

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA**

**Desidratação lenta, em pequena escala, de banana: características físico-químicas e sensoriais**

Gabriela Andrade Alves  
*Magister Scientiae*

**RIO PARANAÍBA - MINAS GERAIS  
2025**

**GABRIELA ANDRADE ALVES**

**Desidratação lenta, em pequena escala, de banana: características físico-químicas e sensoriais**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Andre M. X. de Carvalho

Coorientadora: Fabricia Queiroz Mendes

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca da Universidade Federal de Viçosa - Campus Rio Paranaíba**

T

A474d  
2025  
Alves, Gabriela Andrade, 2000-  
Desidratação lenta, em pequena escala, de banana: características físico-químicas e sensoriais / Gabriela Andrade Alves. – Rio Paranaíba, MG, 2025.  
48 f.: il. (algumas color.).

Inclui apêndices.

Orientador: André Mundstock Xavier de Carvalho.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Ciências Agrárias, 2025.

Inclui bibliografia.

DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvcrp.2025.034>

1. Desidratador adaptado. 2. Banana desidratada.  
3. Pós-colheita de banana. I. Carvalho, André Mundstock Xavier de, 1984-. II. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Ciências Agrárias. Mestrado em Agronomia (Produção Vegetal). III. Título.

664.8046

**GABRIELA ANDRADE ALVES**

**Desidratação lenta, em pequena escala, de banana: características físico-químicas e sensoriais**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 12 de setembro de 2025.

Assentimento:

---

Gabriela Andrade Alves  
Autora

---

Andre Mundstock Xavier de Carvalho  
Orientador

Essa dissertação foi assinada digitalmente pela autora em 06/11/2025 às 16:02:23 e pelo orientador em 07/11/2025 às 08:06:41. As assinaturas têm validade legal, conforme o disposto na Medida Provisória 2.200-2/2001 e na Resolução nº 37/2012 do CONARQ. Para conferir a autenticidade, acesse <https://siadoc.ufv.br/validar-documento>. No campo 'Código de registro', informe o código **FY50.WFC9.WAXR** e clique no botão 'Validar documento'.

A Deus.

Aos meus pais Fernando e Edilene.

Ao meu irmão Samuel.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

Com amor e gratidão,

Dedico

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por ser meu guia em todas as decisões. Obrigada, Senhor, por me capacitar, atender minhas súplicas e até mesmo ao meu silêncio. Obrigada por me proporcionar imensa evolução pessoal e profissional durante essa pesquisa.

Aos meus pais, Fernando e Edilene, minha base de fé e exemplo de coragem. Obrigada por serem apoio e suporte, por serem meus intercessores e não medirem esforços para a realização deste trabalho.

Ao meu irmão Samuel, minha inspiração de trabalho, foco e determinação. Sua garra para conquistar seus objetivos e seu jeito leve de levar a vida deixaram todo o processo mais tranquilo.

Ao meu noivo Fernando, meu companheiro de vida e de profissão. Obrigada por suas palavras e ações de apoio, curiosidade, consolo e incentivo. Elas me abraçaram nos momentos difíceis, me entusiasmaram nos momentos felizes e me encorajaram a superar todos os desafios.

À Vitória, minha colega de profissão e amiga para todas as horas. Obrigada por compartilhar conquistas, frustrações, sonhos e aprendizados.

A todo o corpo docente da Universidade Federal de Viçosa – Campus Rio Paranaíba, especialmente ao meu orientador André e minha coorientadora Fabrícia, por toda a experiência, amizade e conhecimentos oferecidos, e também à professora Renata Abadia Reis Rocha, por sua contribuição no planejamento e execução das análises sensoriais. Vocês foram essenciais no bom êxito do trabalho.

Aos técnicos de laboratório, que sempre se desdoblaram para ajudar em todas as análises e pesquisas. Obrigada por deixarem o ambiente de trabalho organizado e descontraído.

Aos meus provadores: Enzo, Isabela, Istefane, Jader, Lucélia, Mariane, Marina, Rafaela, Vívian, Vinícius e Wesley. Obrigada por dedicarem tempo, atenção e disposição a cada etapa da análise sensorial realizada nesta pesquisa.

À Universidade Federal de Viçosa, pelas inúmeras oportunidades de crescimento profissional e pessoal, pela possibilidade de conhecer ótimos

profissionais e criar amizades duradouras.

Ao Programa de Pós Graduação em Agronomia – Produção Vegetal, pela possibilidade de obtenção do título de mestre, pelo suporte pessoal durante todo o desenvolvimento da pesquisa e pela disponibilização de recursos e estrutura que proporcionaram aprendizados acadêmicos e científicos.

Este trabalho foi realizado com o apoio das seguintes agências de pesquisa brasileiras: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

## RESUMO

ALVES, Gabriela Andrade, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, setembro de 2025. **Desidratação lenta, em pequena escala, de banana: características físico-químicas e sensoriais.** Orientador: Andre Mundstock Xavier de Carvalho. Coorientadora: Fabricia Queiroz Mendes.

A banana, um fruto altamente perecível e sujeita a perdas pós-colheita expressivas, pode ter sua vida útil prolongada por meio da desidratação, reduzindo desperdícios e agregando valor, especialmente para pequenos produtores. No entanto, equipamentos de alto custo, alto consumo de energia e de manutenção pouco acessível limitam a expansão desse produto, além de reações de degradação que podem comprometer a qualidade sensorial e nutricional do alimento. Os objetivos deste estudo foram divididos em duas etapas: a primeira envolveu o desenvolvimento e caracterização de um desidratador elétrico adaptado de baixo custo, comparando seu desempenho e a qualidade físico-química das bananas desidratadas obtidas com as de um desidratador convencional. A segunda etapa avaliou a vida de prateleira das bananas desidratadas armazenadas em três tipos de embalagens: bandeja de isopor com filme PVC (controle), saco plástico à vácuo e saco bioplástico compostável, por meio de análises físico-químicas (umidade e luminosidade) e testes sensoriais de aceitação, intenção de compra e perfil descritivo otimizado (PDO). Os resultados mostraram que o desidratador adaptado é uma alternativa eficaz, de baixo custo e de fácil operação e manutenção. Ele promoveu uma secagem lenta e satisfatória das bananas, preservando propriedades sensoriais e nutricionais. Aos 28 dias de armazenamento, a embalagem a vácuo ocasionou alterações no teor de umidade das bananas desidratadas, e também apresentou menor tamanho de efeito nas médias dos atributos sensoriais avaliados. Porém, em geral, todas as embalagens apresentaram-se como alternativas viáveis para conservação das bananas desidratadas pelo período de 42 dias. Conclui-se que o desidratador adaptado constitui uma alternativa prática e acessível, uma vez que possibilita a desidratação como uma estratégia eficiente para conservação e valorização da banana.

Palavras-chave: agricultura familiar; desidratador adaptado; banana desidratada; pós-colheita de banana; banana passa

## ABSTRACT

ALVES, Gabriela Andrade, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, September, 2025. **SLOW SMALL-SCALE DEHYDRATION OF BANANA: PHYSICOCHEMICAL AND SENSORY CHARACTERISTICS**. Adviser: Andre Mundstock Xavier de Carvalho. Co-adviser: Fabricia Queiroz Mendes.

Banana is a highly perishable fruit, subject to significant postharvest losses, which can have its shelf life extended through dehydration — a process that reduces waste and adds value, especially for small producers. However, the high cost of equipment, high energy consumption, and limited maintenance accessibility restrict the expansion of this product, in addition to degradation reactions that may compromise its sensory and nutritional quality. The objectives of this study were divided into two stages: the first involved the development and characterization of a low-cost adapted electric dehydrator, comparing its performance and the physicochemical quality of the dehydrated bananas obtained with those produced in a conventional dehydrator. The second stage evaluated the shelf life of dehydrated bananas stored in three types of packaging: polystyrene tray with PVC film (control), vacuum plastic bag, and compostable bioplastic bag, through physicochemical analyses (moisture and luminosity) and sensory tests of acceptance, purchase intention, and optimized descriptive profile (ODP). The results showed that the adapted dehydrator is an effective, low-cost, and easy-to-operate and maintain alternative. It provided slow and satisfactory dehydration of bananas, preserving sensory and nutritional properties. After 28 days of storage, the vacuum packaging caused changes in the moisture content of the dehydrated bananas and also showed smaller effect sizes in the means of the evaluated sensory attributes. Overall, however, all packaging types proved to be viable alternatives for preserving dehydrated bananas for up to 42 days. It is concluded that the adapted dehydrator represents a practical and accessible solution, enabling dehydration as an efficient strategy for banana preservation and valorization.

Keywords: family farming; adapted dehydrator; dehydrated banana; banana postharvest; dried banana

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. OBJETIVOS.....	12
3. METODOLOGIA.....	13
3.1. Caracterização geral do estudo e obtenção das bananas.....	13
3.2. Desenvolvimento, caracterização e avaliação comparativa de um desidratador elétrico para pequena escala .....	14
3.2.1. Avaliação do desidratador para pequena escala.....	14
3.3. Comparação de embalagens e vida de prateleira da banana desidratada.....	15
3.3.1. Análises físico-químicas .....	15
3.3.2. Análises sensoriais – Testes de aceitação e intenção de compra .....	15
3.3.3. Análises sensoriais – Perfil Descritivo Otimizado (PDO).....	16
3.3.3.1. Recrutamento, seleção e treinamento dos provadores.....	16
3.3.3.2. Análise de Perfil Descritivo Otimizado (PDO).....	17
3.4. Cuidados éticos .....	17
3.5. Análises estatísticas .....	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	20
4.1. Desenvolvimento, caracterização e avaliação do desidratador adaptado .....	20
4.2. Comparação de embalagens e vida de prateleira da banana desidratada.....	25
4.2.1. Análises físico-químicas .....	25
4.2.2. Testes de aceitação e intenção de compra.....	28
4.2.3. Análise de Perfil Descritivo (PDO).....	30
5. CONCLUSÕES .....	33
REFERÊNCIAS .....	34
APÊNDICES .....	40
Apêndice A – Ficha de avaliação sensorial para os Testes de Aceitação e Intenção de compra .....	40
Apêndice B - Ficha de avaliação sensorial para o levantamento de atributos.....	41
Apêndice C – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para os Testes de Aceitação e Intenção de compra.....	42
Apêndice D – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para a Análise de Perfil Descritivo Otimizado (PDO) .....	45
Apêndice E - Ficha de avaliação do Perfil Descritivo Otimizado (PDO) .....	47

## 1. INTRODUÇÃO

A banana (*Musa spp.*) é uma das frutas mais cultivadas e consumidas no mundo, exercendo papel relevante tanto na alimentação humana quanto na economia agrícola de diversos países. No contexto brasileiro, destacam-se as cultivares do grupo Prata e do subgrupo Cavendish (como Nanica ou Caturra, Grande Naine e Nanicão. Em 2024, a estimativa anual de produção nacional foi de aproximadamente sete milhões de toneladas, das quais cerca de 60% são oriundas da agricultura familiar (EMBRAPA, 2021; IBGE, 2024). Por se tratar de uma fruto climatérico, com grande capacidade de produção de etileno, sensível à danos mecânicos e às mudanças de temperatura, umidade e ventilação, as perdas podem chegar a 40% da produção total (Belay, 2022; Santos *et al.*, 2020, EMBRAPA, 2021). Logo, as condições de colheita, manuseio, transporte e armazenamento devem ser cuidadosamente controladas para evitar danos por frio, maturação acelerada, deterioração e alterações de sabor.

