtos, irá promover benefícios aos agricultores familiares rurais que cultivam a banana de forma orgânica, como também convencional, pois esta matéria-prima será mais valorizada, aumentando seu poder de venda e, conseqüentemente, a promoção de uma maior sustentabilidade local. Além desses pequenos agricultores poderem produzir a BBV e fornecê-las nas feiras, sendo um outro canal de comercialização.

Outra parcela da sociedade que poderá ser beneficiada quanto essa ação, é a população de baixa renda, que não possui acesso a alimentos mais saudáveis e de qualidade, em virtude de seu alto valor, pois a banana é uma matéria-prima que por possuir grande produção agrícola no mercado e alta disponibilidade nos períodos de colheita, apresenta baixo custo, garantindo o seu maior acesso a população mais carente (AZIZ et al., 2011; DIAS et al., 2011; ALMEIDA-JUNIOR et al., 2017; FAO, 2019).

Ademais, as preparações à base de BBV também podem ser introduzidas na alimentação dessa população através de ações promovidas pelo governo em suas diferentes esferas, como por exemplo, o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), do qual suas diretrizes se baseiam na educação alimentar e nutricional e na promoção de uma alimentação mais saudável e equilibrada aos alunos matriculados em escolas da rede pública, a fim de aumentar o rendimento do aluno, minimizar a evasão escolar, além de controlar e reduzir o desenvolvimento da obesidade infanto-juvenil, promovendo essa ação através da oferta de merendas escolares mais adequadas (REIS et al., 2011; BRASIL, 2013).

Essas merendas poderiam ser desenvolvidas com preparações à base de biomassa de banana verde, sendo oferecidas apenas aquelas que obtivessem uma boa aceitação pelo público escolar, através da realização de análises sensoriais.

4.5. Aplicação de biomassa de banana verde em produtos alimentícios e suas propriedades funcionais e tecnológicas

Na Tabela 3 estão apresentados os produtos alimentícios em que foram adicionados de biomassa de banana verde e seus benefícios funcionais, tecnológicos e nutricionais, reportadas em estudos na literatura.

Tabela 3. Aplicação de biomassa de banana verde (BBV) em diferentes preparações alimentícias e suas propriedades funcionais, tecnológicas e nutricionais.

Produto adicionado de BBV	Benefício funcional, tecnológico e/ou nutricional	Autor	Ano
Maionese	- Baixo teor calórico e alto teor de sais minerais (potássio e ferro). - Maior tensão de cisalhamento, viscosidade e consistência.	IZIDORO et al.	2008
Massa de Empada	- Redução de lipídios (49,9%) e calorias (29,4%).	DIAS et al.	2011

	- Aumento de fibras (35%).		
Mortadela Tipo Bologna	- Redução de lipídios (média de 47,18%). - Teor insignificativo de carboidratos. - Textura mais firme. - Estabilidade microbiológica satisfatória.	DINON et al.	2014
Pão	- Maior rendimento, elasticidade, adesividade e mastigabilidade.	OLIVEIRA	2015
Brigadeiro	- Redução de calorias (34,8%), sódio (40,3%), carboidratos (32,7%) e lipídios (14,8%). - Aumento da fibra alimentar (56,5%).	MARQUES et al.	2016
Pão de queijo	- Redução de calorias (12,3%), sódio (13,8%), lipídios (10,4%) e carboidratos (10,0%) - Aumento do teor de fibra alimentar total.	MARQUES et al.	2016
Suco energético	- Aumento do teor de proteínas (50%), carboidratos (9,7%) e presença de fibras.	MARQUES et al.	2016
Iogurte prebiótico	- Maior crescimento de microrganismos probióticos (<i>L. acidophilus</i> e <i>B. bifidum</i>), com efeito prebiótico. - Sem alteração das características sensoriais, de macronutrientes e de cinzas. - Aumento da firmeza, consistência e textura.	COSTA et al.	2017
Sorvete de iogurte (<i>frozen</i>)	- Baixo teor de gorduras totais (0,3 g/60 g). - Baixo teor de gorduras saturadas (0,04 g/60 g). - 0 % de gorduras <i>trans</i> . - Aumento do valor nutritivo. - Alto teor de fibra (3,1 g/60 g). - Manutenção da textura original do produto.	FERNANDES et al.	2017
Sorvete de chocolate	- Baixo teor de gorduras totais (2%). - 0 % de gorduras <i>trans</i> e saturadas. - Alto teor de fibras (2,2 g/60 g). - Estabilidade microbiológica satisfatória.	MARQUES, ANTUNES e GAMA	2017
Biscoitos	- Sem alteração das características sensoriais.	SILVA et al.	2017
Iogurte	- Aumento do teor de proteínas. - Sem alteração de cor, aroma, sabor e textura. - Presença relativa de compostos fenólicos.	SILVEIRA et al.	2017
Bolo	- Pouca alteração das características sensoriais.	SOUZA et al.	2018
Trufa de chocolate meio amargo	- Boa aceitabilidade. - Manutenção das características sensoriais.	ALMEIDA e GHERARDI	2018
Leite fermentado	- Maior teor de fibra bruta. - Sem alteração no teor de proteínas. - Tornou o crescimento de <i>L. paracasei</i> LBC81 favorável e estável durante o período de armazenamento sob refrigeração.	VOGADO et al.	2018

	- Aumento do valor nutricional (compostos fenólicos, amido resistente e fibras).		
Mortadela de frango	- Sem alteração do sabor característico do produto. - Aumento da capacidade de retenção hídrica e estabilidade de emulsão. - Melhoria do perfil nutricional quanto aos teores de fibras, amido resistente, minerais e ácido ascórbico. - Atividades antioxidantes e antimicrobianas.	AURIEMA et al.	2021

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A banana verde é um alimento constituído de elementos funcionais que promovem efeitos benéficos ao organismo. Sua aplicação sob a forma de biomassa em produtos alimentícios acarreta em um ingrediente composto de propriedades tecnológicas e funcionais, aumentando a sua qualidade, saudabilidade e aspectos nutricionais. Desta forma, sua ingestão pela população auxilia quanto ao controle e redução dos índices de obesidade e suas comorbidades, além de promover maior acesso a parcela da população de baixa renda à alimentos qualitativamente mais saudáveis. Esta ação também se torna bastante conveniente para a indústria de alimentos, quanto a produção de novos produtos dentro da alegação saudável, atendendo o crescente mercado consumidor que vem buscando alimentos menos processados e com maior saudabilidade. Ademais, os agricultores familiares rurais que cultivam bananas orgânicas também seriam beneficiados quanto a maior sustentabilidade local.

CAPÍTULO II

ARTIGO ENVIADO A REVISTA

“International Journal of Gastronomy and Food Science”

**GREEN BANANA BIOMASS (*Musa sp.*) AS AN INGREDIENT IN THE
DEVELOPMENT OF PASTA**

GREEN BANANA BIOMASS (*Musa sp.*) AS AN INGREDIENT IN THE DEVELOPMENT OF PASTA

Layla Pereira do Nascimento Tinoco^{a,*}, Lorena de Sá Oliveira^b, Ivanilda Maria Augusta^a, José Lucena Barbosa Junior^a, Maria Ivone Martins Jacintho Barbosa^a

^a*Graduate Program in Food Science and Technology, Institute of Technology, Department of Food Technology, Federal Rural University of Rio de Janeiro, BR 465, km 7, 23890-000, Seropédica, RJ, Brazil.*

^b*Undergraduate Course in Food Engineering; Department of Food Technology, Institute of Technology, Federal Rural University of Rio de Janeiro, BR 465, km 7, 23890-000, Seropédica, RJ, Brazil.*

Abstract:

The green banana biomass (GBB) can be used as a functional and technological ingredient in various food preparations, making them healthier and more nutritious. The aim of the present study was to determine the physicochemical composition, in addition to the color parameters in different GBB and thus apply them to gnocchi pasta in order to determine its technological cooking properties. The bananas ('BRS Platina', 'Fhia 01' and 'Fhia 18') were grown in an area of the Agroecological Production Integrated System, in Seropédica-RJ, Brazil, harvested unripe and pressured cooked in order to obtain the biomasses. The pH values, total titratable acidity, total soluble solid, reducing sugars, moisture, ashes, proteins, lipids, total starch, total energetic value (TEV), vitamin C, total phenolic compounds (TPC), minerals and color were significantly different among the different GBB used. Each GBB showed an emphasis concerning certain analyzed parameters, for instance, the GBB 'BRS Platina' presented low contents of TEV, total starch, and lipids, in addition, this cultivar showed high level of vitamins C and TPC. The GBB 'Fhia 01' presented the highest levels of moisture, proteins and potassium. All GBBs provided good technological attributes (cooking time, weight increase, cooking loss and volume increase) for prepared pastas. The application of GBB as an ingredient in gnocchi formulation provided good technological quality and an increase in the nutritional value of this product and meeting the growing demand of the consumer market for the search for products with greater health.

Key-words: unripe banana, cooking quality, functional ingredient

*Author for contacting:

E-mail address: laylatinoco@yahoo.com.br

1. Introduction

Over the last few years, the interest for banana has increased, mainly in the ripening stage due to researches on application of its biomass as a powerful ingredient for the preparation of different pasta products (Dias et al., 2011; Oliveira, 2015; Castelo-Branco et al., 2017; Marques et al., 2016; Silva et al. 2017; Souza et al., 2018). This fact is correlated to BBV's functional

and technological properties, due to the presence of resistant starch in its matrix (Mastro et al., 2007; Cassettari et al., 2019).

Its technological properties are related to its action as an emulsifying, thickening and gelling agent on the foods in which it is applied, in addition to not altering its original sensory characteristics, maintaining its color, flavor and odor (Padam et al., 2014; Ranieri and Delani, 2014; Costa, 2017). In this way, GBB can be used to formulate various sweet and savory preparations (Marques et al., 2016).

With regard to its functional properties, GBB promotes a prebiotic effect on the intestinal microbiota, stimulating its growth and development, in addition to enhancing the immune system, reducing the incidence of inflammation in the intestinal mucosa, constipation and reducing and controlling development. chronic non-communicable diseases, such as type 2 diabetes, high blood pressure, dyslipidemia and obesity (Oliveira; Santos; Santos, 2016; Costa et al., 2017; Vogado et al., 2018; Cassettari et al., 2019). It is important to highlight that the incidence of these diseases has been increasing in the population over the last few years accounting approximately for 70% of mortality rates on the global scene (World Health Organization, 2018).

Therefore, it is appropriate to considerate the application of GBB in conventional pasta products as a substitute for industrialized ingredients commonly used rich in saturated fats, hydrogenated and simple sugars (Izidoro et al., 2008; Dinon et al., 2014; De Souza et al., 2018), since these pastas are consumed worldwide, with durum wheat flour and semolina or flour from other cereals and / or tubers as the main ingredient (Punia et al., 2019). However, they have a high content of simple carbohydrates and caloric value, in addition to a low content of minerals and fibers, which are essential nutrients for the maintenance of human health (Omeire; Umeji; Obasi, 2014).

Given the above, a worldwide market trend has been observed regarding the search for healthier foods (Shammakh; Ali; Shaari, 2020), which has been promoting the mobilization of the food industries to adapt their products, reducing the use of additives chemicals, artificial colors, sugars, sodium and fats (Pires, 2020; Boukid, 2021; Wan et al., 2021; Santos et al., 2021; Souto et al., 2021).

Thus, GBB is a food ingredient that fits within this context, by promoting greater healthiness to the preparations in which it is added, in addition to having great potential to improve the functional and technological properties of pasta. However, scientific knowledge about the effects of different cultivars on physicochemical, nutritional and cooking quality of pasta are scarce. The aim of the present study was to develop three cultivars of green banana, to determine its mineral and physicochemical composition as well as its color parameters, applying them to gnocchi pasta in order to evaluate its technological quality.

2. Materials and Methods

2.1 Elaboration of green-banana biomass

Bananas (*Musa* sp.) organic of 'BRS Platina', 'Fhia 01' and 'Fhia 18' cultivars were used in its first ripening stage, consisting of unripe banana peels (Loesecke, 1950).

The banana was cultivated in the Agroecological Production Integrated System, located in Seropédica, Rio de Janeiro, Brazil (22° 48'00" of South latitude and 43° 41'00" of West longitude).

The GBBs studied were obtained by Marques et al. (2016), with minor modifications. The bunches of bananas were dismembered by the fingers using a knife, and then, its peels were

submitted to visual inspection in order to scrutinize the presence of defects (discolored spots on the peel and lesions that reached the pulp).

The selected bananas (1 Kg of each cultivar) were sanitized with sodium hypochlorite solution (200 ppm) during 15 minutes and rinsed in tap water. These samples were cooked in a pressure cooker (Polished Pressure Cooker 10 L 24 cm, Tramontina[®], São Paulo, Brazil) with a capacity of 10 L during 20 minutes in boiling water. Afterwards, the bananas were peeled by using cutlery and then processed in a blender (PH900, Philco[®], São Paulo, Brazil) until a smooth homogeneous cream is obtained. The biomasses were transferred to airtight glass containers stores at a temperature of 4 °C in a refrigerator (TC41, Continental[®], Curitiba, Brazil) until further analysis.

2.2. Determination of mineral and physical-chemical composition

The pH was obtained by Anyasi, Jideani and Mchau (2015) through digital potentiometer (8255, DIGILAB, São Paulo, Brazil). The total soluble solid content was established by portable refractometer reading (RT-280, Instrutherm, São Paulo, Brazil) according to Valdecir (1996). The total acidity was determined by direct titration with a NaOH solution (0.1 mol/L) according to AOAC (2010). The total reducing sugars content was established by Somogy (1945) and Nelson (1944). The total starch content was determined through prior acid hydrolysis of starch into sugars preceded by its quantification according to Lane and Eynon (ASEAN Manual of Food Analysis, 2011). The contents of moisture, ashes, lipids and proteins were determined in accordance with the official methods of AOAC (2010). The content of total phenolic compounds was determined by spectrophotometry through the use of *Folin-Ciocalteu* calorimetric method according to Swain and Hillis (1959). The vitamin C content was determined in accordance with Strohecker and Henning (1967). The minerals content was determined according to USEPA 3050 method (Edgell, 1989). The total energetic value (TEV), expressed in calories (Kcal), was determined through the use of conversion factors described in RDC 360 of National Health Surveillance Agency (ANVISA) (Brazil, 2003), in accordance with the following equation:

$$\text{TEV} = 4 \times (\text{g proteins} + \text{g carbohydrate}) + 9 \times (\text{g lipids})$$

2.3. Determination of instrumental color

The color parameters (coordinates L*, a*, b*) and the chroma (C*) were determined according to Ndangui et al. (2014), using a colorimeter (MiniScan EZ, São Paulo, Brazil).

2.4. Preparation of gnocchi enriched with GBB

For the preparation of gnocchi, 49% p/p of GBB (for each cultivar), 40% p/p of brown rice flour, 10% p/p of olive oil and 1% p/p of salt were homogenized until a consistent and homogeneous mixture are obtained, which were modeled in cubic shapes (approximately 3 cm edge) and then cooked in boiling water. At the end of cooking, the gnocchi were placed in airtight containers and stores in a freezer at a temperature (-18 °C).

2.5. Cooking qualities

The cooking time was determined according to the method n° 66-50 from AACC (1989), weight increase and volume increase according to Silva, Rossini and Carvalho (2016), in addition to the loss of soluble solids according to Fradique et al. (2010).

2.6. Statistical analysis

All analyses were carried out in triplicate and the final data were expressed as mean value and standard deviation by applying the variance analysis model (ANOVA). When the results differed significantly among them, the Tukey test was applied at a 5% significance level ($p \leq 0.05$) by using the software Statistica 7.0®.

3. Results and discussion

3.1. Physicochemical characterization of green-banana biomass

The values of pH, total soluble solids (SST), total titratable acidity (ATT) and reducing sugars are directly related to the fruit's maturation stage. The main organic acids found in bananas are malic, citric and oxalic acid. The pH and acidity of fruits influence their sensory qualities (ADI et al., 2019).

The parameters of pH, SST and reducing sugars, related to the ripening stage of bananas, affected BBV ($p \leq 0.05$) by the types of banana cultivars (Table 4).

Table 4. Physicochemical parameters characterization of green banana biomasses

Parameters* (g/100 g)	Green banana biomass		
	'BRS Platina'	'Fhia 01'	'Fhia 18'
pH	5.06 ± 0.025 ^c	5.63 ± 0.015 ^a	5.47 ± 0.016 ^b
Total soluble solid (°Brix)	4.00 ± 0.01 ^a	4.00 ± 0.01 ^a	3.90 ± 0.01 ^b
¹ Total titratable acidity (%)	0.130 ± 0.001 ^a	0.140 ± 0.003 ^a	0.140 ± 0.003 ^a
Reducing sugars (% p/v)	4.6 ± 0.01 ^b	4.4 ± 0.02 ^b	3.8 ± 0.02 ^a
Moisture	78.79 ± 0.45 ^c	81.62 ± 0.5 ^a	80.63 ± 0.09 ^b
Ash	0.61 ± 0,0 ^a	0.52 ± 0,13 ^c	0.57 ± 0,02 ^b
Lipids	0.13 ± 0,02 ^b	0.18 ± 0,01 ^b	2.50 ± 0,31 ^a
Proteins	2.13 ± 0.12 ^c	3.78 ± 0.13 ^a	3.16 ± 0.12 ^b
Total starch	16.51 ± 0.06 ^b	16.34 ± 0.06 ^c	21.50 ± 0.10 ^a
TEV (Kcal)	75.73 ± 0.25 ^c	82.10 ± 0.24 ^b	121.14 ± 0.31 ^a
Ascorbic acid (mg/100 g)	16.87 ± 0.70 ^a	14.26 ± 0.60 ^c	15.87 ± 0.06 ^b
TPC (mg GAE/100 g)	24.57 ± 0.09 ^a	15.77 ± 0.22 ^b	11.71 ± 0.23 ^c
Minerals (mg/100 g)			
Calcium	12.71 ± 0.05 ^c	15.91 ± 0.20 ^b	16.14 ± 0.07 ^a
Potassium	63.79 ± 0.08 ^b	96.09 ± 0.10 ^a	59.98 ± 0.25 ^c

Magnesium	11.68 ± 0.12 ^b	10.83 ± 0.05 ^c	13.06 ± 0.23 ^a
Manganese	0.13 ± 0.07 ^a	0.12 ± 0.19 ^b	0.08 ± 0.35 ^c
Iron	0.12 ± 0.10 ^b	0.08 ± 0.23 ^c	0.14 ± 0.16 ^a
Copper	0.07 ± 0.20 ^b	0.08 ± 0.16 ^a	0.04 ± 0.39 ^c
Zinc	0.42 ± 0.34 ^a	0.26 ± 0.67 ^b	0.14 ± 0.46 ^c
Sodium	7.37 ± 0.06 ^b	8.01 ± 0.19 ^a	7.28 ± 0.28 ^b

*Values expressed on triplicate average ± standard deviation; ¹Expressed as Malic Acid; ²TEV: Total Energetic Value (expressed in calories per 100 g of sample); ³Ascorbic Acid: Values expressed in mg per 100 g of sample; ⁴TPC: Total Phenolic Compounds: Values expressed in mg gallic acid equivalent per gram of dry (mg GAE/g of dry sample); Values in the same line are followed by different letters differ significantly among them in the Tukey Test ($p \leq 0.05$).

The low content of reducing sugars presented in the BBVs is due to the fact that during the initial stages of maturation of the green banana, there is almost no degradation of starch in reducing sugars, by enzymatic process, in its pulp. This process occurs as the banana ripens, reducing the amount of starch and increasing the amount of simple sugars with a sweet taste, such as sucrose, glucose and fructose (Mohan et al., 2014). The BBV ‘Fhia 01’ (Table 4) had a lower content of reducing sugars ($p \leq 0.05$) and these values were similar to those found by Salih et al. (2017) in green banana pulp (*Musa Cavendish*) with 3.21% reducing sugars.

The types of banana cultivars ($p \leq 0.05$) showed influence and affected the content of moisture, protein, starch and VET in BBV (Table 4). The nutrient content can also vary according to the pre- and post-harvest treatment of the fruit and the climatic variations of the environment in which they were grown. Therefore, a diet with a wide variety of fruits and vegetables should be encouraged (Rickman; Bruhn; Barrett, 2007).

The highest level of vitamin C content was observed ($p \leq 0.05$) in GBB ‘BRS Platina’, followed by GBB ‘Fhia 18’ and ‘Fhia 01’ (Table 4). These contents were lower than that reported by Riquette et al. (2019), obtaining 23.10 to 54.40 mg / 100 g in GBB (*Musa Cavendish*) in different cooking times.

The phenolic compounds confer several health benefits due to their antioxidant activity, slowing the premature aging of cells and tissues, and reducing the development of types of cancer (Singh et al., 2016). BBV ‘BRS Platina’ had the highest content of phenolic compounds (Table 4), being lower than reported by Riquette et al. (2019), with 189.90 to 334.40 mg of GAE / 100 g in BBV (*Musa Cavendish*).

Minerals are essential nutrients to proper functioning of the organism and human health maintenance, besides some of them being necessary to the body structure formation and maintenance, thus it makes it strictly necessary in its adequate nutritional intake in feeding (Hazell, 1985). The contents of minerals showed that all GBBs did not supply the requirements of recommended daily intake for children and adults according to Institute of Medicine (2001) and RDC 269 of ANVISA (Brazil, 2005).

3.2. Color characterization of green banana biomasses

Color is one of the main attributes to measure the quality of food, being a fundamental aspect of its appearance, which influences its acceptance for consumption, indicating its level of freshness, quality and expectations regarding its flavor (Fradique et al., 2010).

GBB ‘BRS Platina’ had the lowest luminosity parameter (L^*) compared to GBB ‘Fhia 01’ and ‘Fhia 18’ ($p \leq 0.05$) (Table 5). The luminous tone of GBB ‘Fhia 18’ was the closest to the values reported by Campuzano, Rosell and Cornejo (2018) in green banana flours (64.33%).

Table 5. Characterization of the color of green banana biomass

Parameters**	Green Banana Biomass		
	‘BRS Platina’	‘Fhia 01’	‘Fhia 18’
L^*	$50,84 \pm 0,76^c$	$57,36 \pm 0,20^a$	$59,59 \pm 0,24^a$
a^*	$15,94 \pm 0,24^a$	$9,60 \pm 0,09^b$	$9,83 \pm 0,06^b$
b^*	$17,73 \pm 0,51^a$	$10,72 \pm 0,25^c$	$15,18 \pm 0,26^b$
C^*	$23,85 \pm 0,63^a$	$14,39 \pm 0,22^c$	$18,13 \pm 0,30^b$

L^* : Brightness, a^* : Variation in color from green ($-a^*$) to red ($+ a^*$), b^* : Variation in color from blue ($-b^*$) to yellow ($+ b^*$), C^* : Degree of color saturation, **Values expressed as triplicate mean \pm standard deviation. Values on the same line followed by different letters differ significantly from each other in the Tukey test ($p \leq 0.05$).

GBB ‘BRS Platina’ showed a greater tendency to reddish coloring (a^*) in relation to GBB ‘Fhia 01’ and ‘Fhia 18’ ($p \leq 0.05$) (Table 5), where their values were higher than reported by Savlak, Türker and Yeşilkanat (2016) in green banana flours (1.83 to 2.23) and Anyasi, Jideani and Mchau (2015) in green banana cultivars of different genera *Musa* (2.14 to 4.64).

The values for parameter b^* were different for the three GBB in the present study ($p \leq 0.05$) (Table 5), being similar to that observed by Anyasi, Jideani and Mchau (2015) in green banana flour, (9, 36 to 18.80). The GBB ‘BRS Platina’ and ‘Fhia 18’ showed a greater tendency to yellowish color compared to the GBB ‘Fhia 01’, where the latter showed a value similar to that found by Savlak, Türker and Yeşilkanat (2016) (11, 81 to 13.47) in green banana flours.

GBB ‘BRS Platina’ showed higher saturation (C^*) in its matrix, followed by GBB ‘Fhia 18’ and ‘Fhia 01’ (Table 5), ($p \leq 0.05$), these values being higher than those reported by Anyasi, Jideani and Mchau (2015) and Savlak, Türker and Yeşilkanat (2016) in green banana flours, with 9.61 to 19.10 and 11.95 to 13.93, respectively. In contrast, Riquette et al. (2019) obtained values from 12.86 to 19.28 in GBB (*Musa Cavendish*), similar to that obtained in the GBB of the present study (Table 5).

4. Cooking test of green banana biomasses gnocchi

Cooking quality parameters of GBB gnocchi was exhibited in Table 6.

The cooking time (CT) differed significantly only regarding the gnocchi of ‘BRS Platina’ cultivar ($p \leq 0.05$) (Table 6), in which was observed a higher CT for the gnocchi from ‘Fhia 18’ GBB. This parameter is associated with the cohesion of pasta product during the cooking process, in which, the CT of GBB gnocchi were lower than that reported by Silva, Rossini and Carvalho (2016), who obtained 175 seconds for cooking of gnocchi from sweet potato orange-colored pulp.

Table 6. Cooking test of green banana biomasses gnocchi

Green banana biomasses gnocchi			
Parameters*	‘BRS Platina’	‘Fhia 01’	‘Fhia 18’
Cooking time (seconds)	110 ± 0.04 ^a	106 ± 0.03 ^b	102 ± 0.02 ^b
Weight Increase (%)	6.73 ± 0.04 ^a	6.17 ± 0.06 ^c	6.53 ± 0.05 ^b
Volume Increase (%)	13.33 ± 0.72 ^a	10.37 ± 0.64 ^c	12.91 ± 0.72 ^b
Loss of Soluble Solids (%)	0.636 ± 0.004 ^c	0.730 ± 0.006 ^b	0.931 ± 0.006 ^a

*Values expressed on triplicate average ± standard deviation; Values in the same line are followed by different letters differ significantly among them in the Tukey Test ($p \leq 0.05$).

The shortest cooking times (TC) were obtained in the GBB gnocchi ‘Fhia 18’ and ‘Fhia 01’ in relation to the GBB gnocchi ‘BRS Platina’ ($p \leq 0.05$) (Table 6). This parameter is associated with the cohesion of the pasta during the cooking process, in which the TC of BBV gnocchi was lower than that reported by Silva, Rossini and Carvalho (2016), with 175 seconds for the cooking of orange-fleshed sweet potato gnocchi (OFSP), demonstrating greater speed and practicality in cooking GBB gnocchi.

The greatest increase in weight (IW) and volume ($p \leq 0.05$) were obtained in the GBB gnocchi ‘BRS Platina’ (Table 6), where their values were similar to those reported by Silva, Rossini and Carvalho (2016) and Cappa et al. (2017) in OFSP gnocchi and commercial gluten-free potato gnocchi, with IW from 6.27 to 13.87% and 2.45 to 7.71%, respectively.

The GBB gnocchi ‘BRS Platina’ had the lowest loss of soluble solids (LSS) ($p \leq 0.05$) (Table 6), as well as in relation to the LSS obtained by Cappa et al. (2017) in gluten-free potato gnocchi (1.23 to 5.04%), Alessandrini et al. (2010) in different formulations of potato gnocchi (1.72%) and Burgos et al. (2019) in Andean potato gnocchi (*Solanum tuberosum ssp Andigena*) and Huaichas (*Quebrada de Humahuaca*) (0.41, 0.64 and 1.45%).

LSS represents the main attribute in the quality of pasta, in which values less than 6% are considered good results, values up to 8% are considered normal and values greater than 10% are considered of low quality, due to the great exudation of starch, generating high turbidity in cooking water (Hummel, 1966).

5. Conclusion

In view of the above, the parameters related to the banana ripening stage (pH, TSS and reducing sugars), moisture, proteins, total starch, TEV, vitamin C and total phenolics in green banana biomass were affected by the different green banana cultivars used for its elaboration. Pasta enriched with GBB exhibited good cooking quality (cooking time, weight and volume increase and loss of soluble solids). Furthermore, the application of green banana biomass as an ingredient can increase the nutritional value and the quality of cooking in different pastas, making them healthier and catering to the growing consumer market in terms of the search for less processed and healthier products.

Acknowledgments

The authors express their gratitude to CNPq for the financial support (Process 443310/2016-5) and for the support from Brazilian Federal Agency for Support and Evaluation of Graduate Education Education (Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel - Brazil) (CAPES) - Funding code 001.

Acknowledgements

This work was financed by the National Council for Scientific and Technological Development (CNPq) (process 443310/2016-5).

**CAPÍTULO III:
CARACTERIZAÇÃO NUTRICIONAL, FUNCIONAL E ANÁLISE DE COR DE
NHOQUE ELABORADO COM BIOMASSA DE BANANA VERDE**

RESUMO

Um dos maiores problemas de saúde pública mundial é o aumento dos índices de obesidade ao longo dos anos em uma ampla faixa etária da população, desencadeando em outras disfunções metabólicas como a dislipidemia, o diabetes tipo 2 e a hipertensão arterial. Grande parcela da população faz o consumo constante e diário de alimentos industrializados, constituídos de alta densidade energética e baixo valor nutricional de maneira exacerbada. Por este fato, a introdução de preparações mais saudáveis na alimentação humana se faz altamente necessária. A biomassa de banana verde (BBV) é reportada como um ingrediente constituído de propriedades funcionais e tecnológicas, sendo aplicada na formulação de diversas preparações, tornando-as mais saudáveis e nutritivas. O objetivo deste presente trabalho foi desenvolver uma BBV, aplicá-la em preparação de nhoque, determinar suas características físico-químicas, propriedades funcionais e tecnológicas, comparando-a a uma formulação convencional de nhoque de batata inglesa (*Solanum tuberosum* L.) e nhoque de batata-doce de polpa alaranjada (BDPA) (*Beauregard*). Para a formulação do nhoque de BBV foi utilizada uma biomassa proveniente de bananas prata colhidas em estágio de maturação verde da cultivar BRS Platina no Sistema Integrado de Produção Agroecológica em Seropédica-RJ. A biomassa foi obtida por cocção das bananas e a massa de nhoque foi formulada com farinha de arroz integral, azeite de oliva e sal. Após sua cocção, foram determinados a composição centesimal, valor energético total, minerais, perfil de ácidos graxos totais, fitosteróis, índice aterogênico e trombogênico, cor e análises microbiológicas. Os resultados mostraram que o nhoque de BBV apresentou menor teor de lipídios, carboidratos e calorias com relação ao nhoque de BDPA e também possui maior qualidade nutricional com relação ao nhoque convencional de batata inglesa, pelo fato da BBV aumentar o seu perfil de ácidos graxos essenciais, fitosteróis, conteúdo de fibra alimentar, ação antioxidante e a qualidade de sua fração lipídica, além de reduzir o seu teor calórico e de gorduras saturadas. Essa preparação de nhoque de BBV pode ser classificada como um alimento funcional, por ser fonte de fibras e fitosteróis, além de alimento seguro para consumo, por atender os padrões microbiológicos satisfatórios para alimentos. Portanto, a aplicação de BBV em preparação de nhoque acarreta benefícios à indústria de alimentos e aos seus consumidores, em virtude desta poder desenvolver produtos com maior saudabilidade, acompanhando a tendência de mercado e atendendo seus consumidores quanto a busca por alimentos menos processados e mais naturais. Beneficia a população de baixo poder aquisitivo quanto ao acesso à alimentos mais saudáveis e de qualidade, como também aos agricultores familiares rurais, que fazem o cultivo da banana de forma orgânica, ao promover maior sustentabilidade local.

Palavras-chave: Biomassa de banana verde, massa de nhoque, alimento saudável, alimento funcional.

ABSTRACT

One of the biggest public health problems worldwide is the increase in obesity rates over the years in a wide age group of the population, triggering other metabolic disorders such as dyslipidemia, or type 2 diabetes and high blood pressure. A large portion of the population consumes industrialized foods on a constant and daily basis, consisting of high energy density and low nutritional value in an exacerbated manner. For this reason, the introduction of healthier preparations in human nutrition is highly necessary. Green banana biomass (GBB) is reported as an ingredient consisting of functional and technological properties, being applied in the formulation of various preparations, making them healthier and more nutritious. The aim of the present work was to develop a GBB, to apply it in preparation of gnocchi, to determine its physical-chemical characteristics, functional and technological properties, comparing it to a conventional formulation of gnocchi of potato (*Solanum tuberosum* L.) and gnocchi orange-fleshed sweet potato (OFSP) (*Beauregard*). For the formulation of GBB gnocchi, a biomass from silver bananas harvested in the green ripening stage of the cultivar BRS Platina was used in the Integrated System of Agroecological Production in Seropédica-RJ. Biomass was obtained by cooking bananas and the gnocchi mass was formulated with brown rice flour, olive oil and salt. After cooking, centesimal composition, total energy value, minerals, total fatty acid profile, phytosterols, atherogenic and thrombogenic index, color and microbiological analyzes were determined. The results showed that GBB gnocchi had a lower content of lipids, carbohydrates and calories in relation to OFSP gnocchi and also has a higher nutritional quality in relation to conventional English potato gnocchi, due to the fact that GBB enriches its essential fatty acid profile, phytosterols, dietary fiber content, antioxidant action and the quality of its lipid fraction, in addition to reducing its caloric and saturated fat content. This GBB gnocchi preparation can be classified as a functional food, as it is fiber source and phytosterols, in addition to being safe for consumption, as it meets satisfactory microbiological standards for food. Therefore, the application of GBB in preparation of gnocchi brings benefits to the food industry and its consumers, as it can develop products with greater health, following the market trend and serving its consumers in the search for less processed and more natural foods. It benefits the population with low purchasing power in terms of access to healthier and quality food, as well as rural family farmers, who grow bananas organically, by promoting greater local sustainability.

Keywords: Green banana biomass, gnocchi pasta, healthy food, functional food.

1. INTRODUÇÃO

O estilo de vida e os hábitos alimentares são dois grandes fatores que impactam diretamente na saúde e conseqüentemente na qualidade de vida de um indivíduo. Uma alimentação inadequada com desequilíbrio energético e excesso de alimentos industrializados, acarreta no aumento dos índices de obesidade (HINOJOSA AMAYA, 2017).

A obesidade é um grande problema de saúde pública, a qual está associada ao desenvolvimento de doenças crônicas que acometem efeitos adversos ao organismo, como a dislipidemia, diabetes tipo 2 e hipertensão arterial, que ao longo dos anos, vêm aumentando significativamente em uma ampla faixa etária da população, somando 70% das mortes em todo o mundo (WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO, 2018a).

O Brasil é um grande produtor de gêneros alimentícios, tais como legumes, verduras e frutas, porém estes possuem um alto índice de desperdício, principalmente a banana em seus diferentes estágios de maturação (MENDONÇA et al., 2017).

A banana verde tem sido utilizada na alimentação sob a forma de biomassa, a qual vem crescendo amplamente ao longo dos últimos anos, em virtude de pesquisas quanto as suas propriedades nutricionais, funcionais e tecnológicas (IZIDORO et al., 2008; DIAS et al., 2011; MENESES, MOLINA e VARGAS, 2011; DINON et al., 2014; PADAM et al., 2014; OLIVEIRA et al., 2015; MARQUES et al., 2016; COSTA et al., 2017; FERNANDES et al., 2017; MARQUES; ANTUNES; GAMA, 2017; MENDONÇA et al., 2017; SILVEIRA et al., 2017; SOUZA et al., 2018; VOGADO et al., 2018; CASSETTARI et al., 2019).

Essas propriedades são decorrentes da presença do amido resistente em sua composição, o qual não é digerido e nem absorvido pelo epitélio intestinal, pelo fato deste possuir uma alta resistência a ação hidrolítica promovida pelas enzimas digestivas secretadas ao longo do trato gastrointestinal, chegando praticamente intacto ao intestino (CASSETTARI et al., 2019).

Desta forma, a BBV promove efeitos funcionais como a redução dos níveis sanguíneos de glicose e colesterol, ação prebiótica sob a microbiota intestinal, aumento dos movimentos peristálticos, melhoria do trânsito intestinal, reversão de quadros de constipação e auxílio na redução do desenvolvimento do câncer de cólon, além da obesidade, em virtude de seu efeito hipoglicêmico sob os alimentos aplicados (COSTA et al., 2017; CASSETTARI et al., 2019).

A BBV também possui efeitos tecnológicos por sua ação espessante, gelificante e emulsificante (PADAM et al., 2014), além de não alterar a cor, aroma e sabor dos alimentos, podendo ser utilizada em preparações doces e salgadas (RANIERI e DELANI, 2014; MARQUES et al., 2016; CASTELO-BRANCO et al., 2017; COSTA et al., 2017).

Sua aplicação nessas preparações acarreta em alimentos mais nutritivos e saudáveis, através da substituição de ingredientes industrializados, ricos em gorduras e açúcares, comumente utilizados em formulações tradicionais de biscoitos, produtos de panificação, embutidos e sobremesas pelas indústrias de alimentos (JAHROMI e NIAKOUSARI, 2018).

Logo, essa aplicação se torna bastante conveniente para a indústria alimentícia, que vem buscando atribuir maior saudabilidade em seus produtos, com redução de aditivos químicos e ingredientes super energéticos, ricos em açúcares simples, gorduras saturadas e hidrogenadas, afim de atender ao mercado consumidor, que ultimamente vem buscando por alimentos menos processados, mais saudáveis e naturais (PIRES, 2020; SHAMMAKH; ALI; SHAARI, 2020; BOUKID, 2021; WAN et al., 2021; SANTOS et al., 2021; SOUTO et al., 2021).

O uso da BBV em preparações alimentícias também se torna bastante conveniente ao conceder maior acesso da população de baixa renda à alimentos mais saudáveis e de qualidade, uma vez que a banana é um alimento que possui baixo custo e grande produtividade agrícola (AZIZ et al., 2011; ALMEIDA-JUNIOR et al., 2017), além destas preparações poderem ser

inseridas a essa população através de ações sociais promovidas pelo governo federal, como o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), por exemplo (BRASIL, 2013).

A aplicação de BBV em massas alimentícias (pães, bolos, biscoitos e empadas) tem melhorado seu perfil nutricional, tornando alimentos mais saudáveis, com redução de lipídios, calorias e aumento de fibras, sem alterar suas características sensoriais (DIAS et al., 2011; OLIVEIRA, 2015; MARQUES et al., 2016; SILVA et al., 2017a; SOUZA et al., 2018).

Face ao exposto, o objetivo deste presente trabalho foi desenvolver uma preparação de nhoque de BBV, determinar suas propriedades nutricionais e funcionais e compará-la à preparações convencionais de nhoques de batata inglesa e de batata-doce de polpa alaranjada.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Desenvolver uma preparação de nhoque de biomassa de banana verde, determinar o seu perfil nutricional, funcional, comparando-a à uma preparação convencional de nhoque de batata inglesa (*Solanum tuberosum* L.) e de nhoque de batata-doce de polpa alaranjada (*Beauregard*).

2.2. Objetivos específicos

- Determinar o perfil de ácidos graxos totais, fitosteróis totais e os índices de qualidade nutricional da fração lipídica em diferentes biomassas de banana verde;
- Aplicar a biomassa de banana verde prata (*Musa* sp.) da cultivar BRS Platina em preparação de nhoque, por esta apresentar baixo conteúdo de lipídios, ácidos graxos saturados, índice de qualidade nutricional lipídica e altos teores de ácidos graxos essenciais, fitosteróis, compostos fenólicos e vitamina C em relação às outras duas biomassas de banana verde analisadas;
- Determinar as propriedades físico-químicas do nhoque de biomassa de banana verde cozido;
- Avaliar as condições microbiológicas do nhoque de biomassa de banana verde cozido;
- Comparar a composição nutricional do nhoque de BBV cozido com a de nhoques cozidos de batata inglesa (*Solanum tuberosum* L.) e batata-doce de polpa alaranjada (*Beauregard*).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Todas as análises físico-químicas foram realizadas em amostras de biomassa de banana verde e nhoque de BBV nos Laboratório de Fermentações e Análise Instrumental do Departamento de Tecnologia de Alimentos (DTA), situado no Instituto de Tecnologia (IT) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), *campus* Seropédica. Apenas a análise de fibra alimentar total no nhoque de BBV que foi realizada no Laboratório de Físico-Química da EMBRAPA Agroindústria de Alimentos, no município do Rio de Janeiro.

3.1. Biomassa de banana verde

Como base para a obtenção das BBV, foram utilizados cultivares de banana prata (*Musa* sp.) com manejo orgânico das variedades BRS Platina, Fhia 01 e Fhia 18 (Figuras 6, 7 e 8), entre o 1° e 2° estágio de maturação, apresentando suas cascas verdes (LOESECKE, 1950), em virtude desses gêneros serem cultivados no Sistema Integrado de Produção Agroecológica localizado em Seropédica, Rio de Janeiro – RJ (22° 48'00" de Latitude Sul e 43° 41'00" de Longitude Oeste), o qual possui parceria com a Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.



Figura 6. Banana verde Prata (*Musa* sp.) da cultivar BRS Platina



Figura 7. Banana verde Prata (*Musa* sp.) da cultivar Fhia 01



Figura 8. Banana verde Prata (*Musa* sp.) da cultivar Fhia 18.

3.1.1. Elaboração da biomassa de banana verde

A BBV foi elaborada segundo Marques et al. (2016) com adaptações (Figura 8).

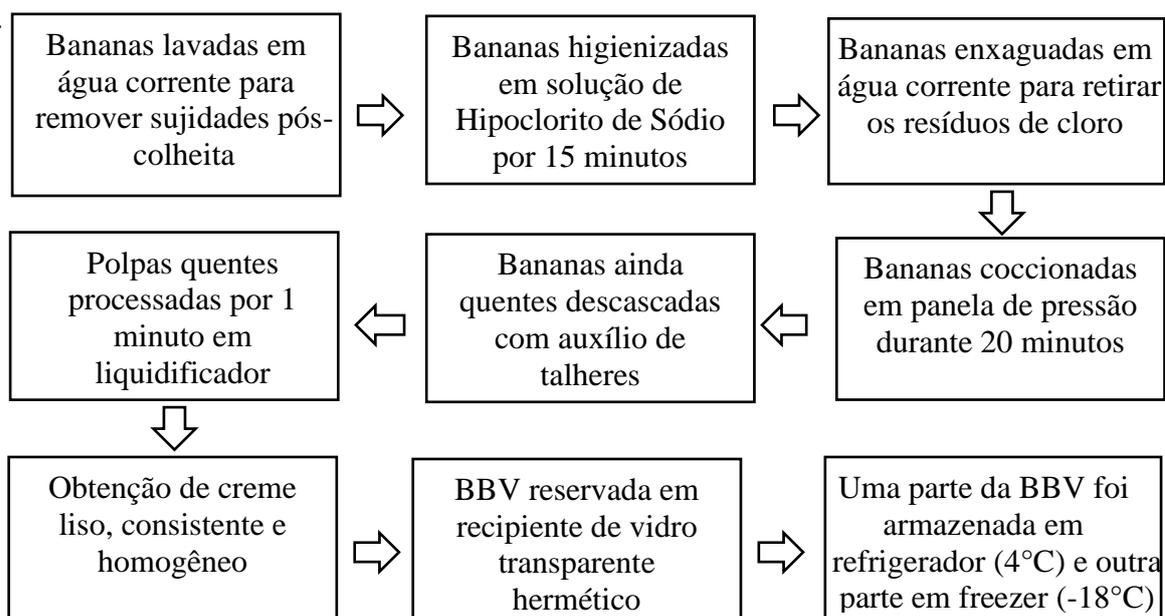


Figura 9: Fluxograma da obtenção da biomassa de banana verde

As pencas das bananas foram desmembradas em dedos com auxílio de uma faca e suas cascas passaram por inspeção visual para averiguar a presença de defeitos, como manchas descoloridas na casca e lesões que atingissem a polpa.