Por um lado, a alta sensibilidade da banana no pós-colheita impulsiona o desenvolvimento de produtos alimentícios derivados, como geleias, doces, pães, bebidas, sorvetes, chips e desidratados. Essas alternativas representam estratégias eficazes para a redução de perdas e agregação de valor à fruta, especialmente relevantes para pequenos produtores (Adeniji *et al.*, 2010). Por outro lado, em sua quase totalidade, estes produtos também agregam custos ambientais (energia, embalagens, aditivos sintéticos, etc) e financeiros aos produtores e ainda depreciam a qualidade nutricional e sensorial do alimento comparativamente à banana *in natura*. Geleias e doces, por exemplo, quase sempre estão associados à adição de açúcar e à expressivas reduções nos teores de vitaminas termossensíveis, como A, C, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> e ácido fólico (Haroon *et al.*, 2024; Shinwari e Rao 2018). Além disso, o uso de altas temperaturas em certos produtos, como massas e chips, pode promover a formação de compostos potencialmente tóxicos, como furânicos e acrilamida (Mogol e Gökmen, 2016).

Neste contexto, a banana desidratada, ou banana-passa, apresenta-se como uma opção especialmente interessante para pequenos produtores por ser um produto de fácil obtenção, com potencial de baixo custo de produção, que dispensa o uso de aditivos sintéticos e com potencial de menor depreciação das qualidades nutricionais da banana (Ferreira e Freitas, 2019). Os métodos convencionais de desidratação, como a secagem com circulação forçada de ar, liofilização e secagem por tambor rotativo, são amplamente utilizados na indústria de alimentos (Dehnad, Jafari e Afrasiabi, 2016). No entanto, o alto custo de equipamentos específicos para essa finalidade, o consumo elevado de energia elétrica e as dificuldades de manutenção de equipamento são alguns entraves para a ampliação da produção desse tipo de alimento.

Apesar da significativa redução da atividade de água, reações de degradação, como as reações oxidativas, permanecem como um desafio relevante para a conservação da banana desidratada. A exposição ao oxigênio atmosférico favorece a degradação de lipídios, proteínas e carboidratos, levando à formação de subprodutos como aldeídos, hidroperóxidos, cetonas e ácidos orgânicos. Tais compostos deterioram as propriedades sensoriais e reduzem o valor nutricional dos alimentos, além de poderem representar risco toxicológico ao consumidor (Addis, 1986; Eckl e Bresgen, 2017).

Nesse cenário, a seleção de embalagens adequadas é fundamental para prolongar a vida útil e garantir a estabilidade da banana desidratada. Embalagens plásticas, especialmente com utilização de vácuo, são amplamente utilizadas pela sua eficiência na redução da oxidação e da proliferação microbiana, devido à baixa permeabilidade ao oxigênio e outros gases (Putri, Aziz e Falah, 2021). Além disso, apresentam vantagens como resistência mecânica, flexibilidade e baixo custo (Jorge, 2013). No entanto, a poluição da cadeia produtiva das resinas plásticas, as dificuldades de reciclagem, os impactos negativos do lixo plástico na vida aquática e o problema dos microplásticos no mundo são desafios urgentes a serem enfrentados (Chae e An, 2017). Pincelli *et al.* (2021) ao realizarem um estudo no Brasil, em 2017, demonstraram que o país gerou cerca de 12 milhões de toneladas de embalagens plásticas e, destas, apenas 4,5% foram recicladas e 0,8 milhões de toneladas foram descartadas incorretamente.

Diante desse cenário, os bioplásticos, produzidos a partir de fontes renováveis como amido de milho, cana-de-açúcar e celulose, surgem como uma alternativa mais sustentável aos polímeros convencionais. Entretanto, sua aplicação ainda enfrenta desafios importantes. Entre eles, destaca-se o elevado consumo energético ao longo da cadeia produtiva dessas matérias-primas, que pode mitigar parte dos benefícios ambientais, e as propriedades de barreira pouco eficientes dos bioplásticos de baixa espessura contra umidade, oxigênio e luz, que comprometem a conservação de alimentos desidratados. Adicionalmente, alguns tipos de bioplásticos podem liberar compostos potencialmente nocivos à saúde, especialmente quando submetidos a condições de aquecimento ou contato prolongado com alimentos, o que limita ainda mais sua aceitação e aplicabilidade em larga escala (Piemonte, 2011; Schulzea *et al.*, 2017; Liu *et al.*, 2025).

Como alternativa de baixo custo e fácil aplicação, destaca-se também a utilização de bandejas de poliestireno expandido (isopor) revestidas com filme de policloreto de vinila (PVC), amplamente empregadas no setor hortifrutigranjeiro. Essas embalagens oferecem proteção mecânica, boa visibilidade do produto e praticidade no empilhamento e transporte. Entretanto, apresentam barreiras limitadas à umidade e gases, além de implicarem

preocupações ambientais consideráveis, dado o baixo índice de reciclagem do isopor e lenta degradação (Gautam *et al.*, 2023; Anissa *et al.*, 2023). Ainda assim, por sua ampla disponibilidade comercial e baixo custo, essas embalagens permanecem relevantes, sobretudo em operações de pequena escala.

Diante do exposto, torna-se imprescindível avaliar como diferentes tipos de embalagens influenciam a estabilidade e a conservação da banana desidratada, considerando tanto sua eficácia na preservação da qualidade físico-química quanto os impactos ambientais associados. Investigações nesta direção podem subsidiar decisões mais sustentáveis e eficientes na cadeia produtiva da banana, especialmente no contexto da agricultura familiar.

## **2. OBJETIVOS**

Caracterizar e comparar processos de secagem e a qualidade físico-química de bananas desidratadas obtidas em um desidratador industrial convencional com circulação forçada de ar e em um equipamento elétrico adaptado de baixo custo.

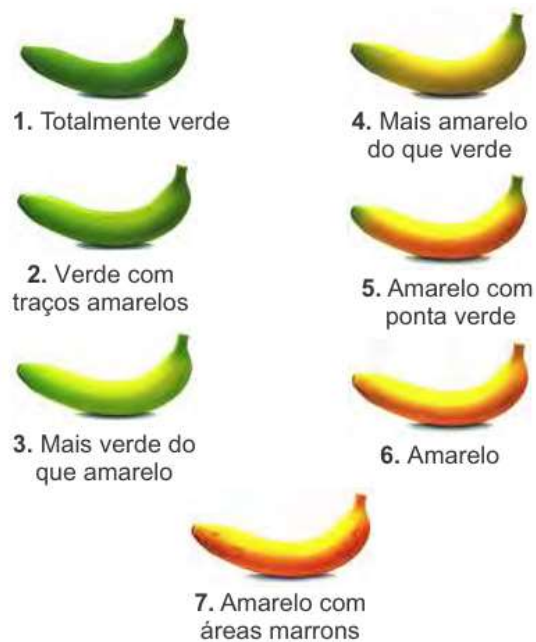
Avaliar a vida de prateleira, por meio das alterações químicas, físicas e sensoriais, de bananas desidratadas armazenadas em diferentes embalagens.

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1. Caracterização geral do estudo e obtenção das bananas

O estudo foi dividido em duas etapas, sendo a primeira, referente ao desenvolvimento e caracterização de um desidratador elétrico de pequena escala, comparando-o a um desidratador industrial convencional com circulação forçada de ar. Para tal comparação, ambos os processos foram previamente ajustados para permitirem uma desidratação relativamente lenta, com temperaturas pouco elevadas. Para esse processo, foram utilizadas bananas de variedade prata, com frutos de score 6 na escala de maturação (Figura 1). A segunda etapa do estudo consistiu num experimento referente à comparação de embalagens e vida de prateleira das bananas desidratadas produzida no equipamento desenvolvido.

Figura 1. Escala de maturação de acordo com a cor da casca da banana



Fonte: CEAGESP (2006)

Os frutos foram adquiridos no comércio local de Rio Paranaíba-MG. As etapas de produção foram realizadas no Laboratório de Processamento de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa – *Campus* Rio Paranaíba, as análises físico-químicas conduzidas no Laboratório de Química de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa – *Campus* Rio Paranaíba e as análises sensoriais realizadas no Laboratório de Análise Sensorial da Universidade Federal de Viçosa – *Campus* Rio Paranaíba.

### **3.2. Desenvolvimento, caracterização e avaliação comparativa de um desidratador elétrico para pequena escala**

Um desidratador elétrico para pequena escala foi desenvolvido utilizando-se materiais simples e relativamente acessíveis: caixa plástica tipo “organizadora” (dimensões: 64x45x40cm (CxLxA); volume total: 78L), temporizador elétrico analógico simples, aquecedor elétrico de ar (termoventilador) simples (Marca CADENCE, modelo AQC422), canaletas de PVC (20mmx12mm) e bandejas/assadeiras de alumínio. Todos os materiais foram adquiridos em comércio local ou por meio de lojas virtuais. Este desidratador não possuía, portanto, um controle de temperatura, apenas um mecanismo automático de acionar e desacionar que garantiu uma desidratação relativamente lenta.

Para o processo de desidratação, as bananas não descascadas foram sanitizadas em solução de hipoclorito 150ppm, descascadas, fatiadas no sentido vertical e dispostas nas bandejas/assadeiras. O processamento foi conduzido com a utilização do volume máximo de capacidade do desidratador adaptado e as bananas foram pesadas antes e depois do processo, para posterior cálculo de rendimento. A temperatura no interior do desidratador elétrico de pequena escala foi avaliada por meio de um termômetro infravermelho.

#### **3.2.1. Avaliação do desidratador para pequena escala**

Para a avaliação, foi utilizado um desidratador convencional de alimentos (marca Polidryer; modelo PD-25 – 220V) com controle de temperatura. As bananas de mesma variedade e em mesmo estágio de maturação foram dispostas nos desidratadores.

Para o cálculo do valor de obtenção do desidratador adaptado, foram contabilizados os preços de cada material utilizado e, em relação ao desidratador convencional, pesquisas virtuais foram realizadas para possibilitar a estimativa do valor de aquisição de um equipamento de porte médio, que permitisse o controle de temperatura e circulação de ar. O consumo energético (em kWh), em ambos os desidratadores, foi mensurado com o auxílio de um medidor de consumo acoplado sobre a tomada do laboratório.

A umidade das bananas durante a desidratação foi determinada por meio da perda de massa dos frutos. Inicialmente, a pesagem foi feita a cada hora de processo e, posteriormente, em intervalos de 4 horas, até ser atingido um teor de aproximadamente 70% de água eliminada, o que foi considerado como final do processo de desidratação (Stringheta *et al.*, 2003). O procedimento foi feito em quintuplicata, a fim de obter-se valores médios para cada tempo de análise. Assim, foram construídas as curvas de secagem de ambos os desidratadores.