As bananas selecionadas (1 Kg de cada cultivar) foram higienizadas com solução de hipoclorito de sódio (200 ppm) durante 15 minutos e enxaguadas em água corrente.

As bananas foram cozidas em panela de pressão (Panela de Pressão Polida 10L 24cm, Tramontina[®], São Paulo, Brasil) com capacidade de 10 litros em água fervente por 20 minutos.

Após essa etapa, as bananas ainda quentes foram descascadas com auxílio de garfo e faca de aço inoxidável (Tramontina[®], São Paulo, Brasil) e processadas em liquidificador (PH900, Philco[®], São Paulo, Brasil) até a obtenção de um creme liso e homogêneo.

As BBV foram transferidas para recipientes de vidro herméticos. Parte foi armazenada a -18°C em freezer (ECH350, Esmaltec[®], Ceará, Brasil) até a realização das análises e a outra em refrigerador (TC41, Continental[®], Curitiba, Brasil) a 4°C para a elaboração do nhoque.

3.1.2. Nhoque à base de biomassa de banana verde

Para a formulação da massa de nhoque foram utilizadas 950 g de biomassa de banana verde (49% p/p), 400 g de farinha de arroz integral (40% p/p), 100 ml de azeite de oliva (10% p/p) e 5 g de sal (0,5% p/p), os quais foram obtidos no comércio local do município do Rio de Janeiro/RJ, exceto a biomassa de banana verde.

3.1.3. Formulação do nhoque à base de biomassa de banana verde

A formulação do nhoque foi realizada segundo o modo de preparo do nhoque de batata inglesa descrito na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO, 2011) (Figura 9).

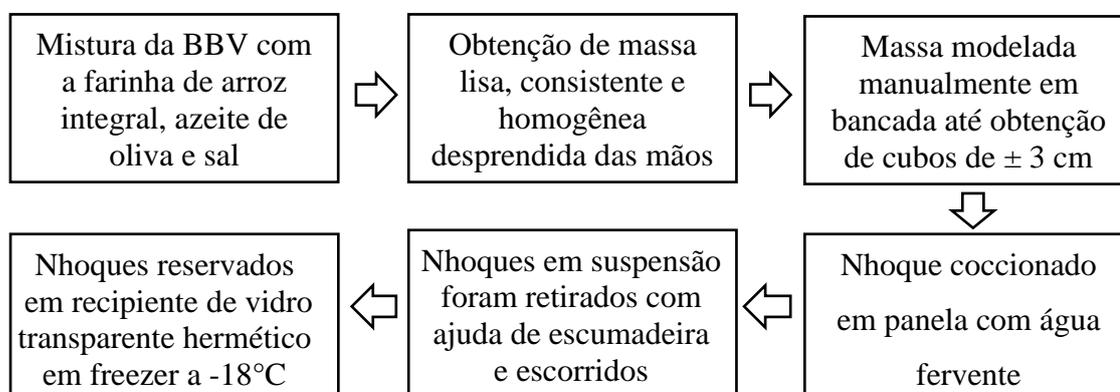


Figura 10: Fluxograma da preparação do nhoque à base de biomassa de banana verde

Todos os ingredientes foram misturados, obtendo uma massa consistente e homogênea, a qual foi manipulada de forma manual até a formação de cubos, de aproximadamente 3 cm, os quais foram cozidos em panela de aço inox (Tramontina[®], São Paulo, Brasil) em água fervente.

Os nhoques suspensos sob a água de cocção, indicando seu ponto final de cozimento, foram retirados com auxílio de escumadeira e escorridos. Posteriormente, os nhoques foram dispostos em recipiente hermético e armazenados em freezer (Esmaltec[®], ECH350, Ceará, Brasil) a temperatura de -18°C até o momento da realização das análises.

Nesta formulação foi utilizada farinha de arroz integral em substituição a farinha de trigo refinada (comumente utilizada em formulações convencionais de nhoque) a fim de torná-la mais saudável, por este ingrediente reduzir seu índice glicêmico e aumentar seu teor de fibras.

Todos os parâmetros de produção e cozimento do nhoque foram obtidos através da realização de testes preliminares.

3.1.4. Determinação de fitosteróis, perfil de ácidos graxos e índices de qualidade nutricional lipídica em biomassas de banana verde

Foram determinados os teores de fitosteróis, ácidos graxos totais e índices de qualidade nutricional lipídica (índice de aterogenicidade, índice de trombogenicidade e relação de ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos) em três biomassas de banana verde elaboradas com diferentes cultivares de bananas verdes prata.

3.1.5. Determinação do valor nutricional em nhoque de biomassa de banana verde

A determinação do valor nutricional em nhoque de BBV foi realizada através da análise de composição centesimal, obtendo teores de umidade, proteínas, lipídios, cinzas, fibra alimentar total e carboidratos, além do valor energético total, minerais, ácidos graxos totais, índices de qualidade nutricional lipídica, fitosteróis totais, compostos fenólicos totais e cor.

Os resultados foram comparados com as informações nutricionais da formulação de nhoque de batata inglesa (*Solanum tuberosum* L.), descrito na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO, 2011), e da formulação de nhoque de batata-doce de polpa alaranjada (*Beauregard*) em estudo realizado por Silva, Rossini e Carvalho (2016).

Esse fato é justificado por essas preparações de nhoque serem formuladas de modo convencional, onde são comumente utilizados ingredientes processados e de origem animal, como também por estas preparações serem mais consumidas pela população. Enquanto que na formulação do nhoque de BBV, foram utilizados ingredientes integrais e de origem vegetal, onde a população não possui tanto conhecimento, acesso e consumo.

3.1.6. Perfil de fitosteróis em biomassas de banana verde e nhoque

Os fitosteróis foram extraídos por saponificação direta, segundo Saldanha et al. (2006). Foi adicionado 1 g da amostra seca em tubo de rosca de 60 ml com 10 ml de KOH a 2% em Solução Etanólica e homogeneizada à temperatura ambiente por 22 horas no escuro. Para a extração da matéria insaponificável, foram adicionados 5 ml de água destilada e 10 ml de Hexano. Essa mistura foi submetida a vórtice e deixada em repouso até a separação da fração hexânica. A extração foi repetida por 3 vezes, totalizando 4 extrações. Após, a solução foi seca em evaporador rotatório (Fisatom, SL-126) à temperatura ambiente. O resíduo obtido foi dissolvido em 3 ml de Hexano e transferido para frasco de rosca, dissecado em estufa de secagem com circulação e renovação de ar (SOLAB, SL 102) a 30°C por 24 horas. Após essa etapa, as amostras foram armazenadas a temperatura de -18°C em freezer (Esmaltec®, ECH350, Ceará, Brasil) até a realização da leitura e determinação em Sistema de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência Acoplada à Espectrometria de Massas (Shimadzu Prominence).

3.1.7. Determinação de ácidos graxos totais em biomassas de banana verde e nhoque

Os ácidos graxos foram convertidos a ésteres metílicos por transesterificação de acordo com Zhu et al. (2011), onde foi pesado 0,05 g de amostras em tubo de ensaio e adicionado 2 ml

de solução de Metóxido de Sódio (2,5 M), sendo sonificada em ultrassom (Elmasonic P, Elma Schmidbauer GmbH) por 10 minutos (40 Hz). Em seguida, adicionou-se 0,1 ml de Ácido Acético Glacial, 2,5 ml de solução saturada de NaOH e 1 ml de Hexano. Os tubos foram agitados em vórtex e deixados em temperatura ambiente durante 10 minutos para separação da fração hexânica. Esse processo foi repetido por 3 vezes, adicionando-se 1 ml de Hexano a cada retirada. Os tubos contendo a fração hexânica foram dessecados em estufa ventilada (SOLAB, SL 102) a temperatura de 40°C e as amostras foram ressuspensas com Hexano UV-HPLC (700 µl) e padrão interno (éstermetílico do ácido undecanóico, 300 µl). As análises cromatográficas foram realizadas de acordo com Saldanha, Benassi e Bragnolo (2008).

3.1.8. Índices de qualidade nutricional lipídica em biomassas de banana verde e nhoque

Os índices de qualidade nutricional da fração do conteúdo lipídico presente nas amostras de biomassa de banana verde e no nhoque de BBV foram determinados de acordo com Lopes et al. (2014) através da análise do perfil de ácidos graxos totais, considerando três índices:

- Índice de Aterogenicidade (IA), o qual foi calculado a partir da equação I:

$$(IA) = [(C12:0 + 4 \times C14:0 + C16:0)] / (\Sigma AGMI + \Sigma n-6 + \Sigma n-3) \quad (I)$$

- Índice de Trombogenicidade (IT), o qual foi calculado a partir da equação II:

$$(IT) = (C14:0 + C16:0 + C18:0) / [(0,5 \times \Sigma AGMI) + (0,5 \times \Sigma n-6) + (3 \times \Sigma n-3) + (\Sigma n-3/n-6)] \quad (II)$$

- Relação de ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos (HH), o qual foi calculado a partir da equação III:

$$(HH) = \frac{(C18:1n-9 + C18:2n-6 + C20:4n-6 + C18:3n-3 + C20:5n-3 + C22:5n-3 + C22:6n3)}{(C14:0 + C16:0)} \quad (III)$$

3.1.9. Determinação da composição centesimal, minerais e cor instrumental em nhoque

3.1.10. Umidade, proteína e cinzas

Os teores de umidade foram determinados por dessecação em estufa a 105°C por 8 horas, de proteína pela digestão Kjeldahl e de cinzas por incineração em mufla a 550°C por 24 horas, de acordo com os métodos gravimétricos do Instituto Adolfo Lutz (1985).

3.1.11. Lipídeos totais

O teor lipídico foi determinado por extração com clorofórmio segundo Zhu et al. (2011) com adaptações. A amostra (10 g) seca e triturada foi adicionada em tubo falcon com 45 ml de clorofórmio. A solução foi submetida à centrifuga de bancada (FANEM, 204-N) por 30 minutos a 3.000 rpm. Após, a solução foi filtrada em balão de fundo chato, tarado, e colocado em evaporador rotatório (Fisatom, SL-126) para extração do clorofórmio e disposto em estufa de secagem com circulação e renovação de ar (SOLAB, SL 102) à 30°C por 18 horas. Os balões

foram dispostos em dessecador até atingir a temperatura ambiente e pesados em balança gravimétrica analítica (Shimadzu, ATY224). O teor de lipídios foi calculado pela equação IV.

$$\text{Lipídios (\%)} = \frac{100 \times N}{P} \quad (\text{IV})$$

Onde:

N = Peso dos lipídios em gramas (g)

P = Peso da amostra em gramas (g)

3.1.12. Carboidratos totais e fibra alimentar total

O teor de carboidratos totais foi determinado pelo método de diferença, de acordo com a Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 2010) e o de fibra pelo método gravimétrico-enzimático de AOAC 2009.01 para rotulagem de alimentos (2009).

3.1.13. Valor energético total (VET)

O valor energético total, foi calculado utilizando os fatores de conversão da RDC n° 360 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2003a) de acordo com a equação V.

$$\text{VET (Kcal)} = (C \cdot 4) + (P \cdot 4) + (L \cdot 9) \quad (\text{V})$$

Onde:

C = Carboidratos em gramas (g)

P = Proteínas em gramas (g)

L = Lipídios em gramas (g)

3.1.14. Amido total

O teor de amido total foi determinado por hidrólise ácida prévia do amido em açúcares, procedida de sua quantificação segundo Lane e Eynon, adaptada (ASEAN Manual of Food Analysis, 2011). As amostras (2 g) foram pesadas em Erlenmeyer de 500 ml, adicionado 200 ml de água destilada com 1 ml de NaOH a 10% p/v, submetidos em autoclave a 121°C por 60 minutos e posteriormente resfriadas em temperatura ambiente. Neste mesmo Erlenmeyer, foram adicionado 10 ml de HCl concentrado e aquecido em autoclave (1 atm.) por 30 minutos. Quando resfriadas a temperatura ambiente, as amostras foram neutralizadas com solução NaOH à 40% e deixadas em repouso durante 2 horas para a sedimentação de coloides. Após, as amostras foram filtradas e transferidas para balão volumétrico de 500 ml e avolumadas. O material filtrado foi utilizado como titulante. Em um erlenmeyer de 250 ml foram adicionados 10 ml da solução de Fehling (5 ml da solução A e 5 ml da solução B) com 40 ml de água destilada e pérolas de vidro, sendo aquecidos até a ebulição, sendo adicionado 3 gotas de azul de metileno a 1%. O material foi mantido em ebulição até a viragem da cor azul escuro para “vermelho tijolo”. O percentual de amido total foi calculado utilizando-se a equação VI.

$$\text{Amido (\%)} = \frac{\text{FC} \cdot 500 \cdot 100 \cdot 0,9}{\text{V.P}} \quad (\text{VI})$$

Onde:

FC = Título da solução de Fehling

V = Quantidade em ml da solução da amostra gasto na titulação

P = Peso da amostra em gramas (g)

0,9 = Valor atribuído quando amostra apresenta, em geral, elevado teor de amido

3.1.15. Minerais (cálcio, potássio, magnésio, manganês, ferro, cobre, zinco e sódio)

Os teores de minerais foram determinados de acordo com o método USEPA 3050 (EDGEELL, 1989), do qual 1 g das amostras foi digerida com 10 ml de HNO₃ por 10 minutos à 95,5°C em bloco digestor aberto. Após, as amostras foram resfriadas, sendo adicionado mais 5 ml de HNO₃ e digeridas novamente, durante 2 horas. Posteriormente, com as amostras já resfriadas, foi adicionado 2 ml de água destilada e 3 ml de H₂O₂ à 30%. Em seguida, as amostras foram digeridas à 95,5°C durante 2 horas. Após, com as amostras resfriadas, adicionou-se 5 ml de HCl e 10 ml de água destilada nas mesmas, as quais foram aquecidas à 95,5°C por 5 minutos. Posteriormente, os extratos obtidos foram filtrados e armazenados em tubos de teflon e submetidos a leitura em espectrofotômetro de absorção atômica de chama ar-acetileno (AA500, PG Instruments) para a quantificação dos teores de minerais (Ca, K, Mg, Mn, Fe, Cu, Zn e Na).

3.1.16. Cor

Os parâmetros de cor foram determinados segundo Ndanguí et al. (2014) em leitura com colorímetro (MiniScan EZ, Brasil) com as coordenadas L*, a*, b* do sistema CIELab. Foram dispostas amostras para preencher o fundo de uma placa de Petri. Os resultados foram expressos em L* para luminosidade, com variação do preto (L*= 0) ao branco (L*= 100), a* para variação do verde (-a*) ao vermelho (+a*) e b* para variação do azul (-b*) ao amarelo (+b*).

3.1.17. Análises microbiológicas

As análises microbiológicas no nhoque de BBV foram realizadas pelo Laboratório Bioqualitas Análises de Alimentos e Treinamentos Contínuos LTDA, localizado na Avenida Presidente Vargas, nº 534/2º andar - Centro do município do Rio de Janeiro/RJ.

As amostras congeladas foram encaminhadas ao laboratório em embalagem de polietileno esterilizada, determinando o perfil de Coliformes a 35°C e 45°C, *Salmonella* sp., *Bacillus cereus* e Estafilococos coagulase positiva, de acordo com a Legislação Brasileira de Padrões Microbiológicos para Alimentos, onde o nhoque de BBV foi classificado como “massas alimentícias frescas”, disposto na RDC nº 12 da ANVISA (BRASIL, 2001).

Foram utilizadas metodologias recomendadas pelo Órgão de Inspeção Sanitária Brasileiro (BRASIL, 2003b) e a ISO 6579-1:2017; ABNT NBR ISO 7932:2016; IN 30/2018 MAPA; ABNT NBR ISO 6888-3:2017; ISSO 7937:2004; ISO 21528-2:2017; ISO 11.290- 1 e 2: 2017; ABNT NBR ISO 4833-1 e 2:2015; ISO 21872-1:2017; ISO 13720:2010; ISO 21527-1 e 2:2008; ISO 10273:2017. Contudo essa RDC foi revogada pela Instrução Normativa nº 60, de 23 de dezembro de 2019 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

3.2. Análises estatísticas

Todas as análises foram realizadas com amostras em triplicata. Os dados finais foram expressos como valor médio e desvio padrão, sendo aplicado o teste de Análise de Variância

(ANOVA). Quando os resultados foram significativos entre si, foi aplicado o teste de Tuckey, onde as médias foram comparadas utilizando o teste de menor diferença significativa ao nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$) com o Software Statistica 7.0[®].

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de fitosteróis, ácidos graxos totais e qualidade da fração lipídica das BBV estão apresentados na Tabela 7.

Tabela 7. Fitosterol, perfil de ácidos graxos totais e qualidade da fração lipídica de biomassas de banana verde prata (BRS Platina, Fhia 18 e Fhia 01).

Fitosterol (g/100 g)	Biomassa de Banana Verde		
	BRS Platina	Fhia 18	Fhia 01
Estigmasterol	22,42 ± 0,16 ^a	18,30 ± 0,25 ^b	10,27 ± 0,47 ^c
β-sitosterol	25,89 ± 0,18 ^a	19,45 ± 0,90 ^b	13,40 ± 0,25 ^c
Ácidos Graxos (mg/100)			
Ácido Palmítico (C16:0)	28,5 ± 0,90 ^c	56,15 ± 0,26 ^a	44 ± 0,35 ^b
Ácido Palmitoleico (C16:1cis)	1,80 ± 0,25 ^c	28,00 ± 0,15 ^b	4,2 ± 0,48 ^a
Ácido Margárico (C17:0)	0,10 ± 0,21 ^c	2,75 ± 0,16 ^a	0,50 ± 0,03 ^b
Ácido Margaroléico (C17:1)	3,40 ± 0,17 ^b	20,00 ± 0,30 ^a	1,50 ± 0,13 ^c
Ácido Esteárico (C18:0)	1,40 ± 0,92 ^c	35,70 ± 0,25 ^a	3,30 ± 0,20 ^b
Ácido Cis-Oléico (C18:1ω9)	44,90 ± 0,11 ^b	20,47 ± 0,50 ^a	9,30 ± 0,81 ^c
Ácido Trans-Oléico (C18:1ω9)	Não detectado	Não detectado	0,2 ± 0,17 ^a
Ácido Linoleico (C18:2ω6c)	51,10 ± 0,74 ^c	92,40 ± 0,33 ^a	63,50 ± 0,51 ^b
Ácido Trans-Linoleico (C18:2 ω6)	Não detectado	Não detectado	Não detectado
Ácido α-linolênico (C18:3ω3)	Não detectado	35,10 ± 0,55 ^a	23,00 ± 0,76 ^b
Ácido EPA ¹ (C20:5ω3)	0,50 ± 0,39 ^c	12,70 ± 0,02 ^a	1,00 ± 0,11 ^b
AG ² Graxos Saturados Totais	31,85 ± 0,41 ^c	63,20 ± 0,09 ^a	49,30 ± 0,32 ^b
AG Mono-insaturados Totais	8,20 ± 0,21 ^c	26,25 ± 0,13 ^a	18,2 ± 0,52 ^b
AG Saturados Totais	51,60 ± 0,42 ^c	128,82 ± 0,25 ^a	64,50 ± 0,46 ^b

AG Poli-insaturados			
Totais			
³ Σ Ácidos Graxos Ômega-3	0,56 ^c	36,35 ^a	1,00 ^b
Σ Ácidos Graxos Ômega-6	51,1 ^c	92,48 ^a	63,5 ^b
ω-6/ω-3	91,25	2,544	63,5
Índice de Qualidade Nutricional Lipídica			
Índice Aterogênico (IA)	0,0006 ^a	0,0091 ^b	0,0010 ^c
Índice Trombogênico (IT)	0,0012 ^b	0,0088 ^a	0,0019 ^b
⁴ HH	0,0026 ^a	0,0664 ^b	0,0030 ^c

¹EPA: Ácido Eicosapentaenóico; ²AG: Ácidos Graxos; ³ΣÁcidos Graxos Ômega-3 e Ômega 6: Somatório total de ácidos graxos ômega-3 e ômega-6; ⁴HH: Razão de ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos. Os valores são médias de triplicata ± desvio padrão; Valores na mesma linha seguidos por letras diferentes diferem significativamente no teste de Tukey (p ≤ 0,05).

4.1. Fitosteróis

Os fitosteróis, também denominados esteróis vegetais, são grupos de substâncias que possuem sua estrutura química semelhante à do colesterol, apresentando algumas distinções, como a presença do grupo metil ou etil no carbono 24 (MOREAU; WHITAKER; HICKS, 2002; SIVAKUMAR et al., 2006; GHANBARI et al., 2012), havendo ampla classe desses compostos, com destaque para o Campesterol, Estigmasterol e β-sitosterol (SIVAKUMAR et al., 2006).

Diferentemente do colesterol, os fitosteróis estão presentes de forma natural na estrutura das membranas celulares de alimentos de origem vegetal (MOREAU; WHITAKER; HICKS, 2002), como as sementes oleaginosas (azeitona) (GHANBARI et al., 2012; SIVAKUMAR et al., 2006), cereais integrais (milho e arroz) (NORTON, 1995), frutas (tomate), legumes e verduras (pimentão) (MOREAU; WHITAKER; HICKS, 2002).

Os fitosteróis são tidos como biocompostos funcionais por acarretarem feitos benéficos à saúde, como a redução dos níveis séricos de LDL-colesterol (MIETTINEN; VANHANEN; WESTER, 1996; LICHTENSTEIN, 2002) sem diminuir os níveis de HDL-colesterol, além de reduzir o desenvolvimento de doença cardíaca coronária (WESTSTRATE e MEIJER, 1998; MOREAU; WHITAKER; HICKS, 2002) e o desenvolvimento de doenças degenerativas como o câncer de próstata, de mama e de cólon (AWAD et al., 2000).