Também para fins comparativos, realizou-se análises de teor de umidade, de acordo com a metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2004) e, na análise de cor, o parâmetro luminosidade foi avaliado utilizando-se um colorímetro triestímulo, modelo Delta Vista, que forneceu os valores das coordenadas  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ . A coordenada  $L$  representa a luminosidade e varia de 0 (preto) a 100 (branco). Já o teor de fenólicos totais foi determinado de acordo com o método Folin-Ciocalteu, que se baseia na interação de substâncias redutoras, como os compostos fenólicos, com o reagente Folin-Ciocalteu, em meio alcalino. A absorvância foi medida em espectrofotômetro no comprimento de onda de 765 nm (Waterhouse, 2002).

### **3.3. Comparação de embalagens e vida de prateleira da banana desidratada**

Para a avaliação da vida de prateleira das bananas desidratadas produzidas no desidratador desenvolvido, foram considerados três diferentes tipos de embalagem: saco plástico de polietileno à vácuo (18  $\mu\text{m}$  de espessura), saco transparente de bioplástico compostável e bandeja de isopor envolta com filme de PVC. Nesta etapa também foram utilizadas bananas da variedade prata, com frutos de score 6 na escala de maturação (Figura 1).

As bananas desidratadas foram avaliadas após 0, 14, 28 e 42 dias de armazenamento nas respectivas embalagens. As amostras embaladas foram armazenadas em temperatura ambiente ao abrigo da luz. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC) com 4 repetições, sendo cada unidade experimental representada por aproximadamente 2 ou 2,5 bananas prata desidratadas. Foram avaliados parâmetros físico-químicos e sensoriais.

#### **3.3.1. Análises físico-químicas**

As análises físico-químicas (luminosidade e teor de umidade) das bananas desidratadas, submetidas às três diferentes embalagens, foram realizadas, ao longo do tempo de armazenamento, de acordo com as metodologias descritas no item 3.2.1.

#### **3.3.2. Análises sensoriais – Testes de aceitação e intenção de compra**

As bananas desidratadas, armazenadas nas três diferentes embalagens, foram submetidas aos testes de aceitação e intenção de compra após 7 dias de armazenamento. As amostras foram avaliadas, por 70 consumidores, quanto à aparência, sabor e intenção de compra. Para os primeiros atributos, os avaliadores receberam uma ficha de teste (Apêndice A) contendo uma escala hedônica de 9 pontos, variando de 1 (desgostei muitíssimo) a 9 (gostei muitíssimo) (Stone e Sidel, 1993). Já para a intenção de compra, na mesma ficha de teste, os

avaliadores apontaram notas de 1 (certamente compraria) a 5 (certamente não compraria) (Meilgaard, Civille e Carr, 1999).

### **3.3.3. Análises sensoriais – Perfil Descritivo Otimizado (PDO)**

#### **3.3.3.1. Recrutamento, seleção e treinamento dos provadores**

Foram recrutados 30 voluntários que se mostraram dispostos a participar da pesquisa. Para o recrutamento, foram consideradas todas as pessoas que não possuíam aversão à banana desidratada e que não apresentavam restrições ao consumo de banana. Para seleção, todos os voluntários foram submetidos a um teste de reconhecimento de gostos básicos, onde foram utilizadas 8 soluções com quatro sabores básicos (NaCl 0,08%, NaCl 0,2%, ácido cítrico 0,02%, ácido cítrico 0,05%, sacarose 0,4%, sacarose 1%, cafeína 0,02% e cafeína 0,05%). Nessa primeira etapa, foram aprovados todos aqueles que acertaram pelo menos 60% das respostas. Na segunda etapa de seleção, foi avaliada a capacidade discriminatória dos provadores por meio da aplicação de testes triangulares com amostras de soluções de sacarose. Para a definição das concentrações destas, 25 provadores voluntários foram recrutados aleatoriamente e submetidos a um teste de comparação pareada, com amostras de soluções de sacarose de 1% e 1,25%, no qual não foi possível constatar diferença significativa ao nível de significância de 1%. Outros 30 provadores voluntários foram recrutados também aleatoriamente e submetidos a novos testes de comparação pareada, com amostras de soluções de sacarose de 1% e 1,5%. Desta vez, ao nível de significância de 1%, ficou evidente a diferença entre as amostras. Assim, os testes triangulares com amostras de soluções de sacarose de 1% e 1,5% foram aplicados aos provadores que haviam sido selecionados na primeira etapa de seleção e realizou-se a análise sequencial de Wald. Para a determinação desta, foram utilizados os seguintes parâmetros:  $P = 0,30$  (deficiência máxima aceitável),  $P1 = 0,70$  (habilidade mínima aceitável), riscos  $\alpha = 0,05$  (probabilidade de aceitar um candidato sem acuidade sensorial) e  $\beta = 0,05$  (probabilidade de rejeitar um candidato com acuidade sensorial). A partir destes parâmetros, foram obtidas as equações de duas retas, que construíram o gráfico da análise de Wald. Este gráfico apresenta três áreas: aceitação, rejeição e indecisão. Os avaliadores foram selecionados com base no desempenho obtido nos testes triangulares, sendo aceitos ou rejeitados de acordo com o número de acertos. De acordo com a ISO 8685 (2012), recomenda-se que a equipe seja composta por, no mínimo, 10 provadores. Assim, foram selecionados 11 participantes que atenderam satisfatoriamente aos critérios estabelecidos nas duas etapas de seleção, constituindo o painel sensorial.

Os provadores selecionados então definiram as terminologias dos atributos pelo método em rede. Nessa avaliação, os provadores foram solicitados a comparar uma amostra da banana desidratada produzida no desidratador adaptado com uma amostra de um doce de banana sem açúcar. Assim, eles deveriam descrever as diferenças e similaridades entre tais amostras por meio de uma ficha de avaliação (Apêndice B).

Em seguida, com a supervisão de um líder, houve uma discussão sobre o levantamento de atributos que caracterizavam as amostras, bem como a definição dos mesmos. Posteriormente, foram providenciadas várias opções de referências que poderiam representar o extremo da escala de cada um dos atributos definidos. Após algumas sessões de discussão entre os provadores, foi possível definir uma ficha de avaliação e uma lista com as definições e referências de cada atributo. Ambas foram usadas no momento da análise.

### **3.3.3.2. Análise de Perfil Descritivo Otimizado (PDO)**

Para a avaliação das bananas desidratadas armazenadas nas diferentes embalagens (saco plástico à vácuo, saco bioplástico e bandeja de isopor envolta com filme de PVC) a cada tempo de armazenamento (0, 14, 28 e 42 dias), os provadores treinados receberam seis amostras de banana desidratada, sendo elas, duas repetições de cada tipo de embalagem. Todas as referências dos extremos de escala (forte e fraco) de cada atributo, anteriormente definidas por eles, também estavam disponíveis fisicamente no momento da análise. As amostras foram codificadas numericamente e avaliadas de forma aleatória.

## **3.4. Cuidados éticos**

A realização do teste sensorial estava condicionada à aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEP) da Universidade Federal de Viçosa – UFV e foi realizada segundo os critérios preconizados pela Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde.

Os provadores de ambos os testes receberam o Termos de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndices C e D), os quais informaram os objetivos, a metodologia, os riscos e benefícios da pesquisa, bem como seu caráter voluntário, para que pudessem conceder a sua participação no estudo e firmarem o aceite por meio da assinatura, caso concordassem.

Os riscos envolvidos na pesquisa consistiam em:

- risco para pessoas alérgicas à banana;

- risco por contaminação microbiológica. O produto será elaborado seguindo as normas de boas práticas de fabricação (BPF) e serão secas até uma umidade segura que não permita o crescimento de microrganismos patogênicos;
- risco de desconforto; medo de não saber responder ou de ser identificado; estresse. A avaliação será realizada em lugar reservado, os participantes terão total liberdade para não responder as fichas avaliadoras e em qualquer momento poderão desistir de continuar a avaliação;
- divulgação de dados confidenciais (registrados no TCLE). Os TCLEs serão arquivados e após 5 anos da pesquisa serão destruídos. Durante este tempo, estarão em armários trancados, para minimizar o risco de divulgação dos dados confidenciais.

Os possíveis benefícios da participação dos voluntários na pesquisa é a maior viabilidade da banana desidratada em um desidratador de pequena escala, bem como a contribuição em estudos acima da vida útil do produto.

Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos após o término da pesquisa, e depois desse tempo serão destruídos. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo e confidencialidade, atendendo à legislação brasileira, em especial, à Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde, e utilizarão as informações somente para fins acadêmicos e científicos.

### **3.5. Análises estatísticas**

Os dados obtidos nas análises físico-químicas comparativas entre as bananas desidratadas em ambos os equipamentos foram submetidas à análise não paramétrica - pelo Teste de Welch ( $P < 0,05$ ).

Os resultados adquiridos nas análises sensoriais de aceitação e intenção de compra (aos 7 dias de armazenamento) e análises físico-químicas das bananas desidratadas (aos 0, 14, 28 e 42 dias) nas diferentes embalagens, foram submetidos à análise de variância (ANOVA). As pressuposições foram avaliadas pelos testes de Bartlett e Jarque-Bera. Para as análises de aceitação e intenção de compra, houve violação dos pressupostos e os dados foram transformados para escala rank/ordinal. As médias dos parâmetros avaliados nas bananas armazenadas nas diferentes embalagens foram comparadas à embalagem padrão (bandeja de isopor com filme de PVC) pelo teste Dunnett a 5 % de erro  $\alpha$ . As análises foram realizadas com auxílio do software SPEED stat (Carvalho *et al.*, 2020).

Para análise dos dados de Perfil Descritivo Otimizado (PDO), as médias dos atributos avaliados pelos provadores nas bananas armazenadas nas diferentes embalagens foram comparadas à embalagem padrão (bandeja de isopor com filme de PVC) pelo teste Dunnett a 5 % de erro  $\alpha$ . As análises foram realizadas com auxílio do software SPEED stat, para cada tempo de avaliação. Em seguida foi realizada uma análise multivariada - Índice *Desirability* – considerando os 12 atributos indicados pelos provadores, em cada tempo. Para o cálculo do índice, os valores máximos (9) e mínimos (0) da escala sensorial foram considerados como limite superior e limite inferior. Na padronização de escala do índice *Desirability*, os atributos adstringência, acidez, amargor, pegajosidade e consistência foram considerados como desejáveis quanto mais próximo de zero. Esse índice gerado para as diferentes embalagens, em cada tempo, foi comparado à embalagem padrão (bandeja de isopor com filme de PVC) pelo teste Dunnett a 5 % de erro  $\alpha$ . Também foram apresentadas medidas de tamanho de efeito (d de Cohen) entre as embalagens testadas comparadas à embalagem padrão (Carvalho, 2024).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Desenvolvimento, caracterização e avaliação do desidratador adaptado

O desenvolvimento do desidratador adaptado se deu com a junção de todos os materiais adquiridos. A caixa plástica foi usada como corpo do desidratador. O aquecedor elétrico de ar foi disposto no canto inferior da caixa e, nesta, logo atrás do aquecedor, foi feito um orifício circular (~ 10 cm de diâmetro) que possibilitava a saída do fio elétrico do equipamento e também a sucção de ar externo. As bandejas/assadeiras de diferentes tamanhos também foram colocadas no interior da caixa e, com o auxílio das canaletas de PVC, foram separadas e organizadas de forma que ocupassem o volume máximo possível.

O temporizador analógico foi acoplado na tomada do aquecedor e programado de forma que controlasse o funcionamento do mesmo. Assim, o aquecedor era ligado e desligado a cada hora de processo, o que evitava o seu superaquecimento e permitia uma secagem lenta. Por fim, foram feitos pequenos furos na tampa da caixa plástica que permitiam a saída de ar durante o processo de desidratação. A estrutura do desidratador adaptado é mostrada na Figura 2.

Figura 2. Desidratador adaptado utilizado



Fonte: Autora (2025)

Com o desidratador em pleno funcionamento, as bananas, cortadas ao meio (verticalmente), foram distribuídas nas bandejas de forma que ocupassem todo o volume disponível (Figura 2). Ao todo, o rendimento da desidratação foi de 13%, quando calculado considerando o fruto com casca, e 21% quando calculado considerando o fruto sem casca. Jesus *et al.* (2005) encontraram rendimentos próximos para a banana prata graúda, de 15,5% e 25%, respectivamente, quando consideradas com cascas ou não. Essa estimativa contribui para a

avaliação da viabilidade econômica do processo, permitindo avaliar a eficiência na conversão da matéria-prima em produto final (Oliveira *et al.*, 2017).

No desidratador adaptado, o aquecedor elétrico de ar funciona como fonte térmica e possui três níveis de funcionamento: apenas ventilar, temperatura média e temperatura alta. Para a desidratação das bananas, o equipamento foi configurado para operar na temperatura média, a qual foi monitorada periodicamente ao longo do processo. A temperatura interna do desidratador, nas primeiras horas, era de aproximadamente 40°C e depois de cerca de 20 horas, se manteve próxima à 50°C.

Para a avaliação comparativa do desidratador adaptado e do desidratador convencional, foram quantificados os custos de aquisição de todos os materiais necessários, bem como o valor de um desidratador convencional e os custos de operação de ambos quando ajustados para seguir uma marcha de secagem semelhante (Tabela 1).

Tabela 1. Custos de aquisição e operação do desidratador convencional e do desidratador adaptado

Custo	Desidratador convencional	Desidratador adaptado
		Caixa plástica 150,00
		Temporizador elétrico analógico 30,00
Equipamento (R\$)	6000,00	Aquecedor elétrico de ar 130,00
		Canaletas de PVC 20,00
		Bandejas/assadeiras de alumínio 210,00
		Total 540,00
Gasto energético (kW por operação)	1014 kW x 38h = 38532	201,5 kW x 64h = 12896

Fonte: Autora (2025)

Os desidratadores convencionais, por serem constituídos de materiais resistentes e por possuírem sistemas automatizados, permitem uma secagem de alimentos com temperatura e ventilação totalmente controladas. No entanto, os componentes estruturais e eletrônicos mais sofisticados e o uso de componentes exclusivos comprometem a facilidade de manutenção do equipamento (Celestino, 2010; Ashtiani e Martynenko, 2025; Sun, Zhang e Mujumdar, 2018). A análise de custos aponta ainda que a aquisição de um desidratador convencional demanda um elevado investimento inicial e, pensando de forma mais abrangente, soma-se à dificuldade

atrelada em conseguir um equipamento de qualidade e confiabilidade, principalmente para pessoas que carecem de amplo acesso sobre tecnologia e informação (Amri *et al.*, 2023).

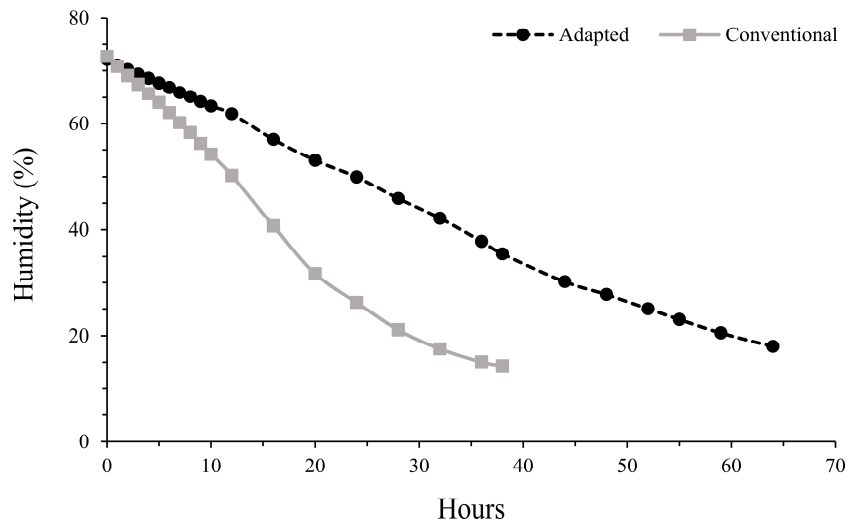
Por outro lado, o desenvolvimento de um desidratador adaptado, construído com materiais de fácil acesso, exige menor investimento inicial e maior simplicidade nos procedimentos de manutenção. O custo total para a aquisição de todos esses materiais foi de R\$540,00 (Tabela 1) e, sendo necessário, qualquer um deles pode ser facilmente substituído. Isso favorece a maior inclusão de pequenos e médios produtores que comercializam banana e, constantemente, enfrentam perdas na matéria-prima devido à sua alta perecibilidade.

Quanto ao gasto energético, o desidratador convencional, pela estabilidade da temperatura programada e também pelo dimensionamento da resistência elétrica utilizado pelo fabricante, demandou maior consumo de energia quando comparado ao desidratador adaptado (Lingayat, Zachariah e Modi, 2022; Ortiz-Rodríguez *et al.*, 2022). Considerando a operação completa, embora o desidratador adaptado tenha demandado maior tempo de processamento, seu consumo de energia foi de 12.896 kW, valor aproximadamente três vezes inferior ao registrado no desidratador convencional (38.532 kW).

A determinação do gasto energético auxilia no posterior cálculo de precificação do produto, na estimativa de lucro do produtor da banana desidratada e também para a consciência de demanda energética exigida pelo equipamento. Cabe salientar que é difícil mensurar valores gerais para a execução desses cálculos, dado que o custo monetário do kWh varia de região para região, principalmente em zonas rurais (Moreno *et al.*, 2022). Todavia, a análise não deve se restringir apenas aos aspectos financeiros, mas sim considerando a dimensão sustentável associada à redução no consumo energético, que contribui diretamente para a mitigação dos impactos ambientais decorrentes da geração de eletricidade (Rausser, Strielkowsky e Mentel, 2023; Rosen, 2021).

No processo de desidratação, a cinética de secagem pode ser descrita por dois principais períodos. O período de taxa constante consiste da estabilização térmica do alimento com o meio e da remoção da umidade superficial, onde há equilíbrio entre a migração interna de água e sua evaporação. Em seguida, inicia-se o período de taxa decrescente, no qual a velocidade de secagem diminui devido à menor disponibilidade de água livre, intensificando o ressecamento da superfície do produto (Pinheiro, Madaleno e Castro, 2022; Cavalcanti-Mata *et al.*, 2024; Gomez *et al.*, 2020). Assim, a partir da perda de água das bananas, foram construídas as curvas de secagem relacionando o teor de umidade e o tempo de secagem (Figura 3).

Figura 3. Curvas de secagem da banana prata nos desidratadores convencional e adaptado



Fonte: Autora (2025)

O final do processo de desidratação das bananas foi identificado, com o equilíbrio do teor de umidade, após cerca de 65h, no desidratador adaptado e após aproximadamente 40h, no desidratador convencional. Neste, a temperatura de secagem foi programada para 50°C, posto que essa foi a temperatura máxima registrada durante o funcionamento do desidratador adaptado desenvolvido. Houve maior lentidão no processo de secagem do desidratador adaptado por consequência da programação do temporizador (1 hora ligado, 1 hora desligado), mas este procedimento foi importante para prolongar a vida útil do aquecedor elétrico utilizado e para a economia de energia.

Dandamrongrak, Young e Mason (2002) desidrataram bananas da variedade Cavendish a 50°C, com e sem utilização de pré-tratamentos. As amostras controle apresentaram tempo de secagem em torno de 50h, média próxima às encontradas neste trabalho, enquanto aquelas que foram submetidas ao congelamento demandaram aproximadamente 30h.

Taskin *et al.* (2022) ao compararem, para fatias de bananas, as temperaturas de secagem de 50°C, 60°C e 70°C, definiram que maiores temperaturas possibilitam menores períodos de secagem e, conseqüentemente, maiores taxas de secagem. No entanto, os autores destacam que a exposição dos frutos à altas temperaturas causa superaquecimentos localizados nas amostras, diminuindo a qualidade do produto final, além de redução da eficiência energética.

No que se refere às características físico-químicas das bananas desidratadas em ambos os desidratadores, as médias dos resultados encontrados nas análises realizadas são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2. Comparação entre características das bananas desidratadas no desidratador adaptado e no desidratador convencional

	Desidratador adaptado	Desidratador convencional	p-valor (Teste de Welch)
Luminosidade <sup>1</sup>	13,07±3,21	19,64±7,45	p=0,130
Teor de fenólicos totais (mg EAG/g amostra b.u.) <sup>1</sup>	4,0±0,26	4,26±0,57	p=0,396
Teor de umidade (%) <sup>2</sup>	18,06±0,66	14,32±0,47	p<0,001

<sup>1</sup>Resultados expressos pelas médias de 5 repetições e desvio padrão. <sup>2</sup>Resultados expressos pelas médias de 3 repetições e desvio padrão. Fonte: Autora (2025)

A luminosidade foi o parâmetro utilizado para medir a cor e, conseqüentemente o escurecimento das bananas desidratadas, causado principalmente por reações enzimáticas e pela formação de compostos. Para o desidratador adaptado, a luminosidade média das amostras foi de 13,07, já para o desidratador convencional o valor encontrado foi de 19,64. Tal resultado pode estar associado à diferença de velocidade de aquecimento das bananas no início do processo, sendo que em temperaturas menos elevadas o escurecimento enzimático é favorecido.

Entretanto, Almeida *et al.* (2025) ao desenvolverem o protótipo de um desidratador solar, desidrataram bananas pratas no equipamento e encontraram uma luminosidade de 57,55 quando a temperatura interna média era de 30°C. Os autores destacam que temperaturas muito elevadas podem favorecer reações de Maillard e oxidação, o que causa o maior escurecimento da banana desidratada.