Entre as três BBV analisadas, foram identificadas duas classes de fitosteróis: Estigmasterol e β-sitosterol, variando estatisticamente entre si (p ≤ 0,05) (Tabela 6). Esses teores estão de acordo com Oliveira et al. (2008) em extratos lipofílicos obtidos de resíduos de polpas de banana verde (*Dwarf Cavendish*), onde os fitosteróis apresentados em maior concentração foram, além do Campesterol, o β-sitosterol e o Estigmasterol.

Os teores de Estigmasterol obtido nas três BBV do presente trabalho foram superiores (Tabela 7) ao apresentado pelo autor supracitado, onde este obteve 0,65 mg/Kg de Estigmasterol, enquanto que os teores observados nas BBV BRS Platina e Fhia 01 foram maiores ao reportado por Knapp e Nicholas (1969a) em polpas de bananas (*Musa sapientum* L.), com 16 g/100 g de Estigmasterol, e maiores ao encontrado na BBV Fhia 18.

O teor de β-sitosterol reportado pelos autores supracitados foi de 72 g/100 g, sendo mais elevados que os teores observados entre as três biomassas analisadas no presente trabalho.

Em contrapartida, Villaverde et al. (2013) encontraram 0,194 a 0,373 g/Kg⁻¹ de Estigmasterol e 0,269 a 0,601 g/Kg⁻¹ de β-sitosterol em cascas de bananas verdes de diferentes cultivares (*Musa*), sendo estes valores menores ao obtido nas biomassas do presente trabalho.

Entretanto, os teores de β -sitosterol reportados por Oliveira et al. (2008) em extratos lipofílicos apresentados em resíduos de polpa de banana verde (*Dwarf Cavendish*) foram menores (325 mg/Kg) ao obtido entre as três BBV do presente estudo (Tabela 7).

Essa diferença observada pode ser justificada pelo fato das concentrações de fitosteróis, tanto na casca quanto na polpa de bananas, diferirem de forma acentuada entre si apesar destes constituintes serem os mesmos, uma vez que são tecidos celulares que apresentam estruturas distintas (KNAPP e NICHOLAS, 1969b), como foi observado por Oliveira et al. (2008) em extratos lipofílicos obtidos de resíduos de banana verde (*Dwarf Cavendish*), onde o maior conteúdo de fitosteróis foi encontrado em cascas de banana verde com relação as suas polpas.

4.2. Ácidos graxos totais

Os ácidos graxos (AG), também denominados ácidos carboxílicos, são compostos moleculares que apresentam graus diferentes de saturação, de comprimento molecular e concentrações na matriz dos alimentos. São constituídos de variadas quantidades de átomos de carbono e hidrogênio, apresentando em sua estrutura molecular um grupo carboxila. Esses AG apresentam-se sob a forma linear e ramificada, sendo classificados como ácidos graxos saturados e insaturados (SOUZA; MATSUSHITA; VISENTAINER, 1998).

Os ácidos graxos insaturados apresentam uma ou mais duplas ligações em sua molécula, sendo classificado como AG monoinsaturados e AG poli-insaturados, dos quais são geralmente encontrados em óleos vegetais, promovendo diversos benefícios ao organismo humano, com destaque para os efeitos cardioprotetores, como a redução dos níveis sanguíneos de LDL-colesterol e diminuição dos índices de desenvolvimento de síndromes metabólicas e doenças que acometem o sistema cardiovascular (O'CONNOR e RUDKOWSKA, 2019).

Enquanto que os AG saturados, não apresentam duplas ligações em sua molécula, sendo encontrados principalmente em gorduras de origem animal e relacionados a efeitos adversos a saúde, como a elevação dos níveis sanguíneos de LDL-colesterol e consequente aumento do risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares (WANG e HU, 2017).

Entretanto, diferentes ações metabólicas, funções biológicas e respostas fisiológicas associadas aos AG saturados, que dispõem de diferentes comprimentos de cadeia específicos, foram observadas de acordo com a fonte alimentar a qual estes são provenientes, podendo ser proposta uma classificação de AG saturados em relação a sua atividade biológica ao invés de sua estrutura química molecular (POUDYAL e BROWN, 2015).

Além dessas ações distintas que os AG promovem ao organismo, os mesmos apresentam diversas funções importantes e essenciais ao mesmo, como auxílio na absorção e transporte de vitaminas lipossolúveis (A, D, E e K), construção e reparo de membranas celulares, constituição da bainha de mielina dos neurônios, síntese hormonal e de estruturas teciduais, além de agir como isolante térmico, dentre outras funções metabólicas (GERMAN e DILLARD, 2004).

De acordo com os dados apresentados na tabela 6, pode-se observar que entre as frações lipídicas das biomassas analisadas, o ácido Palmítico e Linoléico foram os que apresentaram maior concentração (Tabela 6), estando de acordo com Goldstein e Wick (1969) quanto a composição lipídica de polpas e cascas de bananas verdes e maduras, sendo também encontrados maiores teores para ácidos Linoléico e Palmítico em polpa de banana verde, o mesmo fato ocorreu com Meechaona et al. (2007) quanto ao teor de ácidos graxos em bananas tailandesas, sendo observada uma das maiores concentrações para os ácidos Palmítico e Linoléico em polpa de bananas das cultivares “Kluai Khai”, “Kluai Namwa” e “Kluai Hom”.

As maiores concentrações de ácido Cis-Oléico foram para as BBV BRS Platina e Fhia 18, e os ácidos Linoleico e α -linolênico para as BBV BRS Platina e Fhia 18 (Tabela 7).

Também foi observado que a BBV Fhia 18 se destacou quanto ao teor de AG saturados, monoinsaturados e poli-insaturados em relação as BBV Fhia 01 e BRS Platina (Tabela 7). Este fato é justificado por esta biomassa apresentar o maior teor lipídico em sua composição, com média de 2,5 g/100 g de amostra, enquanto que as BBV Fhia 01 e BRS Platina apresentaram 0,18 g e 0,13 g/100 g de amostra, respectivamente (Table 4 - Capítulo 2).

Em sua matriz, o teor de AG Eicosapentaenóico (EPA) foi o que apresentou maior quantidade, além dos AG ω -3 e ω -6 (Tabela 7), que são essenciais ao organismo por este não conseguir sintetizá-los, sendo obtidos através da alimentação (LOPES, et al., 2014).

Estes AG estão relacionados a efeitos benéficos, como a redução dos níveis sanguíneos de LDL-colesterol e o aumento significativo dos níveis de HDL-colesterol (O'CONNOR e RUDKOWSKA, 2019), diminuindo a incidência do desenvolvimento de doenças cardiovasculares, como a hipertensão arterial (GILLINGHAM; HARRIS-JANZ; JONES, 2011), e também a obesidade, da qual, a redução de seu desenvolvimento também está associada à diminuição da resposta inflamatória do organismo promovido por esses AG essenciais (KIEN et al., 2015), somando-se ao fato desses reduzem o tamanho das células adipócitas e o acúmulo de moléculas de lipídio no tecido adiposo (HAMMAD e JONES, 2017).

Outra função de grande relevância promovida por esses nutrientes é a atuação sobre o metabolismo de glicose, aumentando a sensibilidade à insulina e reduzindo assim o risco para o desenvolvimento da resistência à insulina e o diabetes tipo 2 e (PERONA, 2017).

Diante o exposto, a ingestão de forma equilibrada dos AG ω -6 e ω -3 se faz necessária para evitar o desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis, como também, para a promoção e manutenção de uma saúde adequada. Portanto, é recomendado por órgãos regulamentadores que a proporção de ω -6/ ω -3 na alimentação não exceda a faixa de 1:1-2:1, no entanto, nas dietas típicas ocidentais, sua ingestão tem apresentado essa razão bastante excedente, em torno de 15:1 a 16,7:1 (SAINI e KEUM, 2018), podendo acarretar quadros de inflamação crônica no organismo e levando ao desenvolvimento de doenças cardiovasculares, inflamatórias, autoimunes, diferentes tipos de câncer e osteoporose (SIMOPOULOS, 2006).

Nesse sentido, nenhuma das biomassas de banana verde analisadas correspondeu ao perfil desejado de ácidos graxos essenciais em relação à proporção de ω -6/ ω -3 (Tabela 6).

O teor de AG saturados presente no conteúdo lipídico das BBV foram quase inexpressivos, com destaque para as BBV BRS Platina e Fhia 01 (Tabela 7), sendo um fator positivo para a dieta humana, pois estes estão relacionados a efeitos adversos à saúde, como o desenvolvimento de doenças que acometem o sistema cardiovascular (WANG e HU, 2017).

As BBV analisadas apresentaram AG graxos mono e poli-insaturados em sua composição, como também ácidos graxos essenciais da classe ω -3 e 6, que além de promoverem efeitos protetores ao sistema cardiovascular, também desempenham funções essenciais ao funcionamento adequado do sistema neurológico, como a formação e reparo das membranas plasmáticas dos neurônios, permitindo que a transmissão de impulsos nervosos seja realizada em condições normais, garantindo uma adequada função cerebral e, conseqüentemente, a redução do risco do desenvolvimento de doenças degenerativas, como o Alzheimer e diferentes tipos de câncer (LOPES, et al., 2014).

Villaverde et al. (2013) ao analisar o perfil de AG em cascas secas de banana verde (*Musa*) de diferentes cultivares, encontrou 0,351 g a 1,146 g/Kg⁻¹ de AG saturados totais e 0,281 a 1,383 g/Kg⁻¹ de AG insaturados totais.

Kakkad et al. (2015) encontraram 216 mg/100 g de AG palmítico e 226 mg/100 g de AG esteárico em cascas de banana *in natura*, totalizando 486 mg/100 g de AG saturados.

Em relação aos ácidos graxos monoinsaturados, o mesmo autor encontrou um total de 285 mg/100 g, sendo que 250 mg/100 g foram provenientes de ácido Oleico. Com relação ao perfil de ácidos graxos poli-insaturados, estes encontraram um teor total de 228 mg/100 g, sendo que 380 mg/100 g foram provenientes do ácido Araquidônico.

O perfil de AG totais presentes em cascas de bananas apresentou maiores teores ao encontrado nas BBV analisadas no presente trabalho (Tabela 7), estando de acordo com Goldstein e Wick (1969) em polpas e cascas de bananas verdes e maduras, onde os mesmos observaram um teor de até quase 4 vezes maior de lipídios nas cascas de banana em relação à sua polpa, sendo também relatado por Oliveira et al. (2008) em extratos lipofílicos de resíduos de banana verde (*Dwarf Cavendish*), onde observaram o maior conteúdo de AG em cascas de banana verde com relação a polpa de bananas verdes.

Este fato também ocorreu com Orhan, Küsmenoğlu e Şener (2002) em cascas de bananas cruas e secas do grupo *M. Sapientum* (*Cavendish*), onde o maior teor de AG foi obtido nas cascas das bananas cruas com relação às cascas de bananas secas.

Essa diferença observada pode ser justificada ao estado em que ambas as amostras se encontraram no momento da realização das análises. Enquanto que as cascas de banana verde utilizadas por Villaverde et al. (2013) e Kakkad et al. (2015) estavam cruas, havendo a preservação do teor de AG em sua matriz, nas BBV não há a presença de cascas, apresentando apenas suas polpas, as quais passaram por processo de cocção sob elevada temperatura, sendo um dos principais agentes físicos causadores da oxidação de AG em alimentos, reduzindo assim a sua concentração nas BBV em questão (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010).

4.3. Índices de qualidade nutricional lipídica (IQNL)

O IQNL foi proposto por Ulbricht e Southgate (1991) ao analisar a composição de vários AG de um óleo ou gordura quanto aos seus efeitos correlacionados aos níveis sanguíneos de LDL e HDL-colesterol no organismo, sendo considerados AG com efeitos aterogênicos os do grupo saturados, possuindo comprimento de cadeia entre 12 a 16, enquanto que os AG do grupo insaturados, independentemente do número de ligações duplas presentes em sua molécula, são considerados AG que reduzem os efeitos de aterogenicidade no sistema cardiovascular.

Os índices de qualidade nutricional avaliados entre a fração lipídica de AG das diferentes BBV variaram estatisticamente ($p \leq 0,05$) com relação ao IA e HH (Tabela 7). Quanto ao IT, foi observado diferença apenas para a BBV Fhia 18 com relação as BBV Fhia 01 e BRS Platina, as quais apresentaram baixos teores quando comparados a outros alimentos de origem vegetal, como a farinha de bagaços de uva cultivada, que apresentaram IA de 0,32 e 0,18 e de IT de 0,17 e 0,06, respectivamente (LOPES et al., 2014), enquanto que para a polpa da guarirova, os valores foram de 0,69 para IA e de 1,32 para IT (NOZAKI et al., 2012).

Portanto, esse fato demonstra que as três BBV em questão são ingredientes com potencial funcional por apresentar efeitos protetores ao sistema cardiovascular, reduzindo o desenvolvimento de doenças que o acometem, pois quanto mais baixos forem os valores para esses índices na fração do conteúdo lipídico contido na matriz dos alimentos, maior será a qualidade dos grupos de AG com propriedades anti-aterogênicas e anti-trombogênicas nos mesmos, sendo um fator que irá acarretar em baixo potencial do alimento em desenvolver doenças coronárias através da agregação de placas de ateroma nas paredes internas dos capilares sanguíneos que constituem o sistema cardiovascular (TURAN; SÖNMEZ; KAYA, 2007).

Nesse sentido, como a BBV BRS Platina apresentou os menores IQNL, além de baixo conteúdo de AG saturados, e um ótimo perfil nutricional frente às demais biomassas (Table 4 – Capítulo 2), esta foi selecionada para formular o nhoque analisado no presente trabalho.

4.4. Caracterização da composição físico-química de nhoque cozido de BBV

Na tabela 8 é descrito os ingredientes que foram utilizados nas diferentes formulações de nhoques convencionais de batata inglesa (*Solanum tuberosum* L.), batata-doce de polpa alaranjada (*Beauregard*) e nhoque de biomassa de banana verde (BRS Platina).

Tabela 8. Ingredientes utilizados para formulação de nhoques de biomassa de banana verde, batata inglesa e batata-doce de polpa alaranjada.

Nhoques	Formulações	Fontes
Nhoque de Biomassa de Banana Verde (BRS Platina)	- Biomassa de banana verde (950 g) - Farinha de arroz integral (400 g) - Azeite de oliva (100 ml) e sal (5 g)	Autoria própria
Nhoque de Batata Inglesa (BI) (<i>Solanum tuberosum</i> L.)	- Batata inglesa (1 Kg) - Farinha de trigo (1 Kg) - Margarina (40 g) e ovo (2 unidades)	TACO (2011)
Nhoque de Batata-doce de Polpa Alaranjada (BDPA) (<i>Beauregard</i>)	- Batata-doce de polpa alaranjada (63,65-75,81 g) - Farinha de trigo e margarina (15 g) - Fécula de batata (35,86-64,14 g) - Ovo (46 g) e sal (5 g)	Silva, Rossini e Carvalho (2016)

Os nhoques de batata inglesa e batata-doce de polpa alaranjada são preparações que foram formuladas de modo convencional, sendo utilizados ingredientes processados e de origem animal, enquanto que na formulação do nhoque de BBV foram utilizados ingredientes integrais e de origem vegetal, por este fato, seus parâmetros nutricionais foram comparados.

Os resultados encontrados para os parâmetros nutricionais em nhoques cozidos de BBV (BRS Platina), batata inglesa (*Solanum tuberosum* L.) e de batata-doce de polpa alaranjada (*Beauregard*) são apresentados na Tabela 9.

Tabela 9. Caracterização da composição físico-química, perfil de ácidos graxos, fitosteróis, minerais e índice de qualidade nutricional lipídica (IQNL) em nhoques cozidos de biomassa de banana verde, nhoque de batata inglesa e nhoque de batata-doce de polpa alaranjada.

Parâmetros (g/100 g)	Nhoques		
	Biomassa de Banana Verde	¹ Batata Inglesa	² Batata-doce de Polpa Alaranjada
Umidade	56,63 ± 0,44	55,00	59,17 ± 0,52
Cinzas	1,21 ± 0,01	0,5	2,23 ± 0,02
Lipídios	6,16 ± 0,01	1,9	9,27 ± 0,49
Proteínas	3,01 ± 0,13	5,9	0,60 ± 0,20
Fibra Alimentar Total	5,15 ± 0,05	1,8	7,18 ± 0,56
Carboidratos	27,81 ± 0,43	36,8	28,71 ± 0,19
VET (Calorias)	78,84 ± 0,9	181	200,73 ± 4,47

Ácidos Graxos (mg/100 g)			
³ AG Saturado Total	0,58 ± 0,020	0,6	-
AG Monoinsaturado Total	3,91 ± 0,06	0,5	-
AG Poliinsaturados Total	0,65 ± 0,03	0,3	-
Ácido Láurico (C12:0)	0,001 ± 0,02	0,02	-
Ácido Mirístico (C14:0)	0,002 ± 0,00	0,01	-
Ácido Palmítico (C16:0)	0,85 ± 0,17	0,40	-
Ácido Palmitoleico (C16:1)	0,065 ± 0,01	-	-
Ácido Margaroléico (C17:1)	0,065 ± 0,01	-	-
Ácido Esteárico (C18:0)	0,11 ± 0,01	0,15	-
Ácido Oleico (C18:1 ω9c)	3,77 ± 0,28	-	-
Ácido Trans-Oléico (C18:1ω9)	Não detectado	-	-
Ácido Linoleico (C18:2 ω6c)	0,61 ± 0,08	-	-
Ácido Trans-Linoleico (C18:2ω6)	Não detectado	-	-
Ácido α-linolênico (C18:3 ω6)	0,038 ± 0,01	-	-
Ácido Araquídico (C20:0)	0,018 ± 0,01	Traço	-
Ácido Beênico (C22:0)	0,005 ± 0,00	Traço	-
Ácido Lignocérico (C24:0)	0,003 ± 0,00	Traço	-
Fitosteróis (g/100 g)			
Estigmasterol	21,17 ± 0,09	-	-
β-Sitosterol	33,01 ± 0,09	-	-
IQNL			
Índice Aterogênico (IA)	0,011	-	-
Índice Trombogênico (IT)	0,024	-	-
⁴ HH	0,32	-	-
Minerais (mg/100 g)			
Cálcio	7,38 ± 0,05	11	-
Magnésio	12,49 ± 0,23	18	-

Potássio	22,23 ± 0,31	164	-
Manganês	0,18 ± 0,02	0,30	-
Ferro	0,28 ± 0,17	1,6	-
Sódio	4,90 ± 0,42	7	-
Cobre	0,02 ± 0,38	0,10	-
Zinco	0,20 ± 0,05	0,50	-

Valores são médias de triplicata ± desvio padrão; ¹Fonte: Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (2011); ²Fonte: Silva, Rossini e Carvalho (2016); ³AG: Ácido Graxo; ⁴HH: Razão de AG hipo e hipercolesterolêmicos.

4.4.1. Umidade

A umidade representa o teor total de água que se apresenta sob a forma livre e ligada às estruturas químicas presentes na matriz dos alimentos (IAL, 1985).

O teor de umidade obtido no nhoque de BBV foi similar ao teor apresentado em nhoque de BI e BDPA (Tabela 9) e este fato pode ser justificado pelas diferentes matérias-primas utilizadas possuírem teores de umidade similares. A batata-doce de polpa alaranjada possui 74,84% de umidade (DAKO; RETTA; DESSE, 2016), a biomassa de banana verde contém 78,79% (Table 2 – Capítulo 2) e a batata inglesa possui 82,9% de umidade (TACO, 2011).

4.4.2. Cinzas (resíduo mineral fixo)

As cinzas representam a matéria inorgânica total obtida através da queima do material orgânico presente na matriz dos alimentos (YAP et al., 2017), sendo constituídas de variados elementos minerais encontrados sob a forma de cloretos, sulfatos, óxidos, fosfatos e silicato, porém sua composição está diretamente relacionada ao tipo de alimento (CECCHI, 2003).

O nhoque de BDPA e nhoque de BBV apresentaram os maiores teores de cinzas, seguido do nhoque de BI (Tabela 9), pois foram utilizados diferentes matéria-prima em suas formulações, onde a batata-doce de polpa alaranjada possui 4,33% de cinzas (DAKO; RETTA; DESSE, 2016) a BBV 0,80 a 1,14% (DINON et al., 2014; COSTA et al., 2017; SILVA et al., 2017b) e a batata inglesa (*Solanum tuberosum* L.) 0,5% de cinzas em sua composição (TACO, 2011). Além da batata-doce de polpa alaranjada (*Beauregard*) possuir quantidades expressivas de minerais, com destaque para o potássio, magnésio e cálcio (VIZZOTTO et al., 2018).

Com relação aos nhoques de BBV e BI, essa diferença observada também pode ser pelo nhoque de BBV ser composto de farinha de arroz integral, sendo mantida a integridade da casca do grão, preservando o seu conteúdo mineral e acarretando maior teor deste em relação à farinha de trigo tradicional, a qual foi utilizada no nhoque de BI, sendo mais pobre em minerais pelo trigo ser moído, havendo a remoção de sua casca e conseqüente redução de seus minerais (HARIDAS RAO; LEELAVATHI; SHURPALEKAR, 1983; REDDY e LOVE, 1999).

4.4.3. Lipídios

Foi encontrado um maior teor de lipídios no nhoque de BDPA, seguida do nhoque de BBV e nhoque de BI (Tabela 9). O fato do nhoque de BBV apresentar maior teor lipídico quanto

o nhoque de BI pode ser justificado pelo uso do azeite de oliva em sua formulação, sendo este ingrediente constituído por diferentes ácidos graxos (mono e poli-insaturados) com variados teores em sua composição, acarretando no aumento do conteúdo total de lipídios em sua matriz.