Os compostos fenólicos destacam-se por suas propriedades antioxidantes e potenciais benefícios à saúde, no entanto, a sua exposição à temperaturas elevadas pode resultar em sua degradação parcial (Lang *et al.*, 2019; Réblová, 2012). A comparação entre os dois equipamentos de desidratação, revelou teores médios de fenólicos totais semelhantes (4,0 e 4,26 mg EAG/g amostra), sugerindo que as condições de processamento adotadas foram semelhantes na conservação desses compostos bioativos. Isso indica que tais compostos possuem relativa estabilidade térmica dentro da faixa de temperatura aplicada, ou que o tempo de exposição ao calor não foi suficiente para promover degradações significativas.

Tais resultados corroboram com os estudos de Dadhaneeya *et al.* (2023). Ao desidratarem a polpa da banana Malbhog (variedade originária da Índia), a 60°C, os autores encontraram teores de fenólicos totais variando entre 1,45 e 4,40 mg EAG/g de amostra, dependendo do método de secagem utilizado (secagem de janela de refração, secagem por ar

quente, liofilização ou secagem a vácuo). Assim, a variação no teor desses compostos é atribuída não só à influência da temperatura, mas também ao método de secagem.

Acerca do teor de umidade final, as bananas submetidas ao desidratador adaptado apresentaram uma média de 18,06%, enquanto as bananas desidratadas no equipamento convencional apresentaram uma média de 14,32%, evidenciando a diferença, pelo teste de Welch. Segundo a RDC N° 726, o teor de umidade de produtos de frutos desidratados não deve ultrapassar 25%, logo, ambos os tratamentos enquadram-se aos parâmetros estabelecidos pela legislação brasileira vigente (BRASIL, 2022).

A diferença observada entre esses teores deve-se à menor taxa de secagem relacionada ao desidratador adaptado, além da maior estabilidade térmica do desidratador convencional, uma vez que seu funcionamento ocorreu sem interrupções no fornecimento de calor. Essa variação influencia diretamente na textura e consistência do produto final, sendo que quando a umidade é menor, tem-se uma banana desidratada mais firme (Jesus *et al.*, 2005).

Apesar da maior demanda no tempo de secagem, o desidratador adaptado se mostrou uma alternativa promissora ao promover a remoção gradual e eficaz da umidade das bananas. A utilização de temperaturas mais baixas possibilita maior eficiência energética do processo, além de garantir a qualidade da textura e propriedades organolépticas no produto final.

## **4.2. Comparação de embalagens e vida de prateleira da banana desidratada**

### **4.2.1. Análises físico-químicas**

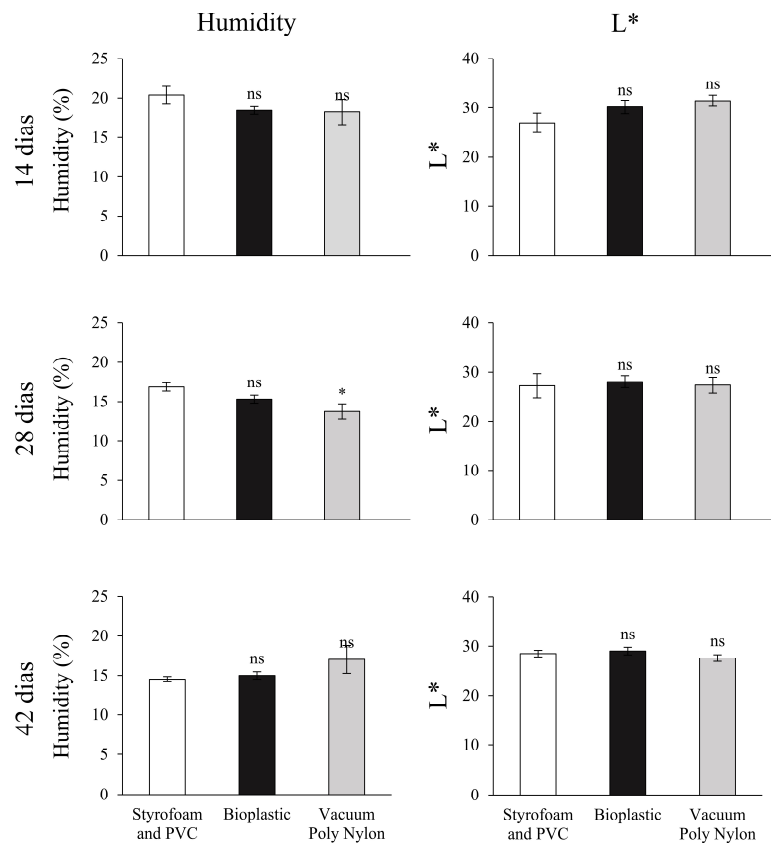
As bananas desidratadas no desidratador adaptado foram armazenadas nas diferentes embalagens: saco plástico de polietileno à vácuo, saco transparente de bioplástico compostável e bandeja de isopor envolta com filme de PVC (Figura 4). Esta foi definida como embalagem padrão devido à sua acessibilidade e praticidade. As avaliações de luminosidade ( $L^*$ ) e umidade das amostras foram realizadas ao longo do tempo de armazenamento (14, 28 e 42 dias) e as médias foram comparadas estatisticamente (Figura 5).

Figura 4. Embalagens utilizadas para o armazenamento das bananas: saco plástico de polietileno à vácuo (A), saco transparente de bioplástico compostável (B) e bandeja de isopor envolta com filme de PVC (C)



Fonte: Autora (2025)

Figura 5. Umidade (base úmida) e luminosidade ( $L^*$ ) das bananas desidratadas armazenadas em diferentes embalagens ao longo de 42 dias de armazenamento



Barras seguidas de \* diferem do controle pelo Teste de Dunnett ( $P < 0,05$ ). Fonte: Autora (2025)

Nesta etapa do estudo, as bananas desidratadas, antes de serem embaladas, apresentaram um teor de umidade de 15,94% (tempo zero). A partir disso, conforme demonstrado na Figura 5, esse valor oscilou ao longo do período de armazenamento, nas três diferentes embalagens. A ausência de um padrão consistente nessas variações de umidade pode estar associada ao fato de que as amostras foram armazenadas à temperatura ambiente e protegidas da luz direta. Logo, as mudanças nas condições climáticas ocorridas ao longo do tempo, especialmente na umidade relativa do ar, podem ter influenciado o comportamento higroscópico do produto (Choque-Quispe et al., 2022; Nicolás e Alexander; 2020).

Aos 28 dias de armazenamento, observou-se diferença significativa nos teores de umidade entre as bananas desidratadas acondicionadas na embalagem controle (bandeja de isopor envolta com filme PVC) e na embalagem a vácuo (saco plástico) ( $P < 0,05$ ). A embalagem controle apresentou teor médio de 16,86%, enquanto a embalagem a vácuo apresentou 13,76%, indicando maior eficácia do vácuo na prevenção da absorção de umidade pelas amostras.

Ao desidratarem bananas previamente tratadas com solução de açúcar e mel, Mahomud *et al.* (2015) avaliaram a estabilidade do produto durante o armazenamento em temperatura ambiente, utilizando três tipos de acondicionamento: embalagens de polietileno de camada simples, de camada dupla e de camada simples conservadas em lata. Os resultados demonstraram que a menor absorção de umidade ocorreu nas amostras armazenadas na última condição, cujo teor de umidade aumentou de 14,6% para 22,2% ao longo de 30 dias. Esses dados indicam que a eficácia na conservação está diretamente relacionada à barreira física proporcionada pela embalagem, sendo mais eficiente quanto maior sua capacidade de impedir a troca de umidade com o meio externo.

No que se refere às alterações de cor, avaliadas por meio do parâmetro de luminosidade ( $L^*$ ), em todo o período de armazenamento não houve evidência estatística de diferença entre o controle e os demais tratamentos. No tempo inicial (tempo zero) a média de  $L^*$  nas bananas desidratadas foi de 24,16. Constatou-se um aumento desse valor nos primeiros 14 dias de armazenamento em todas as embalagens, sendo esse incremento mais acentuado na embalagem de saco bioplástico, que atingiu média de 30,16.

Considerando que a escala  $L^*$  varia de 0 (preto) a 100 (branco), tal elevação indica um clareamento das amostras, associado à cristalização de açúcares na superfície e formação de uma matriz vítrea, retardando reações de degradação e reduzindo a intensidade da coloração escura (Buera, Schebor e Elizalde, 2005). A partir dos 28 dias, o parâmetro  $L^*$  não apresentou grandes variações, possivelmente devido ao esgotamento dos substratos envolvidos nas reações

de escurecimento e à diminuição da atividade enzimática residual, o que limita novas alterações na coloração do produto.

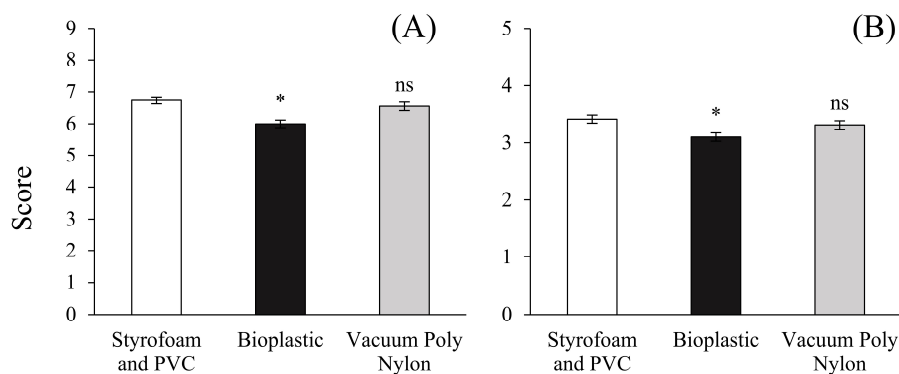
Phothapaeree *et al.* (2017), ao investigarem o armazenamento de bananas secas ao sol, sob diferentes temperaturas (30, 40 e 50 °C) e tipos de embalagem (saco plástico metalizado e saco à base de ácido polilático), observaram um aumento nos valores de luminosidade durante os primeiros 20 dias de armazenamento, independentemente do tipo de embalagem. No entanto, nas análises posteriores, realizadas até os 50 dias, as amostras mantidas à temperatura ambiente apresentaram escurecimento progressivo, evidenciado pela redução nos valores de L\*. Os autores atribuíram esse comportamento, predominantemente, à ocorrência de reações de escurecimento não enzimáticas, como a reação de Maillard e a caramelização, intensificadas pela presença de açúcares redutores e aminoácidos livres.

Em geral, o teor de umidade das bananas armazenadas nas três diferentes embalagens manteve-se abaixo de 21%, permanecendo em conformidade com a legislação brasileira vigente (BRASIL, 2022). Já em relação à luminosidade, observaram-se alterações semelhantes entre as embalagens ao longo do tempo, seguindo uma tendência comum de variação. Dessa forma, com base nas análises físico-químicas realizadas, todas as embalagens avaliadas mostraram-se adequadas e tecnicamente viáveis para o armazenamento do produto.

#### 4.2.2. Testes de aceitação e intenção de compra

Após 7 dias de armazenamento, as bananas desidratadas armazenadas nas três diferentes embalagens foram avaliadas de acordo com a textura, aparência e sabor por 70 provadores. Os resultados para os testes de aceitação e intenção de compra são demonstrados na Figura 6.

Figura 6. Valores médios atribuídos pelos provadores nos testes de aceitação (A) com escala hedônica de 9 pontos e no teste de intenção de compra (B) com escala hedônica de 5 pontos das bananas desidratadas obtidas no equipamento adaptado e armazenadas por 7 dias



Barras seguidas de \* diferem do controle pelo teste de Dunnett ( $P > 0,05$ ). Fonte: Autora (2025)

Com base na comparação entre as embalagens testadas e a embalagem padrão, por meio do teste de Dunnett (nível de significância de 5%), observou-se que, tanto na análise de aceitação quanto de intenção de compra, apenas para as bananas desidratadas armazenadas no saco bioplástico foi possível detectar diferença estatisticamente significativa, com desempenho inferior em relação ao controle (bandeja de isopor envolta com filme PVC). Esse resultado sugere que os provadores identificaram propriedades sensoriais menos agradáveis nesse tratamento, o que influenciou negativamente sua percepção e preferência.

A análise sensorial, especialmente em testes que não demandam treinamento, é altamente influenciada pelas características individuais de cada provador, como preferências pessoais, sensibilidade gustativa, aspectos culturais e alimentares cotidianos. Adicionalmente, deve-se considerar a variabilidade natural entre os frutos, mesmo quando pertencentes à mesma variedade, estágio de maturação e origem (Bavay *et al.*, 2013; Sánchez-Bravo e Noguera-Artiaga, 2024).

No entanto, a menor aceitação observada nas bananas desidratadas armazenadas no saco bioplástico pode indicar que essa embalagem promoveu alterações mais perceptíveis no produto final, possivelmente afetando atributos sensoriais relevantes para os avaliadores. O saco bioplástico apresenta limitações em sua aplicação devido às propriedades intrínsecas do material, como menor resistência mecânica e menor capacidade de barreira à umidade e principalmente ao oxigênio, quando comparado aos plásticos convencionais. Essas características tornam o produto mais suscetível a alterações durante o armazenamento, comprometendo sua eficácia na conservação de alimentos desidratados e dificultando sua ampla aceitação comercial (Zhao *et al.*, 2023; Siddiqui *et al.* 2024).

De modo geral, as bananas desidratadas acondicionadas nas três diferentes embalagens apresentaram boa aceitação sensorial. No teste de aceitação, as médias de pontuação, na escala hedônica de 9 pontos, variaram entre 6 (gostei ligeiramente) e 7 (gostei moderadamente). O mesmo comportamento foi observado por Jesus *et al.* (2005) uma vez que encontraram, para a banana prata graúda desidratada, nota média de 6,8 para aceitação global, também em uma escala hedônica de 9 pontos.

Já em relação à intenção de compra, avaliada por meio da escala hedônica de 5 pontos, as médias se situaram entre as notas 3 (talvez compraria/talvez não compraria) e 4 (provavelmente compraria), indicando uma tendência favorável à aquisição do produto. Esses achados corroboram os resultados de Nunes *et al.* (2019), que também observaram médias entre 3 e 4 ao avaliarem a intenção de compra de amostras de banana prata desidratada, saborizadas ou não com canela, armazenadas em embalagens plásticas rígidas de polipropileno (PP) e sacos

de polietileno de baixa densidade (PEBD), sem identificação de diferença estatisticamente significativa ao longo de 140 dias de armazenamento.

#### 4.2.3. Análise de Perfil Descritivo (PDO)

A partir de discussões e análises, os provadores selecionados entraram em um consenso sobre os atributos a serem avaliados na banana desidratada, bem como suas definições e as referências do extremo de escala (Tabela 3).

Tabela 3. Atributos sensoriais, definições e referências estabelecidas pela equipe de provadores

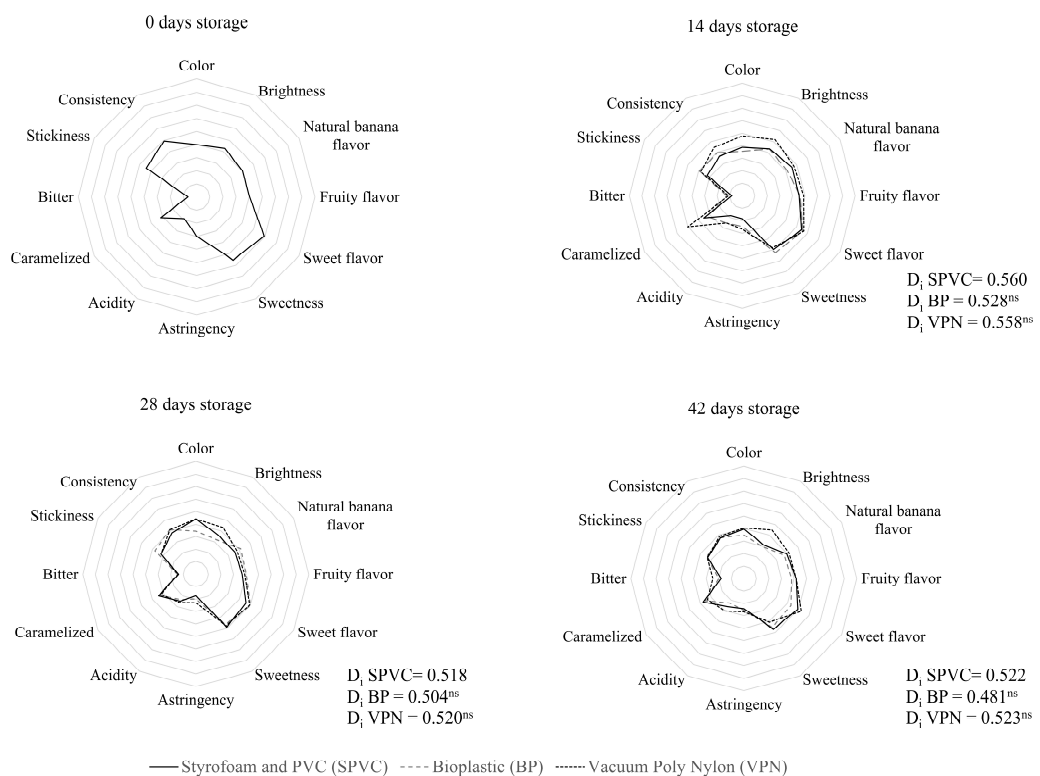
	<b>Atributos sensoriais</b>	<b>Definições</b>	<b>Referências dos extremos de cada escala</b>
<b>Aparência</b>	Cor	Impressão produzida pelos raios luminosos que são refletidos pela amostra	Fraco: banana verde desidratada <sup>1</sup> Forte: doce de banana sem açúcar
	Brilho	Referente ao brilho concentrado na superfície da amostra	Fraco: banana verde desidratada <sup>1</sup> Forte: banana madura in natura <sup>2</sup>
<b>Aroma</b>	Banana in natura	Aroma natural da banana madura in natura	Fraco: banana verde desidratada <sup>1</sup> Forte: banana madura in natura <sup>2</sup>
	Frutado	Aroma natural de uma fruta madura	Fraco: banana verde desidratada <sup>1</sup> Forte: banana madura in natura <sup>2</sup>
	Doce	Aroma de açúcar caramelizado	Fraco: banana verde desidratada <sup>1</sup> Forte: banana muito madura desidratada <sup>3</sup>
<b>Sabor</b>	Doce	Sensação produzida pelos açúcares presentes no fruto	Fraco: banana verde desidratada <sup>1</sup> Forte: solução de sacarose 10%
	Adstringente	Contração involuntária dos músculos da boca causada pela presença de taninos	Fraco: doce de banana sem açúcar Forte: banana verde desidratada <sup>1</sup>
	Ácido	Sensação produzida pelos ácidos presentes no fruto, que causa aumento na salivação	Fraco: solução de ácido cítrico 0.02% Forte: solução de ácido cítrico 0.20%
	Caramelizado	Sensação produzida ao consumir açúcar caramelizado	Fraco: calda de caramelo claro Forte: calda de caramelo escuro
	Amargo	Sensação produzida residualmente e que é percebida principalmente no fundo da língua	Fraco: solução de cafeína 0.05% Forte: solução de cafeína 0.20%
<b>Textura</b>	Pegajosa	Sensação produzida durante o consumo de alimentos que grudam nos dentes e que demandam maior tempo de mastigação	Fraco: banana madura in natura <sup>2</sup> Forte: bala de caramelo
	Consistente	Força necessária para mastigar/macerar o alimento	Fraco: banana madura in natura <sup>2</sup> Forte: banana verde desidratada <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Banana de score 4 na escala de maturação (Figura 1). <sup>2</sup>Banana de score 6 na escala de maturação (Figura 1). <sup>3</sup>Banana de score 7 na escala de maturação (Figura 1). Fonte: Autora (2025)

Com base nas informações, foi elaborada a ficha de avaliação contendo, para cada atributo, uma escala não estruturada de 9 cm, na qual os extremos eram representados pelas palavras “fraco” e “forte” (Apêndice E). Ao longo dos tempos de armazenamento, as amostras foram avaliadas de acordo com a aparência, aroma, sabor e textura, sempre acompanhadas de todos os padrões de extremos de cada atributo.

Durante o período de armazenamento (0, 14, 28 e 42 dias), os 11 provadores selecionados receberam as amostras de bananas desidratadas armazenadas nos três diferentes tipos de embalagem e, para cada uma, avaliaram seus atributos com uma marcação na escala não estruturada. Os perfis sensoriais das bananas desidratadas armazenadas nas três diferentes embalagens são representados em gráficos tipo radar e foram comparados pelo Índice *Desirability* (Figura 7)

Figura 7. Gráfico radar apresentando as médias dos valores atribuídos aos parâmetros via PDO para as bananas desidratadas ao longo do tempo de armazenamento (0, 14, 28 e 42 dias)



Tratamentos seguidos de \* diferem do controle pelo teste de Dunnett ( $P > 0,05$ ) para o valor médio dos scores obtido pelo Índice *Desirability*. Fonte: Autora (2025)

Diante dos resultados obtidos, constatou-se que não foi possível evidenciar diferenças entre os tratamentos avaliados ao longo dos 42 dias de armazenamento, em todos os atributos avaliados. As diferenças entre as bananas armazenadas na embalagem a vácuo e as armazenadas

na bandeja de isopor foram, em média, de pequena magnitude (14 dias:  $d\text{-Cohen}=0,01$ ; 28 dias:  $d\text{-Cohen}=0,02$ ; 42 dias:  $d\text{-Cohen}=0,01$ ). Esse resultado possibilita inferir que a embalagem à vácuo pode apresentar efeito semelhante à embalagem padrão.