Entretanto, este não é um fator adverso à saúde, pois os AG insaturados estão relacionados a efeitos benéficos ao organismo por reduzir os níveis sanguíneos de LDL-colesterol e triglicérides, minimizando o desenvolvimento de doenças cardiovasculares, degenerativas e síndromes metabólicas (O'CONNOR e RUDKOWSKA, 2019).

Enquanto que na formulação do nhoque de BI não é utilizado azeite como fonte de lipídios, e sim a margarina, que apresenta menor teor de AG monoinsaturados (TACO, 2011).

Quanto ao nhoque de BDPA, este apresentou maior teor lipídico em relação ao nhoque de BBV (Tabela 9), sendo justificado pelos ingredientes em sua composição apresentarem quantidades significativas de gorduras totais, como a margarina e o ovo, o qual a unidade cozida apresenta 9,5 g de lipídios (TACO, 2011), além da batata-doce de polpa alaranjada apresentar 1,12 g/100 g de lipídios em polpa descascada (DAKO; RETTA; DESSE, 2016) e a banana verde um teor médio de 0,15 g a 0,19 g/100 g de polpa (OLIVEIRA et al., 2007).

4.4.4. Proteínas

O nhoque de BBV apresentou maior teor proteico em relação ao nhoque de BDPA (Tabela 9), podendo relacionar-se à grande quantidade de matérias-primas essencialmente amiláceas na formulação do nhoque de BDPA, como a fécula de batata e a batata-doce de polpa alaranjada (*Beauregard*), as quais possuem baixo conteúdo de proteína.

O nhoque de BI apresentou maior teor proteico com relação ao nhoque de BBV (Tabela 9), podendo ser justificado pelos ingredientes utilizados em sua formulação, como o ovo, onde a unidade contém 13 g de proteína, e a farinha de trigo com 9,8 g/100 g (TACO, 2001).

Enquanto que o nhoque de BBV não possui tais ingredientes em sua formulação, apenas a BBV, com 1,33 g/100 g de proteína (DINON et al., 2014), a farinha de arroz integral, com 1,30 g/100 g e o azeite de oliva, o qual não possui quantidades significativas (TACO, 2011).

4.4.5. Fibra alimentar total

Fibra alimentar é definida como um conjunto de polímeros de carboidratos constituído por dez ou mais unidades monoméricas em sua estrutura molecular que não sofrem processo hidrolítico pelas enzimas secretadas no intestino delgado humano (CODEX ALIMENTARIUS, 2008). Entretanto, no Ninth Vahouny Fiber Symposium realizado no ano de 2010, ficou definido que as próprias autoridades de suas respectivas nações poderiam definir fibra alimentar de acordo com a quantidade mínima de unidades monoméricas não-digeríveis associada as suas funções fisiológicas que conferem benefícios à saúde (HOWLETT et al., 2010).

No Brasil, a fibra alimentar é considerada um oligossacarídeo que apresenta três ou mais unidades monoméricas indigeríveis pelo trato gastrointestinal. No panorama atual, o conceito de fibra alimentar está mais abrangente, incluindo substâncias alimentares indigeríveis por enzimas secretadas ao longo do trato gastrointestinal que possuem declarações de suas propriedades funcionais semelhantes entre si, como o amido resistente e maltodextrinas resistente, os quais fazem parte do grupo dos carboidratos análogos, os frutooligossacarídeos, a inulina, além de alguns compostos que se encontram associados à estrutura molecular da fibra alimentar, como as proteínas de parede celular, compostos fenólicos e alguns fatores anti-nutricionais, como o ácido fítico e oxalatos (TUNGLAND e MAYER, 2002).

A fibra alimentar se encontra na parede celular de vegetais conferindo função estrutural, de sustentação e proteção. Sua molécula ramificada lhe confere diferentes propriedades tecnológicas e funcionais. A presença de hidroxilas na extremidade dessas ramificações, a caracterizam como fibra solúvel, por estas promoverem interações com moléculas de água, acarretando maior solubilidade da molécula de fibra em meio aquoso, enquanto que as fibras insolúveis apresentam poucas ramificações e um número reduzido de hidroxilas em suas extremidades, conferindo menor solubilidade em água (TUNGLAND e MAYER, 2002).

A diferença obtida no teor de fibras entre o nhoque de BBV e BDPA (Tabela 8) justifica-se pela batata-doce de polpa alaranjada (*Beauregard*) possuir mais fibras (3,83 g/100 g) (DAKO; RETTA; DESSE, 2016) que a banana verde (0,34 g/100 g) (SALIH et al., 2017).

O nhoque de BBV obteve o maior teor de fibras em relação ao nhoque de BI (Tabela 9), sendo classificado como um alimento fonte de fibras, pois de acordo com a Portaria n° 27 da ANVISA, um alimento sólido deve possuir o mínimo de 3 g/ 100g de fibra para ser considerado um alimento fonte (BRASIL, 1998) e para ser considerado um alimento com alto conteúdo de fibras, este precisa ter o mínimo de 5 g de fibra por porção, de acordo com a RDC n° 54 da ANVISA (BRASIL, 2012), e esse nhoque obteve 5,15 g/100 g de fibra em sua composição.

Este fato justifica-se pelo nhoque de BBV possuir ingredientes com alto teor de fibra, como a BBV, que é rica em amido resistente (7,90 a 9,10 g/100 g) (RIQUETTE et al., 2019), o qual é classificado como fibra alimentar (McCLEARY, 2003), e a farinha de arroz integral, que possui elevado teor de fibra ao manter a integridade da casca do arroz durante o processamento (HARIDAS RAO; LEELAVATHI; SHURPALEKAR, 1983; REDDY e LOVE, 1999).

Enquanto que no nhoque de BI, foi utilizada batata inglesa (*Solanum tuberosum* L.), a qual possui 1,2 g/100 g de fibra (TACO, 2011) e a farinha de trigo refinada, que é um alimento pobre em fibras, por seu grão passar pelo processo de moagem, retirando a sua casca fibrosa.

O elevado teor de fibras obtido no nhoque de BBV em relação ao nhoque de BI lhe confere maior qualidade nutricional e funcional quanto as diferentes massas alimentícias encontradas à venda no mercado, as quais possuem baixo teor de fibras e elevado valor energético (MINGUITA et al., 2015).

Ademais, por ser um alimento fonte de fibras, o nhoque de BBV atende a premissa da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, podendo receber a alegação de alimento funcional. Pois de acordo com a Portaria n° 398 da ANVISA do Ministério da Saúde, alimento funcional é aquele que possui um nutriente que além de conferir a função de nutrição, também promove propriedades metabólicas e fisiológicas que ocasionam no funcionamento adequado, dentro da normalidade, do organismo humano, além de seu crescimento, desenvolvimento e manutenção (BRASIL, 1999). E o teor considerado de fibra alimentar contida na formulação do nhoque de BBV promove diversos efeitos fisiológicos benéficos ao organismo, como a redução dos níveis sanguíneos de colesterol e glicemia, redução e controle do desenvolvimento da dislipidemia, diabetes tipo 2, obesidade, constipação intestinal e câncer colorretal (OLIVEIRA; SANTOS; SANTOS, 2016; BI et al., 2017; COSTA et al., 2017; VOGADO et al., 2018).

4.4.6. Carboidrato

O teor de carboidrato obtido no nhoque de BBV foi similar ao do nhoque de BDPA e menor que o teor em nhoque de BI (Tabela 9), justificando-se pelas diferentes matérias-primas utilizadas na formulação dos respectivos nhoques possuírem diferentes teores deste nutriente.

A batata inglesa (*Solanum tuberosum* L.) apresenta 14,7 g/100 g de carboidrato (TACO, 2011) e a banana verde entre 1 a 3,96 g/100 g (YAP et al., 2017; SALIH et al., 2017).

Outro ingrediente utilizado nas respectivas formulações que pôde ter interferido nos distintos teores de carboidrato foi o tipo de farinha empregada. No nhoque de BI foi utilizado

farinha de trigo refinada, a qual possui um teor mais elevado de carboidratos simples (digeríveis) com relação à farinha de arroz integral utilizada no nhoque de BBV, pois para obter a farinha de trigo, o seu grão é moído, havendo a remoção de sua casca, a qual é constituída de fibras, aumentando a biodisponibilidade de carboidratos digeríveis em sua composição. Enquanto que na formulação da farinha de arroz integral, a casca do arroz permanece íntegra, sendo preservado o conteúdo de carboidratos indigeríveis (fibras) em sua composição, acarretando menor biodisponibilidade de carboidratos digeríveis (simples) em relação à farinha de trigo (HARIDAS RAO; LEELAVATHI; SHURPALEKAR, 1983; REDDY e LOVE, 1999).

4.4.7. Valor energético total (VET)

O nhoque de BBV apresentou menor valor calórico com relação aos nhoques de BI e de BDPA (Tabela 9). Entretanto, a similaridade observada entre os VET dos nhoques de BBV e de BI não representa a mesma qualidade quanto aos seus componentes energéticos.

A energia proveniente da fração lipídica do nhoque de BBV possui uma melhor qualidade nutricional, ao ser proveniente do azeite de oliva, possuindo ácidos graxos mono e poli-insaturados, além de uma fração de AG oleico e linoleico, os quais não se encontram na composição do nhoque de BI, promovendo assim melhor qualidade nutricional e maior saudabilidade ao nhoque de BBV com relação ao nhoque de BI.

4.4.8. Perfil de ácidos graxos totais

Os teores de AG saturados totais em nhoque de BBV foram baixos, entretanto possuiu 0,4% a mais que o nhoque de BI (Tabela 9), podendo justificar-se pela formulação do nhoque de BBV possuir azeite de oliva, que é um óleo vegetal, apresentando 11,3% de AG palmítico (C16:0) em sua composição (TACO, 2011), o qual é classificado como AG de cadeia saturada.

No entanto, a classificação de AG não se limita apenas a sua estrutura química com relação aos graus de insaturação, mas também através de sua fonte alimentar, que podem promover diferentes funções biológicas e respostas fisiológicas no organismo (POUDYAL e BROWN, 2015), como o exemplo do próprio azeite de oliva ao possuir um tipo de AG saturado em sua composição, no entanto, este óleo vegetal, proveniente da prensa de azeitonas frescas, promove efeitos protetores ao sistema cardiovascular (GHANBARI et al., 2012).

Também foi observado a ausência de AG *trans* no nhoque de BBV, tornando esta preparação alimentícia mais saudável em relação à formulação de nhoque de BI, uma vez que os AG *trans* estão presentes apenas em alimentos de origem animal e relacionados a efeitos adversos a saúde, como elevação dos níveis sanguíneos de LDL-colesterol, triglicérides, formação de placas de ateroma nos vasos sanguíneos e aumento do risco do desenvolvimento de doenças cardiovasculares (WANG e HU, 2017; O'CONNOR e RUDKOWSKA, 2018), enquanto que na formulação do nhoque de BBV, foram utilizados alimentos essencialmente de origem vegetal, os quais não possuem esse tipo de AG em sua composição.

Quanto aos AG insaturados (mono e poli-insaturados), o nhoque de BBV apresentou maiores teores que o nhoque de BI, com destaque pela presença dos AG oleico (C18:1 ω 9c) e linoleico (C18:2 ω 6c), que não foram apresentados em nhoque de BI (Tabela 9).

Esse fato se justifica pelo nhoque de BBV ser formulado com ingredientes que possuem propriedades funcionais, como a BBV, que apresenta AG mono e poli-insaturados em sua matriz, e o azeite de oliva, o qual é um óleo de origem vegetal extraído da azeitona, que é fonte de AG monoinsaturados, com destaque para o ácido oleico (GHANBARI et al., 2012).

4.4.9. Fitosteróis

O nhoque de BBV apresentou um teor total de 54,18 mg/100 g de fitosteróis. Dentro deste valor, 21,17 mg são referentes ao Estigmasterol e 33,01 mg ao β -Sitosterol (Tabela 9).

A presença desses compostos em sua matriz é proveniente de sua composição, a qual possui BBV (BRS Platina), que contém 22,42 mg/100 g de Estigmasterol e 25,89 mg/100 g de β -Sitosterol, além do azeite de oliva, que é um óleo proveniente da prensa da azeitona, classificada como oleaginosa fonte de fitosteróis (GHANBARI et al., 2012; SIVAKUMAR et al., 2006), exercendo propriedades funcionais ao organismo, como redução sérica de LDL-c (MIETTINEN; VANHANEN; WESTER, 1996; LICHTENSTEIN, 2002) manutenção do HDL-c e redução do desenvolvimento de doenças cardíacas e degenerativas (WESTSTRATE e MEIJER, 1998; MOREAU; AWAD et al., 2000; WHITAKER; HICKS, 2002).

A quantidade encontrada de fitosteróis totais no nhoque de BBV atende a premissa das Alegações de Propriedade Funcional Aprovadas pela ANVISA, lhe conferindo a alegação de alimento com propriedade funcional, onde a quantidade mínima exigida de fitosteróis livres presente em um alimento deve ser de 0,80 g por porção de produto pronto para o consumo.

4.4.9.1. Índices de qualidade nutricional da fração lipídica

Os índices de qualidade nutricional obtidos no conteúdo lipídico do nhoque de BBV foram baixos, demonstrando ser um alimento saudável, pois quanto menor forem esses teores na fração do conteúdo lipídico nas gorduras dos alimentos, maior é a qualidade de seus AG com propriedades anti-aterogênicas e anti-trombogênicas, acarretando baixo potencial para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares através da formação de trombos e agregação de placas de ateroma nas paredes dos capilares sanguíneos (TURAN; SÖNMEZ; KAYA, 2007).

4.4.9.2. Minerais

Os elementos minerais inorgânicos são distribuídos amplamente na natureza, sendo encontrados em organismos vegetais e animais, tidos como essenciais ao funcionamento adequado do metabolismo e manutenção da saúde, além de alguns serem necessários para a formação e manutenção da estrutura corporal, sendo obtidos através da ingestão de diversos alimentos de origem vegetal como animal (HAZELL, 1985).

O conteúdo mineral observado no nhoque de BBV obteve menores teores em relação ao apresentado em nhoque de BI, exceto para o manganês e magnésio. Esse fato pode ser justificado pelos diferentes ingredientes utilizados nas formulações dos respectivos nhoques.

No nhoque de batata foi utilizado batata inglesa (*Solanum tuberosum* L.), farinha de trigo, ovos e margarina. Ao verificar esses ingredientes na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (2011), foi observado que estes possuem quantidades expressivas de minerais em sua composição, que quando somados, ultrapassam os valores do somatório de minerais presentes nos ingredientes utilizados no nhoque de BBV, como o arroz integral, do qual, após processamento (sem moagem) é utilizado sob a forma de farinha, a BBV (BRS Platina) e o azeite de oliva (Tabela 10), o qual ao ser verificado através da Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (2011), não apresenta conteúdo mineral em sua composição, acarretando assim em maiores concentrações de minerais no nhoque de BI com relação ao nhoque de BBV.

Tabela 10. Perfil mineral de ingredientes alimentícios utilizados para formulação de nhoque convencional de batata inglesa (*Solanum tuberosum* L.) e nhoque de biomassa de banana verde.

Ingrediente (100g)	Sódio (mg)	Potássio (mg)	Zinco (mg)	Cobre (mg)	Ferro (mg)	Manganês (mg)	Magnésio (mg)	Cálcio (mg)
Batata Inglesa	2	161	0,2	0,06	0,2	0,07	5	4
Farinha de trigo	1	151	0,8	0,15	1	0,46	31	18
Margarina	894	21	-	-	0,1	-	1	6
Ovo	168	150	1,1	0,06	1,6	-	13	42
Arroz Integral	2	173	1,4	0,07	0,9	2,99	110	8
Azeite de Oliva	-	-	-	-	-	-	-	-
*BBV	7,37	63,79	0,42	0,07	0,12	0,13	11,67	12,71

Fonte: Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO, 2011); *BBV: Biomassa de banana verde.

Em contrapartida, o nhoque de BBV apresentou menor teor de sódio com relação ao nhoque de BI (Tabela 9), e de acordo com a Portaria n° 27 da ANVISA, o nhoque de BBV é classificado como um alimento que não contém sódio, pois uma porção de 100 g de alimento sólido deve conter até 5 mg deste elemento em sua composição (BRASIL, 1998).

Essa classificação promove maior saudabilidade ao nhoque de BBV, uma vez que o sódio, quando presente em quantidades elevadas na corrente sanguínea do organismo, carrega moléculas de água, acarretando em maior volume de sangue e pressão sob as paredes internas dos vasos sanguíneos do sistema vascular, podendo promover diversas alterações funcionais e/ou estruturais, além de efeitos deletérios em órgãos alvos como o coração, rins, cérebro e vasos sanguíneos, desencadeando retenção de líquido no organismo, redução da função renal e problemas cardiovasculares como a hipertensão arterial sistêmica (FARQUHAR et al., 2015).

4.4.9.2. Cor instrumental

A análise da cor de um alimento é fundamental para auxiliar a mensurar sua qualidade, pois a sua aparência é o primeiro parâmetro a chamar a atenção do consumidor ao avaliar um alimento, o relacionando ao seu nível de frescor, qualidade, estado de conservação e expectativa quanto ao seu sabor, influenciando na sua aceitação para o consumo (FRADIQUE et al., 2010).

O parâmetro L* refere-se à luminosidade de uma amostra dentro de uma escala variando entre 0 a 100, onde o brilho mínimo é equivalente a zero (L* = 0) e o máximo a 100 (L* = 100).

No presente trabalho, este parâmetro analisado em amostras de nhoque de BBV foi de 50,54%, sendo menor ao encontrado por Liu et al. (2016) em nhoque de batata adicionado de feijão marinho e carne bovina (FMCB), onde estes obtiveram valores entre 52 a 64%.

Em contra partida, Alessandrini et al. (2010) obtiveram maior luminosidade (L = 63,39 a 73,04%) quanto o nhoque de BBV, em diferentes formulações de nhoques cozidos de batata.

Essa diferença observada pode ser em virtude da maior intensidade do desenvolvimento de reações químicas na matriz do nhoque de BBV em relação ao nhoque de batata estudado por Alessandrini et al. (2010), como o escurecimento não enzimático (reação de Maillard) durante seu processo de cocção, uma vez que esta reação se desenvolve sob elevadas temperaturas em alimentos que contenham proteínas e carboidratos (açúcares redutores) na sua composição, sendo estes utilizados como precursores para o desenvolvimento dessa reação, que ao final ocorre a formação de substâncias escuras denominadas melanoidinas, as quais acarretam no escurecimento do alimento que foi cozido, frito, torrado ou assado (SHAMLA e NISHA, 2017).

O parâmetro a^* indica a intensidade da variação entre a cor vermelha à verde, onde o vermelho refere-se a valores positivos ($+a^*$) e o verde a negativos ($-a^*$). No nhoque de BBV foi observado um valor de $a^* = 9,23$, sendo maior ao reportado por Liu et al. (2016) em nhoque de batata adicionado de FMCB, o qual apresentou valores entre 0,7 a 7, indicando que o nhoque de BBV possui maior tendência a coloração avermelhada.

Este fato pode se justificar pela presença de variedades de carotenoides presentes em sua matriz, uma vez que estes são pigmentos naturais presentes em alimentos de origem vegetal, que possuem cores que variam entre o amarelo e vermelho (GROSS et al., 1976).

O parâmetro b^* indica a intensidade da coloração que varia entre o amarelo e azul, onde o azul refere-se a valores negativos ($-b^*$) e o amarelo a positivos ($+b^*$).

No nhoque de BBV foi observado um valor de $b^* = 10,11$, sendo menor que os valores reportados por Liu et al. (2016) em nhoque de batata adicionado de FMCB ($b^* = 18,3$ a $27,4$).

Este fato demonstra que o nhoque de BBV possui menor tendência a coloração amarela em relação ao nhoque de batata adicionado de FMCB. Estando relacionado ao desenvolvimento de reações enzimáticas durante o processamento, cocção e armazenamento, que podem promover alterações na coloração dos alimentos (CAMPUZANO et al., 2018).

4.4.9.3. Análises Microbiológicas

As análises do perfil microbiológico em alimentos consistem em avaliar as boas práticas durante sua produção, armazenamento e distribuição, além de auxiliar quanto ao aprimoramento das ações utilizadas para a garantia do controle higiênico-sanitário na área de alimentos, evitando o desenvolvimento de surtos e doenças transmitidas pelos mesmos, (infecções e toxinfecções) em seus consumidores, tendo em vista a preservação da integridade da saúde da população, como também averiguar a qualidade do produto final a ser consumido (BRASIL, 2001; INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS, & FOR FOODS, 2011).

Após os processos de produção e cozimento do nhoque de BBV, o mesmo foi analisado microbiologicamente, onde os resultados reportados se encontraram dentro dos padrões microbiológicos exigidos pela RDC nº 12 da ANVISA (BRASIL, 2001), contudo esta foi revogada pela Instrução Normativa nº 60 de 23 de dezembro de 2019, que hoje também atrela esse tipo de produto quanto a análise de *Escherichia coli* (BRASIL, 2019).

O nhoque de BBV foi classificado como um alimento seguro, ao apresentar qualidade microbiológica satisfatória e apto para o consumo, demonstrando o adequado uso das boas práticas de manipulação dos ingredientes alimentícios utilizados durante a sua produção, minimizando as chances de contaminação e risco ao desenvolvimento de doenças transmitidas por alimentos em seus consumidores, estando seus parâmetros apresentados na Tabela 11.

Tabela 11. Perfil microbiológico de nhoque de biomassa de banana verde (BBV) para Coliformes a 35 °C e 45 °C, *Bacillus cereus*, *Salmonella* sp. e Estafilococos coagulase positiva.

Análises	Nhoque de BBV	Legislação*
Coliformes a 35°C (UFC/g)	< 10 UFC / g	Não referenciado
Coliformes a 45°C (UFC/g)	< 10 UFC / g	1,0 x 10 ²
<i>Bacillus cereus</i> (UFC/g)	< 10 ² UFC / g	5,0 x 10 ³
<i>Salmonella</i> sp. (presença / ausência)	Ausente	Ausência
Estafilococos coagulase positiva (UFC/g)	< 10 ² UFC / g	5,0 x 10 ³

*Padrões Microbiológicos para Alimentos – RDC nº 12 de 2001 da ANVISA (BRASIL, 2001).