Observou-se no tempo inicial (tempo zero), uma maior intensidade de características como aroma e sabor adocicado, além de textura firme e pegajosa, conferindo ao gráfico um formato mais retangular. Já aos 42 dias de armazenamento, verifica-se uma redução nas médias desses atributos, resultando em uma configuração gráfica mais circular. Além disso, conforme apontado pelas avaliações dos provadores, atributos como amargor e acidez apresentaram aumento progressivo durante o período analisado.

Esses resultados indicam que as alterações sensoriais das bananas desidratadas são influenciadas predominantemente pelo tempo de armazenamento. As mudanças podem ser atribuídas a processos bioquímicos naturais, como a oxidação gradual de compostos fenólicos, reações de Maillard e a formação de ácidos orgânicos, que ocorrem mesmo em condições controladas de armazenamento (Phothapaeree *et al.*, 2017; Ramos *et al.*, 2008). Tais reações afetam a matriz alimentar, promovendo modificações no perfil sensorial, independentemente da barreira física oferecida pelas embalagens. Observou-se que aos 42 dias de armazenamento as bananas apresentam características sensoriais aceitáveis sugerindo que estudos posteriores avaliem a estabilidade sensorial por um período maior de tempo.

A literatura aponta que muitos estudos sobre a conservação de bananas desidratadas investigam principalmente o uso de pré-tratamentos. Cagasan (2020) avaliou a vida útil de bananas desidratadas armazenadas por três semanas, aplicando diferentes pré-tratamentos: ácido ascórbico, suco de limão, solução salina e um tratamento controle (sem aplicação). Ao final do período experimental, as amostras sem pré-tratamento e aquelas tratadas com solução salina apresentaram melhor aceitação sensorial em comparação às demais. Por outro lado, as bananas tratadas com ácido ascórbico desenvolveram mofo e, por isso, foram excluídas da análise sensorial na terceira semana de armazenamento.

Diante do exposto, a embalagem a vácuo, por ter demonstrado menor magnitude de diferença e menor absorção de umidade aos 28 dias, destaca-se como primeira alternativa, em relação à embalagem padrão, apresentando positiva conservação das bananas desidratadas. No entanto, a partir dos resultados obtidos, o saco bioplástico também mostrou-se propício para o mesmo, uma vez que não foi possível identificar diferenças estatísticas da embalagem padrão ao longo do tempo. Portanto, evidencia-se que a escolha da embalagem ideal deve considerar, além da capacidade de segurança e preservação da qualidade do alimento, aspectos financeiros, práticos e de sustentabilidade.

## 5. CONCLUSÕES

A desidratação de banana revela-se como uma estratégia viável para ampliar a vida útil do fruto, com grande potencial para redução de perdas pós-colheita e, ao mesmo tempo, gerando um novo produto com boa aceitação, 100 % natural e com maior praticidade para transporte e armazenamento comparativamente à banana *in natura*. O desidratador adaptado desenvolvido neste estudo mostrou-se promissor para aplicações em pequena escala, possibilitando um processo de secagem mais lento, porém eficaz, capaz de preservar nutrientes e assegurar qualidade nutricional e sensorial ao produto final. Além disso, seu baixo custo de obtenção e baixo custo energético, aliados à simplicidade de manutenção, reforça seu potencial como tecnologia acessível à agricultura familiar. As embalagens avaliadas garantiram adequada estabilidade físico-química e manutenção das propriedades sensoriais das bananas desidratadas ao longo do período avaliado (42 dias), com destaque para a bandeja de isopor envolta com filme de PVC e a embalagem plástica à vácuo.

## REFERÊNCIAS

- ADENIJI, T. A.; TENKOUANO, A; EZURIKE, J. N.; ARIYO, C. O.; VROH-BI, L. Value-adding post harvest processing of cooking bananas (*Musa* spp. AAB and ABB genome groups). **African Journal of Biotechnology**, v. 9, n. 54, p. 9135-9141, 2010.
- ADDIS, P. B. Occurrence of lipid oxidation products in foods. **Food and Chemical Toxicology**, v. 24, n. 10-11, p. 1021-1030, 1986.
- ALMEIDA, I. S.; COELHO, B. E. S.; ROSA, A. S. S.; NETO, A. F.; CARVALHO, A. J. B. A.; BRAGA, A. C. D. Desenvolvimento e avaliação de um protótipo de secador solar de baixo custo para produção de banana passa. **Engineering and Science**, v. 14, n. 1, 2025. DOI: 10.18607/ES20251418901
- AMRI, I.; KURNIAWAN, S.; GUNOVA, V.; ARIANZA, Y. PARIDA, D. E. A controlled gas-based dehydrator in banana drying process for home industry. **Journal of Measurements, Electronics, Communications, and Systems**, v. 10, n.2, p. 51-57, 2023.
- ANNISSA; MATHOFANI, P. E.; SURIANI, S.; POLWANDARI, F.; SAKINAH, A. Factors related to using styrofoam containers for food packaging. International Conference Health, Social Science & Engineering, KnE Life Sciences, p. 53–61, 2023. DOI: 10.18502/kss.v8i14.13816
- ASHTIANI, S-H. M.; MARTYNENKO, A. Nature-inspired approaches for optimizing food drying processes: A critical review. **Food Engineering Reviews**, v.17, p. 270-290, 2025.
- BAVAY, C.; SYMONEAUX, R.; MAÎTRE, I.; KUZNETSOVA, A.; BROCKHOFF, P. B.; MEHINAGIC, E. Importance of fruit variability in the assessment of apple quality by sensory evaluation. **Postharvest Biology and Technology**, v. 77, p. 67–74, 2013.
- BELAY, A. F. Review on factors of harvested banana fruits safety and quality and its effects. **Journal of Biology, Agriculture and Healthcare**, v. 12, n. 23, p. 18-27, 2022.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 726, de 1 de Julho de 2022. Dispõe sobre os requisitos sanitários dos cogumelos comestíveis, dos produtos de frutas e dos produtos de vegetais. **Diário Oficial da União**. Brasília, s. 1, n. 126, p. 212-213, 2022.
- BUERA, P.; SCHEBOR, C. ELIZALDE, B. Effects of carbohydrate crystallization on stability of dehydrated foods and ingredient formulations. **Journal of Food Engineering**, v. 67, p. 157–165, 2005.
- CAGASAN, U. A. Improving the sensory quality and shelf life of dehydrated sliced banana (*Musa* spp. saba variety) using different pretreatments. **International Journal of Agriculture, Forestry and Life Sciences**, v. 4, n. 1, p. 87 – 91, 2020.
- CARVALHO, A.M.X. **Estatística experimental e observacional: uma nova abordagem sobre os métodos clássicos**. Uberlândia: Navegando Publicações, p. 282, 2024.

CARVALHO, A.M.X.; MENDES, F.Q.; MENDES, F.Q.; TAVARES, L.F. SPEED Stat: a free, intuitive, and minimalist spreadsheet program for statistical analyses of experiments. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, 20(3): e327420312, 2020.

CAVALCANTI-MATA, M. E.; DUARTE, M. E.; TOLENTINO, M.; MENDES, F. A.; BATISTA, L. LIMA, J. M.; LÚCIO, A.; NASCIMENTO, A. P.; ALMEIDA, R. D.; LISBOA, H. M. Drying kinetics of industrial pineapple waste: Effective diffusivity and thermodynamic properties resulting from new mathematical models derived from the fick equation. **Processes**, v. 12, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/pr12061198>

CELESTINO, S. M. C. Princípios de secagem de alimentos. **Embrapa cerrados** - Planaltina, DF, p. 51, 2010.

CHAE, Y.; AN, Y. J. Effects of micro- and nanoplastics on aquatic ecosystems: Current research trends and perspectives. **Marine Pollution Bulletin**, v. 124, n. 2, p. 624-632, 2017.

CHOQUE-QUISPE, D.; RAMOS-PACHECO, B.S.; CHOQUE-QUISPE, Y.; AGUILAR-SALAZAR, R.F.; MOJO-QUISANI, A.; CALLA-FLOREZ, M.; SOLANO REYNOSO, A.M.; ZAMALLOA-PUMA, M.M.; PALOMINO-MALPARTIDA, Y.G.; ALCARRAZ-ALFARO, T.; ZAMALLOA-PUMA, A. Storage conditions and adsorption thermodynamic properties for purple corn. **Foods**, v. 11, n. 828. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods11060828>

DADHANEYYA, H.; NAYAK, P. K.; SAIKIA, D.; KONDAREDDY, R.; RAY S.; KESAVAN, R. K. The impact of refractance window drying on the physicochemical properties and bioactive compounds of malbhog banana slice and pulp. **Applied Food Research**, v. 3, e100279, 2023.

DANDAMRONGRAK, R. YOUNG, G. MASON, R. Evaluation of various pre-treatments for the dehydration of banana and selection of suitable drying models. **Journal of Food Engineering**, v. 55, p. 139-146, 2002.

DEHNAD, D.; JAFARI, S. M.; AFRASIABI, M. Influence of drying on functional properties of food biopolymers: From traditional to novel dehydration techniques. **Trends in Food Science & Technology**, v. 57, p. 116-131, 2016.

ECKL, P. M.; BRESGEN, N. Genotoxicity of lipid oxidation compounds. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 111, p. 244-252, 2017.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2021). Banana. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/banana> . Acesso em: 11 de Junho de 2024.

FERREIRA, T. H. B; FREITAS, M.L.F. Production, physical, chemical and sensory evaluation of dried banana (Musa Cavendish). **Emirates Journal of Food and Agriculture**, v. 31, n. 2, p. 102-108, 2019.

GAUTAM, B.; HUANG, M. R.; LIN, C.-C.; CHANG, C.-C.; CHEN, J.-T. A viable approach for polymer upcycling of polystyrene (styrofoam) wastes to produce high value predetermined organic compounds. **Polymer Degradation and Stability**, v. 217, e110528, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2023.110528>

GOMEZ, R. S.; MAGALHÃES, H. L. F.; PORTO, T. R. N.; LIMA, E. S.; SANTANA, R. A. C.; GOMES, K. C.; LIMA, W. M. P. B. L.; LIMA, A. G. B. Drying process of clay ceramic materials: a review. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 11, e78591110300, 2020.

HAROON, M; KHAN, I.; EJAZ, A.; AFZAAL, M.; SAEED, F.; FAROOQ, M. U.; EHSAN, M.; AHMED, F.; AKRAM, N.; HAILU, G. G. Preparation and quality evaluation of mixed fruit jam made from natural and artificial sweetener. *eFood*, v. 5, n. 6, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1002/efd2.70022>

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2004.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção de Banana. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/banana/br>. Acesso em: 27 de Outubro de 2025.

ISO 8586: Sensory analysis. General guidelines for the selection, training and monitoring of selected assessors and expert sensory assessors. 2012.

JESUS, S. C.; MATSUURA, F. C. A. U.; FOLEGATTI, M. I. S.; CARDOSO, R. L. Avaliação de banana-passa obtida de frutos de diferentes genótipos de bananeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 6, p. 573-579, 2005.