UFC/g: Unidades Formadoras de Colônia por grama.

Conforme reportado na literatura, a adição de ingredientes à base de banana verde (BBV, FBV e suas fibras) em diferentes preparações, não alterou sua qualidade microbiológica.

Dinon et al. (2014) analisaram o perfil microbiológico em formulações distintas de mortadelas acrescidas de diferentes concentrações de BBV, não sendo observadas alterações quanto análise de coliformes (35°C e 45°C), bolores, leveduras, *Bacillus cereus* e *Salmonella*.

Meneses, Molina e Vargas (2011) também não encontraram alterações referentes a presença de Estafilococos aureus, Coliformes a 35 e 45°C, *Listeria monocytogenes* e *Clostridium sulfito redutor*, em hambúrgueres adicionado de fibra de BBV.

Castelo-branco et al. (2017) analisou o perfil microbiológico em massas alimentícias, tipo talharim, com adição de misturas de farinha de polpa e casca de banana verde, onde também não encontraram alterações quanto análise de Coliformes a 35°C e 45°C, *Salmonella* sp., *Bacillus cereus* e Estafilococos coagulase-positiva.

Riquette et al. (2019) analisaram microbiologicamente BBV (*Musa Cavendish*) sob refrigeração (4°C) durante 9 dias e sob congelamento (-12°C) por 90 dias, não detectando presença de *Salmonella* sp., Coliformes totais, *Escherichia coli* e Estafilococos aureus.

5. CONCLUSÃO

A aplicação da biomassa de banana verde prata da cultivar BRS Platina na formulação de nhoque, associada ao uso de ingredientes mais saudáveis e de origem vegetal, agregou um melhor perfil nutricional com relação ao nhoque convencional de batata inglesa (*Solanum tuberosum* L.), por apresentar redução dos teores de ácidos graxos saturados, carboidratos, calorias, índices trombogênicos e aterogênicos e altos teores de ácidos graxos insaturados, fibra alimentar, cinzas, vitamina C e compostos fenólicos, os quais acarretam em diversos efeitos benéficos ao organismo, minimizando e controlando o desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis, como também prevenido a constipação, inflamação e câncer intestinal.

Com relação ao nhoque de batata-doce de polpa alaranjada (*Beauregard*), o nhoque de biomassa de banana verde obteve menores teores de lipídios, carboidratos e valor energético

total, demonstrando ser um alimento menos calórico, mais saudável e balanceado, reduzindo as chances para o desenvolvimento do diabetes tipo 2, obesidade e suas comorbidades.

A aplicação de BBV em nhoque lhe promoveu funcionalidade significativa, tornando um alimento fonte de fibras com alto teor de fitosteróis, sendo classificado como alimento funcional, de acordo com a legislação. Desse modo, o nhoque de BBV se enquadra no grupo de alimentos com maior saudabilidade que, ultimamente, vem sendo procurado pelo mercado consumidor. Logo, esta ação seria bastante conveniente à indústria de alimentos, ao produzir produtos menos processados e atendendo assim ao apelo de saudabilidade pelos consumidores.

Essa preparação também foi classificada como um alimento seguro para o consumo, por apresentar resultados satisfatórios dentro dos padrões microbiológicos para alimentos.

Ademais, a aplicação da BBV em nhoque pode promover maior acesso da população de baixo poder aquisitivo à uma alimentação mais saudável, nutritiva e de qualidade, através da ação de programas sociais governamentais, além de promover maior desenvolvimento sustentável local aos agricultores familiares rurais que cultivam a banana de forma orgânica.

CONCLUSÕES GERAIS

O uso da banana verde sob a forma de biomassa para aplicação em preparações alimentícias, acarreta grandes benefícios em diferentes aspectos:

Reduz o desperdício deste alimento em larga escala, como também dos resíduos gerados, diminuindo os prejuízos à indústria bananeira e acarretando benefícios aos seus consumidores, como também ao meio ambiente;

Beneficia os pequenos agricultores familiares rurais, que cultivam a banana de forma orgânica, ao agregar maior valor a este fruto, aumentando o desenvolvimento sustentável local;

Estimula a fabricação de produtos à base de biomassa de banana verde pela indústria alimentícia, atendendo a tendência do mercado consumidor quanto a busca por alimentos com maior saudabilidade, uma vez que esta preparação de nhoque se encaixa no quesito de alimento saudável e funcional por promover efeitos benéficos ao organismo ao reduzir e controlar o desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis.

Promove maior acesso a população de baixa renda a alimentos mais saudáveis, nutritivos e de qualidade, uma vez que esta ação pode ser inserida às comunidades através da ação de programas sociais desenvolvidos pelo governo, em suas diferentes esferas, como o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), através da oferta dos alimentos dispostos na merenda de escolas da rede pública para os seus alunos, uma vez que uma de suas diretrizes é baseada na oferta de uma alimentação saudável, nutritiva, equilibrada e de qualidade, visando o controle e a prevenção da obesidade infantil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AACC (AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS). Approved methods of the AACC. 10ed. AACC, Saint Paul, 1989.

ADI, Doreen Dedo; ODURO, Ibok N.; Tortoe, Charles. Physicochemical changes in plantain during normal storage ripening. **Scientific African**. v. 6, 2019.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2019.e00164>

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **Alegações de Propriedade Funcional Aprovadas - ANVISA**. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/alegacoes-de-propriedade-funcional-aprovadas_anvisa.pdf>. Acesso em: 03 de abril de 2021.

ALESSANDRINI, Laura et al. Physicochemical and Sensory Properties of Fresh Potato-Based Pasta (*Gnocchi*). **Journal of Food Science**. v. 75, n. 9, p. S542-S547, 2010. DOI: 10.1111/j.1750-3841.2010.01842.x

ALKARKHI, Abbas Fadhl Mubarek et al. Comparing physicochemical properties of banana pulp and peel flours prepared from green and ripe fruits. **Food Chemistry**. v. 129, n. 2, p. 312-318, 2011. DOI: 10.1016/j.foodchem.2011.04.060

ALMEIDA, Jhenyfer Caroliny; GHERARDI, Sandra Regina Marcolino. Trufa de chocolate meio amargo com biomassa de banana verde. **Multi-Science Journal**. v.1, n. 13, p. 45-47, 2018

ALMEIDA-JUNIOR, Luiz de et al. Dietary intervention with green dwarf banana flour (*Musa* sp. AAA) modulates oxidative stress and colonic SCFAs production in the TNBS model of intestinal inflammation. **Journal of Functional Foods**. v. 38, p. 497-504, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2017.09.038>

ANÁLISES E INDICADORES DO AGRONEGÓCIO. A Bananicultura no Estado de São Paulo: 2014 a 2018. v. 14, n. 1, outubro, 2019. Disponível em: <<http://www.iea.agricultura.sp.gov.br/out/LerTexto.php?codTexto=14716>>. Acesso em: 12 de março de 2021.

ANGELIS-PEREIRA, Michel Cardoso de et al. Chemical composition of unripe banana peels and pulps flours and its effects on blood glucose of rats. **Nutrition & Food Science**. v. 46, n. 4, p. 504-516, 2016. DOI: 10.1108/NFS-11-2015-0150

ANYASI, Tonna A.; JIDEANI, Afam I. O.; MCHAU, Godwin R. A. Morphological, physicochemical, and antioxidant profile of noncommercial banana cultivars. **Food Science & Nutrition**. 3 ed. p. 221-232, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1002/fsn3.208>

ARAÚJO, Ademir Sérgio Ferreira; MONTEIRO, Regina Teresa Rosim. Indicadores Biológicos de Qualidade do Solo. **Bioscience Journal**. Uberlândia, v. 23, n. 3, p. 66-75, 2007.

ARVANITTOYANNIS, Ioannis; MAVROMATIS, Athanasios. Banana cultivars, cultivation practices, and physicochemical properties. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**. v. 49, n. 2, p. 113-135, 2009. DOI: 10.1080 / 10408390701764344

ASEAN Manual of Food Analysis. **Determination of starch by acid hydrolysis**. ASEANFOOD. Bangkok, Thailand: Mahidol University. 2011. 196p. Disponível em: <<https://inmu2.mahidol.ac.th/aseanfoods/doc/ASEAN%20Manual%20of%20Food%20Analysis.pdf>>. Acesso em: 02 de junho de 2019.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official methods of analysis of the Association Analytical Chemists**. 18th ed. Gaithersburg, 2009.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official methods of analysis of the Association Analytical Chemists**. 18th ed. Revision 3, Washington DC, 2010.

AURIEMA, Bruna Emygdio et al. Green banana biomass: Physicochemical and functional properties and its potential as a fat replacer in a chicken mortadella. **LWT - Food Science and Technology**. v. 140, 2021.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110686>

AZIZ, Noor Aziah Abdul et al. Chemical and functional properties of the native banana (*Musa acuminata* balbisiana Colla cv. Awak) pseudo-stem and pseudo-stem tender core flours. *Food Chemistry*. v. 128, n. 3, p. 748-753, October, 2011.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.03.100>

AWAD, Atif B. et al. Peanuts as a source of β -sitosterol, a sterol with anticancer properties. **Nutrition and Cancer**. v. 36, n. 2, p. 238-241, 2000.

DOI: 10.1207 / S15327914NC3602_14

BEZERRA et al. Green banana (*Musa cavendishii*) flour obtained in spouted bed – Effect of drying on physico-chemical, functional and morphological characteristics of the starch. **Industrial Crops and Products**. v. 41, p. 241– 249, 2013.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.04.035>

BI, Yu. et al. Molecular structure and digestibility of banana flour and starch. **Food Hydrocolloids**. v. 72, p. 219-227, 2017.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2017.06.003>

BOUKID, Fatma. Plant-based meat analogues: from niche to mainstream. **European Food Research and Technology**. v. 247, p. 297–308, 2021.

DOI: <https://doi-org.ez30.periodicos.capes.gov.br/10.1007/s00217-020-03630-9>

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Portaria nº 27 de 13 de janeiro de 1998. **Aprova o Regulamento Técnico referente à Informação Nutricional Complementar (declarações relacionadas ao conteúdo de nutrientes)**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 13 de janeiro de 1998. Disponível em:

<http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/svs/1998/prt0027_13_01_1998.html>. Acesso em 03 de abril de 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Portaria nº 398, de 30 de abril de 1999. **Aprova o regulamento técnico que estabelece as diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 30 de abril de 1999.

Disponível em:

<http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/1999/prt0398_30_04_1999.html>. Acesso em 03 de abril de 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução RDC nº 12, de 01 de janeiro de 2001. **Aprova o regulamento técnico sobre**

padrões microbiológicos para alimentos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 10 janeiro, Seção 1, p. 45-53. Disponível em: <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2001/res0012_02_01_2001.html#:~:text=1%C2%B0%20Aprovar%20o%20REGULAMENTO,1977%2C%20e%20demais%20disposi%C3%A7%C3%B5es%20aplic%C3%A1veis.>. Acesso em: 15 de julho de 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003a. **Regulamento Técnico Sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 17 de dezembro de 2003. Disponível em: <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2003/rdc0360_23_12_2003.html>. Acesso em: 28 de junho de 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa 62, de 26 de agosto de 2003b. **Métodos de Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para o Controle de Produtos de Origem Animal e Água.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 26 de agosto de 2003.

BRAZIL. Ministry of Health. National Health Surveillance Agency (ANVISA). RDC Resolution 269, of September 22, 2005. **Technical Regulation on Recommended Daily Intake (IDR) of Protein, Vitamins and Minerals.** Federal Official Gazette, Brasília, DF, September 22, 2005. Available in: <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/rdc0269_22_09_2005.html>. Accessed: July 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012. **Regulamento Técnico Sobre Informação Nutricional Complementar.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 12 de novembro de 2012. Disponível em: <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2012/rdc0054_12_11_2012.html#:~:text=Que%20%C3%A9%20conveniente%20definir%20claramente,evitar%20barreiras%20t%C3%A9cnicas%20ao%20com%C3%A9rcio.>. Acesso em: 01 de maio de 2018.

BRASIL. Resolução/CD/FNDE/ nº 26 de 17 de junho de 2013. **Atendimento da alimentação escolar aos alunos da educação básica no âmbito do Programa Nacional de Alimentação Escolar - PNAE.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 26 de junho de 2013. Disponível em: <<https://www.fnde.gov.br/aceso-a-informacao/institucional/legislacao/item/4620-resolu%C3%A7%C3%A3o-cd-fnde-n%C2%BA-26,-de-17-de-junho-de-2013#:~:text=Disp%C3%B5e%20sobre%20o%20atendimento%20da,Nacional%20de%20Alimenta%C3%A7%C3%A3o%20Escolar%20%E2%80%93%20PNAE.&text=FUNDAMENTA%C3%87%C3%83O%20LEGAL%3A&text=Lei%20n%C2%BA%208.666%2C%20de%2021%20de%20junho%20de%201993.>>. Acesso em: 20 de junho de 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Instrução Normativa nº 60, de 23 de dezembro de 2019. **Estabelece as listas de padrões microbiológicos para alimentos.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 26 de dezembro de 2019. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-60-de-23-de-dezembro-de-2019-235332356>>. Acesso em: 29 de março de 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Análise de Situação de Saúde. Plano de ações estratégicas para o enfrentamento das doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) no Brasil, 2021 - 2030. Brasília: Ministério da Saúde; 2020a.

Disponível em: < <https://antigo.saude.gov.br/images/pdf/2020/October/01/Plano-DANT-vers--o-Consulta-p-blica.pdf> >. Acesso em: 01 de abril de 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa nº 75 de 08 de outubro de 2020b. **Estabelece os requisitos técnicos para declaração da rotulagem nutricional nos alimentos embalados**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 09 de outubro de 2020. Disponível em: <http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/3882585/IN+75_2020_.pdf/7d74fe2d-e187-4136-9fa2-36a8dcfc0f8f>. Acesso em: 01 de abril de 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa nº 429, de 8 de outubro de 2020c. **Dispõe sobre a rotulagem nutricional dos alimentos embalados**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 09 de outubro de 2020. Disponível em: <http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/3882585/IN+75_2020_.pdf/7d74fe2d-e187-4136-9fa2-36a8dcfc0f8f>. Acesso em: 01 de abril de 2021.

BURGOS, Veronica Elizabeth et al. Physicochemical characterization and consumer response to new Andean ingredients-based fresh pasta: Gnocchi. **International Journal of Gastronomy and Food Science**. v. 16, 2019.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2019.100142>

CAMPUZANO, Ana; ROSELL, Cristina. M; CORNEJO, Fabiola. Physicochemical and nutritional characteristics of banana flour during ripening. **Food Chemistry**. v. 256, p. 11-17, 2018.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.02.113>

CAPPA, Carola et al. Cooking behavior of frozen gluten-free potato-based pasta (gnocchi) obtained through turbo cooking technology. **LWT - Food Science and Technology**. v. 84, p. 464-470, 2017.

DOI: [10.1016/j.lwt.2017.06.004](https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.06.004).

CASSETTARI, Vanessa Mello Granado et al. Combinations of laxatives and green banana biomass on the treatment of functional constipation in children and adolescents: a randomized study. **Jornal de Pediatria**. Porto Alegre, v. 95, n. 1, p. 27-33, 2019.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jpmed.2017.10.011>

CASTELO-BRANCO, Vanessa Naciuk et al. The use of green banana (*Musa balbisiana*) pulp and peel flour as an ingredient for tagliatelle pasta. **Brazilian Journal of Food Technology**. Campinas. v. 20, 2017.

DOI: <https://doi.org/10.1590/1981-6723.11916>

CECCHI, Heloisa Máscia. **Fundamentos Teóricos e Práticos em Análise de Alimentos**. UNICAMP. 2 ed. 2003, 208p.

CHAKRABORTY, Chaitali et al. Utilization of banana peel and pulp as a functional ingredient in product development: a review. **International Journal of Engineering Research and Science e Technology**. v. 6, n. 1, p. 1-14, 2017.

CHOO, Chong Li; AZIZ, Noor Aziah Abdul. Effects of banana flour and β -glucan on the nutritional and sensory evaluation of noodles. **Food Chemistry**. v. 119, p. 34-40, 2010.

DOI: [10.1016/j.foodchem.2009.05.004](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.05.004)

CODEX ALIMENTARIUS. Report of the 30th session of the codex committee on nutrition and foods for special dietary uses. Cape Town, South Africa, 3-7 November, 2008, ALINORM 09/32/26.

COSTA, Elizabete Lourenço da et al. Effect of green banana pulp on physicochemical and sensory properties of probiotic yoghurt. **Food Science and Technology**. Campinas. v. 37, n. 3, p. 363-368, 2017.
DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-457x.01016>

DAKO, Endrias; RETTA, Negussie; DESSE, Gulelat. Comparison of Three Sweet Potato (*Ipomoea Batatas* (L.) Lam) Varieties on Nutritional and Anti-Nutritional Factors. **Global Journal of Science Frontier Research: D Agriculture and Veterinary**. v. 16, n. 4, 1920–11, 2016. Disponível em: <<https://journalofscience.org/index.php/GJSFR/article/view/1820>>. Acesso em: 05 de janeiro de 2021.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de Alimentos de Fennema**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. 900p

DIAS, Andréia Rocha et al. Massa de empada sem glúten e sem leite, enriquecida com biomassa de banana verde. **Nutrição Brasil**. v. 10, n. 3, p. 175-177, maio-junho, 2011. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/340201418_Massa_de_empada_sem_gluten_e_sem_leite_enriquecida_com_biomassa_de_banana_verde>. Acesso em 23 de julho de 2018.

DINON, Sandra et al. Mortadela Tipo Bologna com Reduzido Teor de Lipídios Pela Adição de Biomassa de Banana Verde, Pectina, Carragena e Farinha de Linhaça. **Revista Ciências Exatas e Naturais**. v. 16, n. 2, p. 230-246. Julho-Dezembro, 2014.
DOI: 10.5935/RECEN.2014.02.04

EDGELL, Kenneth. Usepa Method Study 37 - SW-846 Method 3050, Acid Digestion of Sediments, Sludges and Soils. **U. S. Environmental Protection Agency**. Washington, D.C., EPA/600/4-89/012, July, 1989.

EDUCADOR BRASIL ESCOLA. Estratégias Práticas para o Ensino de Polímeros. Disponível em: <<https://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/estrategias-praticas-para-ensino-polimeros.htm>>. Acesso em: 26 de Outubro de 2018.

ENGLYST, Hans. N.; CUMMINGS, John. H. Digestion of the carbohydrates of banana (*Musa paradisiaca sapientum*) in the human small intestine. **American Journal of Clinical Nutrition**. v. 44, p. 42–50, 1986.
DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4684-5784-1_20

FARQUHAR, William. B. et al. Dietary Sodium and Health: More Than Just Blood Pressure. **Journal of the American College of Cardiology**. v. 65, n. 10, p. 1042–1050, 2015.
DOI:10.1016/j.jacc.2014.12.039

FERNANDES, Rita de Cassia de Souza et al. Desenvolvimento e avaliação sensorial de sorvete de iogurte (frozen) funcional com Biomassa de banana verde e frutas vermelhas. **Revista UNINGÁ Review**. v. 30, n. 2, p. 17-22, abril-junho, 2017. Disponível em: <<http://revista.uninga.br/index.php/uningareviews/article/view/2020>>. Acesso em 15 de junho de 2018.

FERNANDES, K., M.; CARVALHO, V., D.; CAL-VIDAL, J. A Research Note - Physical changes during ripening of Silver Bananas. **Journal of Food Science**. v. 44, n. 4, p. 1254-1255, 1979.

FOOD AND NUTRITION BOARD (FNB), INSTITUTE OF MEDICINE (IOM). **Dietary reference intake for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids**. Washington, DC: National Academies Press, 2001.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Banana Statistical Compendium 2019**. Roma, 26p. 2019. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/cb0466en/cb0466en.pdf>>. Acesso em: 12 de março de 2021.

FORSTER, Markus et al. Differential characteristics in the chemical composition of bananas from Tenerife (Canary Islands) and Ecuador. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 50, n. 26, p. 7586-7592, 2002.

FRADIQUE, Mónica et al. Incorporation of *Chlorella vulgaris* and *Spirulina maxima* biomass in pasta products. Part 1: preparation and evaluation. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. v. 90, p. 1656–1664, 2010.
DOI: <https://doi.org/10.1002/jsfa.3999>

FRANCO, Bernadette D. Gombossy de Melo; LADGRAF, Mariza. **Microbiologia dos Alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2003. 182p.

GILLINGHAM, Leah. G.; HARRIS-JANZ, Sydney.; JONES, Peter. J. H. Dietary monounsaturated fatty acids are protective against metabolic syndrome and cardiovascular disease risk factors. **Lipids**. v. 46, n. 3, p. 209–228, 2011.
DOI: <https://doi.org/10.1007/s11745-010-3524-y>

GERMAN, J. Bruce.; DILLARD, Cora. J. Saturated fats: What dietary intake? **The American Journal of Clinical Nutrition**. v. 80, n. 3, p. 550–559, 2004.
DOI: <https://doi.org/10.1093/ajcn/80.3.550>.

GHANBARI, Rahele et al. Valuable nutrients and functional bioactives in different parts of olive (*Olea europaea* L.)-a review. **International Journal of Molecular Sciences**. v. 13, n. 3, p. 3291-3340, 2012.
DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms13033291>

GOLDSTEIN, Judith. L.; WICK, Emily L. Lipid in Ripening Banana Fruit. **Journal of Food Science**. v. 34, n. 6, p. 482–484, 1969.
DOI: [10.1111/j.1365-2621.1969.tb12064.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1969.tb12064.x)

GROSS, J. et al. Carotenoids of banana pulp, peel and leaves. **Lebensm Wiss Technology**. v. 9, p. 211-214, 1976.

HAMMAD, Shatha S.; JONES, Peter J. Dietary fatty acid composition modulates obesity and interacts with obesity-related genes. **Lipids**. v. 52, n. 10, p. 803–822, 2017.
DOI: <https://doi.org/10.1007/s11745-017-4291-9>

HARIDAS RAO, P., LEELAVATHI, K., SHURPALEKAR, S. R. Comparative studies on atta (whole wheat flour) and resultant atta byproduct of roller milling industry. **Journal of Food Science and Technology**. v. 20, n. 1, p. 5-8, 1983.

HAZELL, Terence. Minerals in foods: dietary sources, chemical forms, interactions, bioavailability. **World Review of Nutrition and Dietetics**. v. 46, p. 1-123, 1985.
DOI: <https://doi.org/10.1159/000411649>

HINOJOSA AMAYA, L. G. Child and adolescent obesity. **Medicina Universitaria**. v. 19, n. 76, p.145-148, 2017.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rmu.2017.07.005>

HOWLETT, John F. et al. The definition of dietary fiber – discussions at the Ninth Vahouny Fiber Symposium: building scientific agreement. **Food & Nutrition Research**. v. 54, 2010.
DOI: 10.3402/fnr.v54i0.5750

HUMMEL, Charles. Macaroni Products: Mmanufacture, Processing and Packing. 2 ed. **London: Food Trade Press**. 1966, 287p.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL). **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos Químicos e Físicos para Análise de Alimentos**. 3 ed. São Paulo: IMESP, v. 1, p. 21-22, 1985.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Ministério da Economia. Diretoria de Pesquisas Coordenação de Trabalho e Rendimento. **Pesquisa Nacional de Saúde 2019. Atenção Primária à Saúde e Informações Antropométricas**. Brasil. IBGE. Rio de Janeiro, 2020, 66p. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/iv101758.pdf>>. Acesso em: 13 de março de 2021.

INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS, & FOR FOODS. Microorganisms in foods 8 - use of data for assessing process control and product acceptance. 1st ed. New York: Springer, 2011.
DOI: <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-9374-8>

ISRAELI, Yair; LAHAV. Emanuel. Banana. **Encyclopedia of Applied Plant Sciences**. 2 ed. v. 3, p. 363-381, 2017.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-394807-6.00072-1>

IZIDORO, Dayane Rosalyn et al. Influence of green banana pulp on the rheological behaviour and chemical characteristics of emulsions (mayonnaises). **LWT - Food Science and Technology**. v. 41, p. 1018-1028, 2008.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2007.07.009>

JAHROMI, Mastaneh; NIAKOUSARI, Mehrdad. Development and characterisation of a sugar-free milk-based dessert formulation with fig (*Ficus carica L.*) and carboxymethylcellulose. **International Journal of Dairy Technology**. v. 71, n. 3, 2018.
DOI: 10.1111/1471-0307.12484

JOSÉ, Ana Carolina da Silva et al. Desenvolvimento de Queijo Processado Light Deslactosado Adicionado de Biomassa de Banana Verde. v. 2, p. 49-78. **Tópicos em Ciências e Tecnologia de Alimentos: Resultados de Pesquisas Acadêmicas**. São Paulo: Blucher, 2016.

DOI: 10.5151/9788580391749-02

KAKKAD, Hardik et al. Biodiesel Production by Direct In Situ Transesterification of an Oleaginous Tropical Mangrove Fungus Grown on Untreated Agro-Residues and Evaluation of Its Fuel Properties. **BioEnergy Research**. v. 8, n. 4, p. 1788-1799, December, 2015.

DOI: 10.1007/s12155-015-9626-x

KIEN, Craig Lawrence et al. Lipidomic evidence that lowering the typical dietary palmitate to oleate ratio in humans decreases the leukocyte production of proinflammatory cytokines and muscle expression of redox-sensitive genes. **The Journal of Nutritional Biochemistry**. v. 26, n. 12, p. 1599–1606, 2015.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2015.07.014>

KNAPP, Furn F.; NICHOLAS, Harold J. The distribution of sterols and steryl esters in the banana plant. **Phytochemistry**. v. 8, n. 10, p. 2091–2093, 1969a.

DOI: [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(00\)88100-5](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(00)88100-5)

KNAPP, Furn F.; NICHOLAS, Harold J. The sterols and triterpenes of banana pulp. **Journal of Food Science**. v. 34, p. 584–586, 1969b.

DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1969.tb12095.x>

KULKARNI, Shyamrao Gururao; KUDACHIKAR, V. B.; KESHAVA PRAKASH, M. N. Studies on physico-chemical changes during artificial ripening of banana (*Musa* sp) variety 'Robusta'. **Journal of Food Science and Technology**. v. 48, n. 6, p. 730-734, 2010.

DOI: 10.1007/s13197-010-0133-y

KUMAR, Paramasivam Suresh et al. Structural, functional characterization and physicochemical properties of green banana flour from dessert and plantain bananas (*Musa spp.*). **LWT - Food Science and Technology**. v. 116, n. 108524, December, 2019.

DOI: 10.1016 / j.lwt.2019.108524

LAURIN, Louis-Philippe; LEBLANC, Martine. Chapter 57 / Disorders of Potassium and Magnesium. **Care Nephrology**. 3 ed. Filadelfia: Elsevier. 2018. p. 339-344.el. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780323449427000571>>. Acesso em: 10 de agosto de 2018.

LEHMANN, Undine; ROBIN, Frédéric. Slowly digestible starch-its structure and health implications: a review. **Trends in Food Science & Technology**. v. 18, n. 7, p. 346-355, 2007.

DOI: 10.1016/j.tifs.2007.02.009

LICHTENSTEIN, Alice H. Plant sterols and blood lipid levels. **Current opinion in clinical nutrition and metabolic care**. v. 5, n. 2, p. 147-152, 2002. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/11516235_Plant_sterols_and_blood_lipid_levels>. Acesso em: 30 de maio de 2019.

LIU, Tingting. et al. Physicochemical and sensory characterization of gnocchi and the effects of novel formulation on in vitro digestibility. **Journal of Food Science and Technology**. v. 53, n. 1, p. 4033-4042, 2016.

DOI: 10.1007 / s13197-016-2410-x

LOESECKE, Harry W. Von. **Bananas: Chemistry, physiology, technology**. 2 ed. New York: Interscience Publishers, 1950.

LOPES, Leilane D et al. Fatty acid profile, quality lipid index and bioactive compounds of flour from grape residues. **Ciencia e Investigación Agraria**. v. 41, n. 2, p. 225-234, 2014.
DOI: 10.4067/S0718-16202014000200009

MARQUES, Priscila Andressa Rovigatti et al. Development and Sensorial Analysis of Food Products Using Green Banana Biomass. **Journal of Culinary Science & Technology**. v. 15, n. 1, p. 64-74, 2016.
DOI: 10.1080 / 15428052.2016.1204972

MARQUES, Layenne Caroline Oliveira Andrade; ANTUNES, Juliana Aloy Pinto; GAMA, Larissa Lovatto Amorin. Desenvolvimento de um sorvete de chocolate com potencial funcional: caracterização físico-química e microbiológica. **e-Scientia**. Belo Horizonte, v. 10, n. 2, p. 18-30, 2017. Disponível em: <<https://revistas.unibh.br/dcbas/article/view/2257>>. Acesso em: 10 de julho de 2018.

MARRIOTT, John.; ROBINSON, Michael; KARIKARI, Simon K. Starch and sugar transformation during the ripening of plantains and bananas. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. v. 32, p. 1021-1026, 1981.
DOI: 10.1080/10408398009527284

MARTINS, Cláudia Rocha; LOPES, Wilson Araújo; ANDRADE, Jailson Bittencourt de. Solubilidade das substâncias orgânicas. **Química Nova**, São Paulo, v. 36, n. 8, p. 1248-1255, 2013.
DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422013000800026>

MASTRO, Nélide Lucia del et al. Avaliação crítica da polpa de banana (*Musa* spp.) verde. **Revista de Higiene Alimentar**. v. 21, n. 153, p. 39-45, julho-agosto, 2007. Disponível em: <<http://repositorio.ipen.br/bitstream/handle/123456789/5130/13691.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 04 de abril de 2021.

MATOS et al. Análise sensorial e nutricional de brownie com farinha de banana verde. **Revista Brasileira de Obesidade, Nutrição e Emagrecimento**. São Paulo. Suplementar 2. v.11. n.69. p.722-730, 2017. Disponível em: <<http://www.rbone.com.br/index.php/rbone/article/view/641>>. Acesso em: 24 de julho de 2018.

McCLEARY, Barry V. Dietary fibre analysis. **Proceedings of the Nutrition Society**. v. 62, n. 1, p. 3-9, 2003.
DOI:10.1079/PNS2002204

MEDINA, J. C. et al. **Banana: da cultura ao processamento e comercialização**. 2 ed. Campinas. SP. ITAL, 1978.

MENDONÇA, Cristina Dias de et al. Interferência da adição da biomassa e farinha de banana verde (*Musa* spp.) e farinha da casca de jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*) na multiplicação de bactérias probióticas em leite cultivado light. **ForScience**. IFMG, Formiga, v. 5, n. 2, 2017.
DOI: <https://doi.org/10.29069/forscience.2017v5n2.e321>

MENESES, Silvia Marcela Ospina; MOLINA, Diego Alonso Restrepo; VARGAS, Jairo Humberto López. Caracterización microbiológica y bromatológica de hamburguesas bajas en grasa con adición de fibra de banano verde integro. **Revista Facultad Nacional de Agronomía**. Medellín. v. 64, n. 1, p. 5993-6005, 2011. Disponível em:

<[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-28472011000100022&lng=en&nrm=iso)

28472011000100022&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 13 de outubro de 2018.

MIETTINEN, T.; VANHANEN, H.; WESTER, I. Use of a stanol fatty acid ester for reducing serum cholesterol level. **United States Patent**. n. 5,502,045, 26 march. 1996. Disponível em: <<https://patentimages.storage.googleapis.com/4e/b2/46/4267e7f7ab1286/US5502045.pdf>> Acesso em: 09 de setembro de 2019.

MINGUITA, Adriana Paula da Silva et al. Produção e caracterização de massas alimentícias a base de alimentos biofortificados: trigo, arroz polido e feijão carioca com casca. **Ciência Rural**. v. 45, n. 10, p. 1895-1901, 2015.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20140491>.

MOHAN, Theji et al. Magnitude of changes in the activity of amylases and cellulase and its association with the biochemical composition during maturation and ripening of banana (*Musa spp.*). **Biochemistry and Physiology**, v. 3, n. 127, 2014.

DOI: 10.4172/2168-9652.1000127

MOHAPATRA, Debandya; MISHRA, Sabyasachi; SUTAR, Namrata. Banana and its by-product utilisation: an overview. **Journal of Scientific & Industrial Research**. v. 69, p. 323-329, 2010. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/230650431_Banana_and_its_by-product_utilisation_An_overview>. Acesso em: 19 de julho de 2018.

MOREAU, Robert A.; WHITAKER, Bruce D.; HICKS, Kevin B. Phytosterols, phytosterols, and their conjugates in foods: structural diversity, quantitative analysis, and health-promoting uses. **Progress in lipid research**. v. 41, n. 6, p. 457-500, 2002.

DOI: 10.1016 / s0163-7827 (02) 00006-1

NELSON, Norton A. Fotometric adaptation of Somogyi method for the determination of glucose. **Journal of Biological Chemistry**. v.153, p.375-380, 1944. Available in: <<https://www.jbc.org/content/153/2/375.full.pdf>>. Accessed: January 30, 2019.

NDANGUI, Chancelle B. et al. Impact of thermal and chemical pretreatments on physicochemical, rheological, and functional properties of sweet potato (*Ipomea batatas Lam*) flour. **Food and Bioprocess Technology**. v. 7, n. 12, p. 3618-3628, 2014.

DOI: <https://doi.org/10.1007/s11947-014-1361-3>

NORTON, Robert A. Quantitation of steryl ferulate and p-coumarate esters from corn and rice. **Lipids**. v. 30, n. 3, p. 269-274, 1995.

DOI: 10.1007/BF02537832

NOZAKI, Vanessa Taís et al. Perfil lipídico da polpa e amêndoa da guarirova. **Ciência Rural**. v. 42, n. 8, p. 1518-1523, 2012.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782012000800030>.

O'CONNOR, Sarah; RUDKOWSKA, Iwona. Dietary Fatty Acids and the Metabolic

Syndrome: A Personalized Nutrition Approach. **Advances in Food and Nutrition Research**. 2019.

DOI: <https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2018.07.004>

OLIVEIRA, Michelle. Efeito da composição química, origem e grau de maturação sobre a cor e a crocância da banana nanica obtida por secagem *HTST*. 2007. 141p. Dissertação. Mestrado em Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP, 2007. Disponível em: <<http://repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/256034>>. Acesso em: 30 de julho de 2018.

OLIVEIRA, Lúcia et al. Lipophilic Extracts from Banana Fruit Residues: A Source of Valuable Phytosterols. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 56, n. 20, p. 9520–9524, 2008.

DOI: 10.1021/jf801709t

OLIVEIRA, Dayse Aline Silva Bartolomeu de. Avaliação da qualidade de pão com adição de farinha e purê da banana verde. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, SP, v. 37, n. 3, p. 699-707, setembro, 2015.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0100-2945-176/14>

OLIVEIRA, Carlany Rodrigues dos; SANTOS, Marcela Brito dos; SANTOS, Mary de Fátima Guedes dos. O potencial funcional da biomassa de banana verde (*Musa spp.*) na simbiose intestinal. **Revista Ciência e Sociedade**. Macapá. v. 1, n. 1, 2016.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0100-2945-176/14>

OMEIRE, G. C.; UMEJI, O. F.; Obasi, N. E. Acceptability of Noodles Produced from Blends of Wheat, Acha and Soybean Composite Flours. **Nigerian Food Journal**. v. 32, p. 31-37, 2014.

DOI: [https://doi.org/10.1016/S0189-7241\(15\)30093-X](https://doi.org/10.1016/S0189-7241(15)30093-X)

ORHAN, İlkey; KÜSMENOĞLU, Şenay; ŞENER, Bilge. Fatty acid profile of fresh and dried banana (*Musa sapientum* L. var. *cavendishii* Lamb.) Peel Oils. **Journal of Faculty of Pharmacy of Ankara University**. v. 31, n. 1, p. 13-19, 2002.

Disponível em: <<http://dergiler.ankara.edu.tr/dergiler/24/1101/13076.pdf>>. Acesso em: 12 de janeiro de 2020.

ORMENESE, Rita de Cássia S. C. et al. Massas Alimentícias Não-convencionais à Base de Arroz - Perfil Sensorial e Aceitação pelo Consumidor. **Brazilian Journal of Food Technology**. v. 4, p. 67-74, 2001.

DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/cep.v20i2.1246>

PADAM, Birdie Scott et al. Banana by-products: an under-utilized renewable food biomass with great potential. **Journal of Food Science and Technology**. v. 51, n. 12, p. 3527-3545, 2014.

DOI: 10.1007/s13197-012-0861-2

PARK, Jun T.; ROLLINGS, James E. Effects of substrate branching characteristics on kinetics of enzymatic depolymerization of mixed linear and branched polysaccharides: I. Amylose/ amylopectin α -amylolysis. **Biotechnology and Bioengineering**. v. 44, p. 792-800, 1994.

PARR, Adrian J.; BOLWELL, Paul G. Phenols in the plant and in man: The potential for possible nutritional enhancement of the diet by modifying the phenols content or profile. **Journal of the Science of Food & Agriculture**. v. 80, p. 985–1012, 2000.

DOI: [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0010\(20000515\)80:7<985::AID-JSFA572>3.0.CO;2-7](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(20000515)80:7<985::AID-JSFA572>3.0.CO;2-7)

PAREEK, Sunil. Chapter 3 - Nutritional and Biochemical Composition of Banana (*Musa* spp.) Cultivars. **Nutritional Composition of Fruit Cultivars**. p. 49-81, 2016.

DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-408117-8.00003-9>

PERONA, Javier S. Membrane lipid alterations in the metabolic syndrome and the role of dietary oils. **Biochimica et Biophysica Acta**. v. 1859, n. 9 Pt. B, p.1690–1703, 2017.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bbamem.2017.04.015>

PIRES, Tânia C. S. P. et al. Extracts from: *Vaccinium myrtillus* L. Fruits as a source of natural colorants: Chemical characterization and incorporation in yogurts. **Food and Function**. v. 11, n. 4, p. 3227-3234, April, 2020.

DOI: 10.1039 / c9fo02890k

PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA & PRODUÇÃO INTEGRADA DE FRUTAS (PBMH & PIF). Normas de Classificação de Banana. São Paulo: CEAGESP, 2006. (Documentos, 29). Disponível em: <<http://www.ceagesp.gov.br/wp-content/uploads/2015/07/banana.pdf>>. Acesso em: 4 de agosto de 2018.

Projeto de Lei do Senado nº 181, de 2007. Altera o Decreto de Lei nº 986, de 21 de outubro de 1969 que institui normas básicas sobre alimentos e dá outras providências. Disponível em: <<https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=3431952&ts=1594010861264&disposition=inline>>. Acesso em: 01 de abril de 2021.

Projeto de Lei do Senado nº 478 de 2015. Altera o Decreto-Lei nº 986, de 21 de outubro de 1969, que institui normas básicas sobre alimentos, para vedar a gordura trans em alimentos, e dá outras providências. Disponível em: <<https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=4428563&ts=1593940925788&disposition=inline>>. Acesso em: 01 de abril de 2021.

PUNIA, S. et al. Rheological behavior of wheat starch and barley resistant starch (type IV) blends and their starch noodles making potential. **International Journal of Biological Macromolecules**. v. 130, p. 595-604, 2019.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.03.009>

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

DOI: 10.1016/j.tifs.2018.06.016

RADÜNZ, Marjana et al. Gluten-free green banana flour muffins: chemical, physical, antioxidant, digestibility and sensory analysis. **Journal of Food Science and Technology**. v. 58, n. 4, p. 1295-1301, april, 2021.

DOI: <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04638-5>

RANIERI, L. M.; DELANI, T. C. de O. Banana verde (*Musa spp*): obtenção da biomassa e ações fisiológicas do amido resistente. **Revista Uningá**. v. 20, n. 3, p. 43-49, 2014. Disponível em: <<http://revista.uninga.br/index.php/uningareviews/article/view/1602>>. Acesso em: 30 de junho de 2018.

REDDY, Manju. B.; LOVE, Mark. The impact of food processing on the nutritional quality of vitamins and minerals. **Impact of Processing on Food Safety**. v. 459, p. 99-106, 1999. DOI: 10.1007/978-1-4615-4853-9_7

RICKMAN, Joy C.; BRUHN, Christine M.; BARRETT, Diane M. Nutritional comparison of fresh, frozen, and canned fruits and vegetables II. Vitamin A and carotenoids, vitamin E, minerals and fiber. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. v. 87, n. 7, p. 1185-1196, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1002/jsfa.2824>

RIQUETTE, Roberta Figueiredo Resende et al. Do production and storage affect the quality of green banana biomass? **LWT - Food Science and Technology**. v. 111, p. 190-203, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.04.094>

SAINI, Ramesh Kumar.; KEUM, Young-Soo. Omega-3 and omega-6 polyunsaturated fatty acids: Dietary sources, metabolism, and significance - A review. **Life Sciences**. v. 203 p. 255-267, 2018. DOI: 10.1016/j.lfs.2018.04.049.

SALDANHA, Tatiana et al. HPLC separation and determination of 12 cholesterol oxidation products in fish: comparative study of RI, UV, and APCI-MS detectors. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 54, n. 12, p. 4107-4113, 2006. DOI: 10.1021 / jf0532009

SALDANHA, Tatiana.; BENASSI, Marta de Toledo; BRAGAGNOLO, Neura. Fatty acid contents evolution and cholesterol oxides formation in Brazilian sardines (*Sardinella brasiliensis*) as a result of frozen storage followed by grilling. **LWT - Food Science and Technology**, v. 41, p. 1301-1309, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2007.08.023>

SALIH, Zakaria A. et al. Physicochemical and Functional Properties of Pulp and Peel Flour of Dried Green and Ripe Banana (Cavendish). **International Journal of Research in Agricultural Sciences**. v. 4, n. 6, p. 2348-3997, 2017. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/322292115_Physicochemical_and_Functional_Properties_of_Pulp_and_Peel_Flour_of_Dried_Green_and_Ripe_Banana_Cavendish>. Acesso em: 25 de julho de 2018.

SANTOS, Mônica Alessandra Teixeira dos; ABREU, Celeste Maria Patto de; CARVALHO, Vânia Déa de. Efeito de diferentes tempos de cozimento nos teores de minerais em folhas de brócolis, couve-flor e couve (*Brassica oleracea* L.). **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v. 27, n. 3, p. 597-604, junho, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542003000300015>

SANTOS, João Marcos dos et al. Performance of reduced fat-reduced salt fermented sausage with added microcrystalline cellulose, resistant starch and oat fiber using the simplex design. **Meat Science**. v. 175, n. 108433, May, 2021.

DOI: <https://doi-org.ez30.periodicos.capes.gov.br/10.1016/j.meatsci.2021.108433>

SARDA, Fabiana A. Hoffmann et al. Impact of resistant starch from unripe banana flour on hunger, satiety, and glucose homeostasis in healthy volunteers. **Journal of Functional Foods**. v. 24, p. 63-74, 2016.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jff.2016.04.001>

SAVLAK, Nazlı; TÜRKER, Burcu; YEŞILKANAT, Nazlıcan. Effects of particle size distribution on some physical, chemical and functional properties of unripe banana flour. **Food Chemistry**. v. 213, p. 180-186, December, 2016.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.06.064>

SHAMLA, L.; NISHA, Prakasan. Acrylamide formation in plantain (*Musa paradisiaca*) chips influenced by different ripening stages: A correlation study with respect to reducing sugars, amino acids and phenolic content. **Food Chemistry**. v. 222, p. 53-60, 2017.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.12.007>

SHAMMAKH, Muna; ALI, Rafeah Taib; SHAARI, Tasneem. The Relationship of Health and Nutrition Claims towards Purchasing Choices among Consumers in Shah Alam, Selangor. **Journal of Nutritional Science and Vitaminology**. v. 66, p. S222–S225, 2020.

DOI: <https://doi.org/10.3177/jnsv.66.S222>

SILVA, Erika Madeira Moreira da; ROSSINI, Amanda Ferreira; CARVALHO, José Luiz Viana de. Quality evaluation of gnocchi pasta prepared with orange-fleshed sweet potato. **Bioscience Journal**. Uberlândia. v. 32, n. 1, p. 81-88, 2016.

DOI: 10.14393/BJ-v32n1a2016-29598.

SILVA, Kamilla Cescon da et al. Elaboração de Biscoitos a Partir da Biomassa da Banana Verde. **Revista CIENTEC**. v. 9, n. 1, p. 136–140, 2017a.

SILVA, Kamilla Cescon da et al. Caracterização da biomassa de banana maçã (*Musa spp.*) em diferentes estágios de maturação *in natura* e desidratada. **Enciclopédia Biosfera**. v. 14, p. 131-143, 2017b. Disponível em: <<https://www.conhecer.org.br/enciclop/2017b/agrar/caracterizaca%20da%20biomassa.pdf>>. Acesso em: 20 de novembro de 2018.

SILVEIRA, Ana Carolina Rezende et al. Parâmetros físico-químicos e sensoriais de iogurtes com biomassa da banana verde. **Global Science and Technology**. Rio Verde, v. 10, n. 1, p. 29-42, janeiro-abril, 2017.

SINGH, Balwinder et al. Bioactive compounds in banana and their associated health benefits – A review. **Food Chemistry**. v. 206, n. 1, p. 1-11, 2016.

DOI: 10.1016/j.foodchem.2016.03.033

SIMOPOULOS, Artemis P. Evolutionary aspects of diet, the omega-6/omega-3 ratio and genetic variation: nutritional implications for chronic diseases. **Biomed Pharmacother**. v. 60, n. 9, p. 502–507, 2006.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biopha.2006.07.080>

SIVAKUMAR, Ganapathy et al. Gas chromatography screening of bioactive phytosterols from mono-cultivar olive oils. **Food Chemistry**. v. 95, p. 525–528, 2006.
DOI: 10.1016/j.foodchem.2005.04.003

SOORIANATHASUNDARAM, K.; NARAYANA, C. K.; PALIYATH, Gopinadhan. Bananas and Plantains. **Encyclopedia of Food and Health**. Elsevier. p. 320-327, 2016.
DOI: 10.1016 / B978-0-12-384947-2.00054-4

SOMOGY, Michael A. New Reagent for Determination of Sugars. **Journal of Biological Chemistry**. v. 160, p. 61-68, 1945. Available in:
<<https://www.jbc.org/content/160/1/61.full.pdf>>. Accessed: January 30, 2019.

SOUTO, Valter Oliveira de et al. Olive oil-in-water emulsion as a source of desirable fatty acids in free-range “Caipira” chicken ham. **LWT - Food Science and Technology**. v. 144, n. 111216, June, 2021.
DOI: 10.1016/j.lwt.2021.111216

SOUZA, Nilson Evelazio de; MATSUSHITA, Makoto; VISENTAINER, Jesui Vergilio. Ácidos graxos: Estrutura, classificação, nutrição e saúde. **Arquivos da APADEC**. v. 2, n. 2, 1998. Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ArqMudi/article/view/16516/8934>>. Acesso em 02 de junho de 2019.

SOUZA, Naara Caroline Oliveira de et al. Textural, physical and sensory impacts of the use of green banana puree to replace fat in reduced sugar pound cakes. **LWT - Food Science and Technology**. v. 89, p. 617-623, 2018.
DOI: 10.1016 / j.lwt.2017.11.050

STATISTICAL DATABASE OF THE FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAOSTAT). Food Balance Sheets. 2018. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/FBS>>. Acesso em: 12 de março de 2021.

STATISTICAL DATABASE OF THE FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAOSTAT). Countries by commodity. 2019a. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#rankings/countries_by_commodity>. Acesso em: 13 de março de 2021.

STATISTICAL DATABASE OF THE FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAOSTAT). Crops. 2019b. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/>>. Acesso em: 12 de março de 2021.

STROHECKER, Rolf; HENNING, Heinz Max. **Análisis de vitaminas: métodos comprobados**. Madrid: Paz Montalvo, 1967. 428p.

SWAIN, T.; HILLIS, W. E. The phenolics constituents of prunus domestica. I. - The quantitative analysis of phenolic constituents. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. v. 10, n. 1, p. 63-68, 1959.
DOI: <https://doi.org/10.1002/jsfa.2740100110>

TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS (TACO). 4.ed. Universidade Estadual de Campinas-UNICAMP. Campinas: UNICAMP/NEPA, 2011. 161 p.

TUNGLAND, B. C.; MAYER, D. Nondigestible oligo- and polysaccharides (dietary fiber): their physiology and role in human health and food. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**. v. 3, p. 90-109, 2002.

DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2002.tb00009.x>

TURAN, Hülya; SÖNMEZ, Gülşah; KAYA, Yalçın. Fatty acid profile and proximate composition of the thornback ray (*Raja clavata* L. 1758) from the Sinop coast in the Black Sea. **Journal Fisheries Sciences**. v. 1, n. 97, p. 103, 2007.

DOI: 10.3153/jfscom.2007012

ULBRICHT, T. L.V.; SOUTHGATE, D. A. T. Coronary Heart Disease: Seven Dietary Factors. **The Lancet**. v. 338, n. 8773, p. 985-992, 1991.

DOI: [https://doi.org/10.1016/0140-6736\(91\)91846-M](https://doi.org/10.1016/0140-6736(91)91846-M)

VALDECIR, Luccas. **Obtenção de fatias de banana desidratada crocantes através da pré-secagem a altas temperaturas e curto tempo em leito fluidizado**. 1996. 115p. Dissertação. Mestre em Engenharia Química. Universidade Estadual de Campinas. SP, fevereiro, 1996. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/266439/1/Luccas_Valdecir_M.pdf>. Acesso em: 31 de Janeiro de 2019.

VILLAVARDE, Juan José et al. High valuable compounds from the unripe peel of several *Musa* species cultivated in Madeira Island (Portugal). **Industrial Crops and Products**. v. 42, n. 1, p. 507-512, 2013.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.06.037>

VIZZOTTO, Márcia et al. Composição mineral em genótipos de batata-doce de polpas coloridas e adequação de consumo para grupos de risco. **Brazilian Journal of Food Technology**. Campinas, v. 21, e2016175, 2018.

DOI: <https://doi.org/10.1590/1981-6723.17516>

VOGADO, Carolina de Oliveira et al. Enrichment of probiotic fermented milk with green banana pulp: Characterization microbiological, physicochemical and sensory. **Nutrients**. v. 10, n. 4, 2018.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2017.06.003>

WANG, Dong D.; HU, Frank B. Dietary fat and risk of cardiovascular disease: Recent controversies and advances. **Annual Review of Nutrition**. v. 37, n. 1, p. 423-446, 2017.

DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev-nutr-071816-064614>

WAN, Zifan et al. Strategies for lowering the added sugar in yogurts. **Food Chemistry**. v. 344, n. 15, May, 2021.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128573>

WESTSTRATE, J.; MEIJER, G. Plant sterol-enriched margarines and reduction of plasma total- and LDL-cholesterol concentrations in normocholesterolaemic and mildly hypercholesterolaemic subjects. **European Journal of Clinical Nutrition**. v. 52, n. 5, p. 334-343, 1998.

DOI: 10.1038/sj.ejcn.1600559

WOLF, Matthias T. et al. 105 - Potassium Homeostasis in the Fetus and Neonate. **Fetal and Neonatal Physiology**. 5 ed. v. 2. Elsevier. 2017. p. 1011-1024.e3. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780323352147001050>>. Acesso em: 15 de agosto de 2018.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Obesity and overweight. Noncommunicable diseases and their risk factors (NCDs)**. 2018a. WHO. Disponível em: <<http://www.who.int/ncds/introduction/en/>>. Acesso em: 01 de Setembro de 2018.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Obesity and overweight**. 2020. WHO. Disponível em: <<https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>>. Acesso em 14 de março de 2021.

YAP, Min. et al. The effects of banana ripeness on quality indices for puree production. **LWT - Food Science and Technology**. v. 80, p. 10-18, 2017.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2017.01.073>

YANG, Xiao-tang T. et al. Characterization of chlorophyll degradation in banana and plantain during ripening at high temperature. **Food Chemistry**. v. 114, p. 383-390, 2009.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.06.006>

YU, Ashley Hui Min et al. Physicochemical characteristics of green banana flour and its use in the development of konjac-green banana noodles. v. 85, n. 10, p. 3026-3033, October, 2020.
DOI: <https://doi-org.ez30.periodicos.capes.gov.br/10.1111/1750-3841.15458>

ZHANG, Pingyi et al. Banana starch: production, physicochemical properties, and digestibility—a review. **Carbohydrate Polymers**. v. 59, n. 4, p. 443-458, 2005.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2004.10.014>

ZHU, Xiangqian et al. A comparison of selected methods for determining eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid in cereal-based foods. **Food Chemistry**. v. 125, n.4, p. 1320-1327, 2011.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.09.105>

ANEXOS

Anexo A: Laudo das Análises Microbiológicas em Nhoque de Biomassa de Banana Verde

ANEXO A



ENSAIO MICROBIOLÓGICO DE ALIMENTO

Cliente: LAYLA TINOCO

Registro: BQ 0030592

Número da Amostra: 01

Data de Registro: 11/02/20

Descrição da Amostra ----- Nhoque cozido de biomassa de banana verde
Fab.: 10/02/20
Temperatura da amostra ----- Congelado
Código da Legislação ----- 10B
Local da Coleta -----
Responsável pela Coleta ----- Michel França - Bioqualitas
Horário da Entrega ----- 10:50 horas

Data Inicial do Ensaio: 12/02/20

Data Final do Ensaio: 17/02/20

PESQUISA DE MICRORGANISMOS

MICRORGANISMO	RESULTADO	REFERÊNCIA Resolução RDC nº12 – 02/01/01 ANVISA
<i>Salmonella</i> sp	Ausente/25g	Ausência/25g
<i>Bacillus cereus</i>	<10 ² UFC/g	5x10 ³ UFC/g
Coliformes totais	<10UFC/g	-
Coliformes Termotolerantes	<10UFC/g	10 ² UFC/g
Estafilococos coagulase positiva	<10 ² UFC/g	5x10 ³ UFC/g

Metodologias: ISO 6579-1:2017; ABNT NBR ISO 7932:2016; IN 30/2018 MAPA; ABNT NBR ISO 6888-3:2017; ISO 7937:2004; ISO 21528-2:2017; ISO 11.290-1 e 2: 2017; ABNT NBR ISO 4833-1 e 2: 2015; ISO 21872-1:2017; ISO 13720:2010; ISO 21527-1 e 2:2008; ISO 10273:2017

LEGENDA: UFC – Unidades Formadoras de Colônia / NMP – Número Mais Provável

RESULTADO: **Produto em condições sanitárias satisfatórias**

O produto apresentou-se bacteriologicamente de acordo com os padrões legais vigentes.

O presente laudo refere-se exclusivamente à amostra ensaiada.

Rio de Janeiro, 18 de fevereiro de 2020.


Brigitte M.A. Bertin
CRF 4467

BIOQUALITAS ANÁLISES DE ALIMENTOS E TREINAMENTOS CONTÍNUOS LTDA.
Avenida Presidente Vargas, 534 / 2º andar – Centro – Rio de Janeiro – CEP 20071-000
Tel.: 21 2518-1095 bioqualitas@bioqualitas.com.br CNPJ 03.404.827/0001-59 CRF 20658 LS Nº 09/97/019295/2019

APÊNCICE: Oficinas de Elaboração de Nhoque de Biomassa de Banana Verde

PRODUTOS TECNOLÓGICOS GERADOS NA DISSERTAÇÃO



Oficinas para capacitação da comunidade de Seropédica quanto a elaboração de biomassa de banana verde e sua aplicação em massa de nhoque

Foram realizadas oficinas para capacitação da comunidade de Seropédica quanto ao método de obtenção da biomassa de banana verde, sua aplicação em massa de nhoque, cozimento e informações quanto suas propriedades nutricionais e funcionais que desempenha no organismo humano.

As três oficinas foram realizadas na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, *campus* Seropédica.

A primeira oficina foi realizada no evento em comemoração aos 3 anos da Feira de Agricultura Familiar Rural no dia 18 de setembro de 2019 no pátio do Prédio Principal (P1) (Figura 1 A).

A segunda oficina foi realizada como parte integrante do curso sobre Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCS) no dia 11 de outubro de 2019 na Planta de Carnes do Instituto de Tecnologia do Departamento de Tecnologia de Alimentos (Figura 1 B).

E a terceira oficina foi realizada na IX Semana Acadêmica de Licenciatura em Ciências Agrícola no dia 31 de outubro de 2019 no Laboratório Analítico de Alimentos e Bebidas no Instituto de Ciências Humanas e Sociais (Figura 1 C).

Todas as oficinas tiveram uma carga horária de 5 horas de duração com a média de 20 participantes na faixa etária entre 18 à 50 anos de idade, incluindo estudantes da Universidade Rural e moradores da região de Seropédica e municípios vizinhos.

Antes do desenvolvimento, preparo e cozimento dos nhoques à base de biomassa de banana, foram ministradas as propriedades nutricionais, funcionais e tecnológicas que a biomassa de banana verde apresenta e seus benefícios a saúde quando ingerida na alimentação.

Figura 1 A - Oficina 1



Figura 1 B - Oficina 2



Figura 1 C - Oficina 3



A linguagem técnica-científica utilizada nas fichas técnicas de preparação do nhoque de biomassa de banana verde foi reescrita para uma linguagem mais simples e de fácil compreensão em receitas culinárias (Figuras 2 - A e B), sendo estas disponibilizadas à cada participante durante a realização das oficinas para que os mesmos pudessem ter uma fácil e melhor compreensão quanto a forma de preparo da biomassa de banana verde e sua aplicação em nhoque, afim de que estes pudessem reproduzir as receitas desenvolvidas nas oficinas em suas residências.

Foram realizadas preparações de nhoque à base de biomassa de banana verde e nhoque à base de BBV adicionado de bortalha.

Figura 2 A- Receita culinária de nhoque de biomassa de banana verde

RECEITA CULINÁRIA

Preparação	Nhoque de Biomassa de Banana Verde
Rendimento total (kg)	1 K e 425 g
Número de porções	8
Tempo total de preparo	2 horas e 15 minutos

Matérias-primas	Quantidade	Medidas caseiras
Banana Verde	12 unidades	
Farinha de Arroz Integral	400 g	2 copos
Azeite de Oliva	100 ml	10 colheres de sopa
Sal	10 g	1 colher de sopa

Insumos (utensílios e equipamentos)

- 1 pegador de saladas
 - 1 garfo
 - 2 facas
- 3 colheres de sopa
- 1 escumadeira
- 2 vasilhas grandes
- 1 panela de pressão
- 1 panela média
 - Fogão
- Liquidificador

Modo de Preparo

1. Remover uma por uma banana da penca com ajuda de uma faca de serra;
2. Lavar as bananas em água corrente com detergente para remover as sujidades;
3. Higienizar as bananas em solução clorada (1 colher de sopa de água sanitária para 1 litro de água), deixando de molho durante 15 minutos;
4. Enxaguar as bananas em água corrente para remover os resíduos de cloro;
5. Cozinhar as bananas em panela de pressão em água fervente durante 20 minutos;
6. Retirar as bananas da panela de pressão com ajuda de um pegador de salada;
7. Descascar as bananas ainda quentes com ajuda de um garfo e uma faca;
8. Processar as bananas cozidas ainda quentes (de 2 em 2 bananas), em liquidificador até a obtenção de uma massa lisa e homogênea (por aproximadamente 1 minuto);
9. Transferir a biomassa de banana verde para um recipiente limpo e seco
10. Juntamente à biomassa de banana verde, acrescentar a farinha de arroz integral, o azeite de oliva e o sal, misturando todos os ingredientes até a obtenção de uma massa lisa e homogênea que desprenda das mãos;
11. Em uma superfície lisa, limpa e seca, colocar a massa fazendo rolinhos compridos e cortando-os em pedaços pequenos (aproximadamente 3 cm), com ajuda de uma faca;
12. Em uma panela, cozinhe os nhoques em água fervente até que os mesmos fiquem boiando na água;
13. Retire os nhoques com ajuda de uma escumadeira, escorrendo a água dos mesmos, dispondo-os em recipiente limpo e seco.

Figura 2 B - Receita culinária de nhoque de biomassa de banana verde com bertalha

RECEITA CULINÁRIA

Preparação	Nhoque de Biomassa de Banana Verde com Bertalha
Rendimento total (kg)	1 K e 60 g
Número de porções	6
Tempo total de preparo	2 horas e 15 minutos

Matérias-primas	Quantidade	Medidas caseiras
Banana Verde	6 unidades	
Farinha de Arroz Integral	360 g	2 ½ copos
Bertalha	60 g	1 porção
Azeite de Oliva	50 ml	3 colheres de sopa
Sal	10 g	1 colher de sopa rasa

Insumos (utensílios e equipamentos)

- 1 pegador de saladas
 - 1 garfo
 - 2 facas
- 3 colheres de sopa
- 1 escumadeira
- 2 vasilhas grandes
- 1 panela de pressão
 - Fogão
- Liquidificador

Modo de Preparo

1. Remover uma por uma banana da penca com ajuda de uma faca de serra;
2. Lavar as bananas em água corrente com detergente para remover as sujidades;
3. Higienizar as bananas e a bertalha em solução clorada (1 colher de sopa de água sanitária para 1 litro de água), deixando de molho durante 15 minutos;
4. Enxaguar as bananas a bertalha em água corrente para remover os resíduos de cloro;
5. Cozinhar as bananas em panela de pressão em água fervente durante 20 minutos;
6. Cozinhar a bertalha no vapor durante 10 minutos e após fracioná-la em uma tábua de corte de alimentos com ajuda de uma faca e reservá-la;
7. Retirar as bananas da panela de pressão com ajuda de um pegador de salada;
8. Descascar as bananas ainda quentes com ajuda de um garfo e uma faca;
9. Processar as bananas cozidas ainda quentes (de 2 em 2 bananas), em liquidificador até a obtenção de uma massa lisa e homogênea (por aproximadamente 1 minuto);
10. Transferir a biomassa de banana verde para um recipiente limpo e seco;
11. Juntamente à biomassa de banana verde, acrescentar a farinha de arroz integral, a bertalha picada, o azeite de oliva e o sal, misturando todos os ingredientes até a obtenção de uma massa que desprenda das mãos;
12. Em uma superfície lisa, limpa e seca, colocar a massa fazendo rolinhos compridos e cortando-os em pedaços pequenos (aproximadamente 3 cm), com ajuda de uma faca;
13. Em uma panela, cozinhe os nhoques em água fervente até que os mesmos fiquem boiando na água;
14. Retire os nhoques com ajuda de uma escumadeira, escorrendo a água dos mesmos, dispondo-os em recipiente limpo e seco.

Durante a realização das oficinas, os participantes se mostraram bastante atentos e interessados no momento em que todas as informações acerca das propriedades nutricionais, funcionais e tecnológicas promovidas pela biomassa de banana verde foram apresentadas aos mesmos, dos quais fizeram perguntas e sanaram suas dúvidas quanto suas formas de aplicação em diferentes tipos de preparações alimentícias doces e salgadas, os benefícios nutricionais que a mesma confere ao organismo, como também o seu modo e tempo de armazenamento.

Durante o momento da realização da atividade prática quanto a manipulação dos ingredientes alimentícios e sua mistura com relação ao modo de preparo para obtenção da massa de nhoque à base de biomassa de banana verde, os participantes se mostraram muito empenhados, interessados e ativos durante todo o passo a passo, do qual estava descrito nas receitas culinárias que foram distribuídas a cada participante.

Após o preparo e cozimento das massas de nhoque de biomassa de banana verde, as mesmas foram dispostas para a degustação de todos os participantes, dos quais, cada um degustou uma porção aproximada de 80 g de nhoque, a qual foi acompanhada, de forma opcional, de molho de tomate obtido do processamento, tempero e cocção da casca da própria banana verde utilizada para fazer a biomassa, e molho Pesto, preparado de forma caseira.

Os participantes não relataram alterações com relação ao sabor e aroma do nhoque quanto a adição da biomassa de banana verde em sua formulação, como também não demonstraram aversão com relação a aparência da preparação e a sua textura durante o momento de seu consumo e mastigação. Estes fatos podem ser justificados pela presença do amido resistente contido na biomassa de banana verde, a qual possui a propriedade funcional de não alterar as características sensoriais das preparações em que é aplicada.

Alguns participantes também relataram grande saciedade promovida após a ingestão das porções de nhoque de biomassa de banana verde. Este fato pode ser justificado pelo fato do amido resistente presente em sua matriz possuir ação análoga à fibra alimentar, o qual promove saciedade após o seu consumo, além de conferir diversos efeitos funcionais biológicos e fisiológicos que acarretam benéficos para a manutenção e promoção da saúde.

Com base nas ações realizadas, pode-se concluir que capacitação da comunidade de Seropédica quanto a obtenção do nhoque de biomassa de banana verde demonstrou que este é um alimento de fácil preparo e que agrada aos aspectos sensoriais de percepção em seus consumidores, além destas oficinas terem incentivado ao maior interesse quanto ao consumo de preparações alimentícias mais naturais, nutritivas e saudáveis à base de biomassa de banana verde, na busca de uma melhor saúde e qualidade de vida.