JORGE, N. **Embalagens para alimentos**. Cultura Acadêmica:Universidade Estadual Paulista, Pró-Reitoria de Graduação, São Paulo, 194p. 2013.

LANG, G. H.; LINDEMANN, I. S.; FERREIRA, C. D.; HOFFMANN, J. F.; VANIER, N. L.; OLIVEIRA, M. Effects of drying temperature and long-term storage conditions on black rice phenolic compounds. **Food Chemistry**, v. 287 p. 197–204, 2019.

LINGAYAT, A.; ZACHARIAH, R.; MODI, A. Current status and prospect of integrating solar air heating systems for drying in various sectors and industries. **Sustainable Energy Technologies and Assessments**, v. 52, p. 102274, 2022.

LIU, J.; XIA, P.; QU, X.; ZHANG, X.; SHEN, R.; YANG, P.; TAN, H.; CHEN, H.; DENG, Y. Long-term exposure to environmentally realistic doses of starch-based microplastics suggests widespread health effects. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 73, n. 16, p. 9867-9878, 2025.

MAHOMUD, MD. S.; ALI, MD. K.; RAHMAN, MD. M.; MD. RAHMAN, MD. H.; SHARMIN, T.; RAHMAN, MD. J. Effect of honey and sugar solution on the shelf life and quality of dried banana (*Musa paradisiaca*) slices. **American Journal of Food Science and Technology**, v. 3, n. 3, p. 60-66, 2015.

MEILGAARD, M. CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques**. 3. ed. Boca Raton: CRC Pres, 1999.

MOGOL, B, A.; GÖKMEN, V. Thermal process contaminants: acrylamide, chloropropanols and furan. **Current Opinion in Food Science**, v. 7, p. 86-92, 2016.

MORENO, M. H. B.; SANTOS, R. A.; DUTRA, I. J. B.; ADAMI, A. C. O. Consumo de energia elétrica na zona rural brasileira. **Espacio Abierto**, v. 31, n. 4, p. 164-185, 2022.

NICOLÁS, S. C. J.; ALEXANDER, J. F. J. Determinación de condiciones ambientales para la conservación de granos de cacao (*Theobroma cacao* L) deshidratado durante el almacenamiento. **Revista Sistemas de Producción Agroecológicos**, v. 11, n. 1, 2020.

NUNES, W. S.; ANDRADE, M. F.; ALVES, E. E.; PINTO, M. S.; CARELI, R. T.; CHAUCA, M. N. C. Influência do tempo de estocagem e da embalagem sobre a aceitação e intenção de compra de bananas desidratadas e saborizadas com canela. In: Simpósio de Engenharia de Alimentos – Interdisciplinaridade e Inovação na Engenharia de Alimentos, n. 3, 2019, Montes Claros. Parte 6 – Tecnologia de Alimentos: Embalagens de Alimentos, Desenvolvimento e Processamento de Alimentos, 2019. p. 1115 – 1123.

OLIVEIRA, J. P.; ARAÚJO, C. I. A.; ALVES, E. E.; SOUZA, T. I. M.; CHAUCA, M. N. C.; CARELI, R. T. Desidratação de banana prata anã saborizada com canela. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 9, n. 3, p. 17-23, 2017.

ORTIZ-RODRÍGUEZ, N. M.; CONDORÍ, M.; DURÁN, G.; GARCÍA-VALLADARES, O. Solar drying Technologies: A review and future research directions with a focus on agroindustrial applications in medium and large scale. **Applied Thermal Engineering**, v. 215, p. 118993, 2022.

PIEMONTE, V. Bioplastic Wastes: The Best Final Disposition for Energy Saving. **Journal of Polymers and the Environment**, v. 19, p. 988-994, 2011.

PINCELLI, I. P.; JÚNIOR, A. B. C.; MATIAS, M. S.; RUTKOWSKI, E. W. Post-consumer plastic packaging waste flow analysis for Brazil: The challenges moving towards a circular economy. **Waste Management**, v. 126, p. 781-790, 2021.

PINHEIRO, M. N. C.; MADALENO, R. O.; CASTRO, L. M. M. N. Drying kinetics of two fruits Portuguese cultivars (Bravo de Esmolfe apple and Madeira banana): An experimental study. **Heliyon**, v. 8, e09341, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09341>

PHOTHAPAEREE, N.; JARUSAKSAKUL, N.; SOMWANGTHANAROJ, A.; TANANUWONG, K. Influence of packaging and storage conditions on quality parameters and shelf life of solar-dried banana. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, v. 39, n.2, p. 253-260, 2017.

PUTRI, R. M.; AZIZ, W. F.; FALAH, M. A. F. Physical quality changes of dehydrated strawberry affected by different packaging in a tropical environment. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 759. 2021. DOI: 10.1088/1755-1315/759/1/012013

RAMOS, A. M.; QUINTERO, A. C. F.; FARAONI, A. S.; SOARES, N. F. F.; PEREIRA, J. A. M. Efeito do tipo de embalagem e do tempo de armazenamento nas qualidades físico-química e microbiológica de abacaxi desidratado. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v.19, n.3, p. 259-269, 2008.

RAUSSER, G; STRIELKOWSKY, W; MENTEL, G. Consumer attitudes toward energy reduction and changing. **Energies**, v. 16, n. 1478, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/en16031478>

RÉBLOVÁ, Z. Effect of temperature on the antioxidant activity of phenolic acids. *Czech Journal of Food Sciences*, v. 30, n. 2, p. 171–177, 2012.

ROSEN, M. A. Energy sustainability with a focus on environmental perspectives. **Earth Systems and Environment**, v. 5, p. 217-230, 2021.

SÁNCHEZ-BRAVO, P.; NOGUERA-ARTIAGA, L. Fruits quality and sensory analysis. **Horticulturae** v.10, n. 1279, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/horticulturae10121279>

SANTOS, S. F.; CARDOSO, R. C. V.; BORGES, I. M. P.; ALMEIDA, A. C.; ANDRADE, E. S.; FERREIRA, I. O.; RAMOS, L. C. Post-harvest losses of fruits and vegetables in supply centers in Salvador, Brazil: Analysis of determinants, volumes and reduction strategies. **Waste Management**, v. 101, p. 161-170, 2020.

SCHULZEA, C.; JURASCHEKA, M.; HERRMANNA, C.; THIEDE, S. Energy analysis of bioplastics processing. **Procedia CIRP**, v. 61, p. 600-605, 2017.

SHINWARI, K. J.; RAO, P. S. Stability of bioactive compounds in fruit jam and jelly during processing and storage: A review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 75, p. 181-193, 2018.

SIDDIQUI, S. A.; YANG, X.; DESHMUKH, R. K.; GAIKWAD, K. K.; BAHMID, N. A.; CASTRO-MOÑOZ, R. Recent advances in reinforced bioplastics for food packaging – A critical review. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 263, e130399, 2024.

SILVA, R. C. S. N.; MINIM, V. P. R.; SIMIQUELI, A. A.; MORAES, L. E. S.; GOMIDE, A. I.; MINIM, L. A. Optimized Descriptive Profile: A rapid methodology for sensory description. **Food Quality and Preference**, v. 24, n. 1, p. 190-200, 2012.

STONE, H.; SIDEL, J.L. **Sensory evaluation: practices**. 2 ed. London: Academic Press, 1993, 337p.

STRINGHETA, P. C.; MELLONI, P.; FERNANDES, A. R.; SILVA, C. A. B. Produção de banana-passa (2500 kg de banana verde por dia). **Projeto de Empreendimentos Agroindustriais – Produtos de Origem Vegetal**. Viçosa: UFV, cap. 2, p. 23-57, 2003.

SUN, Q.; ZHANG, M.; MUJUMDAR, A. S. Recent developments of artificial intelligence in drying of fresh food: A review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, 2018. DOI: 10.1080/10408398.2018.1446900

TAN, W.; CUI, D.; XI, B. Moving policy and regulation forward for single-use plastic alternatives. **Frontiers of Environmental Science & Engineering**, v. 15, n. 50, p. 1-4, 2021.

TASKIN, O.; POLAT, A.; ETEMOGLU, A. B.; IZLI, N. Energy and exergy analysis, drying kinetics, modeling, microstructure and thermal properties of convective-dried banana slices. **Journal of Thermal Analysis and Calorimetry**, v. 147, p. 2343–2351, 2022.

WATERHOUSE, A. L. Polyphenolics: Determination of total phenolics. **Current Protocols in Food Analytical Chemistry**. New York: John Wiley & Sons, 2002.

ZHAO, X.; WANG, Y.; CHEN, X.; YU, X.; LI, W.; ZHANG, S.; MENG, X. ZHAO, Z.-M.; DONG, T.; ANDERSON, A.; AIYEDUN, A.; LI, Y. WEBB, E. WU, Z.; KUNC, V.; RAGAUSKAS, A. OZCAN, S. ZHU, H. Sustainable bioplastics derived from renewable natural resources for food packaging. **Matter**, v. 6, p. 97–127, 2023.

## APÊNDICES

### Apêndice A – Ficha de avaliação sensorial para os Testes de Aceitação e Intenção de compra

#### FICHA DE AVALIAÇÃO SENSORIAL

Sexo: ( ) F ( ) M Idade: \_\_\_\_\_ Amostra: \_\_\_\_\_ Profissão: \_\_\_\_\_

Meu nome é Gabriela Andrade Alves e sou estudante da Pós Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, na Universidade Federal de Viçosa *campus* Rio Paranaíba. Esta avaliação é parte do desenvolvimento da minha dissertação sobre o desenvolvimento de um desidratador de bananas em pequena escala.

Com que frequência você consome banana desidratada?  
 ( ) nunca comi ( ) pouca frequência ( ) muita frequência

Você está recebendo uma amostra de banana desidratada.

Por favor, avalie a amostra utilizando a escala abaixo para dizer o quanto você gostou ou desgostou do produto.

#### Escala Hedônica

- (9) Gostei extremamente
- (8) Gostei muito
- (7) Gostei moderadamente
- (6) Gostei ligeiramente
- (5) Indiferente
- (4) Desgostei ligeiramente
- (3) Desgostei moderadamente
- (2) Desgostei muito
- (1) Desgostei extremamente

Nota: \_\_\_\_\_

Se esse produto estivesse disponível no mercado, qual seria sua intenção de compra, de acordo com a escala abaixo?

#### Escala de Atitude

- (1) Certamente não compraria
- (2) Provavelmente não compraria
- (3) Talvez compraria/ talvez não compraria
- (4) Provavelmente compraria
- (5) Certamente compraria

Nota: \_\_\_\_\_

Comentários:

---



---



---

## Apêndice B - Ficha de avaliação sensorial para o levantamento de atributos

### FICHA DE AVALIAÇÃO SENSORIAL

Sexo: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_ Grau de escolaridade \_\_\_\_\_

Meu nome é Gabriela Andrade Alves e sou estudante da Pós Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, na Universidade Federal de Viçosa *campus* Rio Paranaíba. Esta avaliação é parte do desenvolvimento da minha dissertação sobre o desenvolvimento de um desidratador de bananas em pequena escala e estudo sobre a vida útil das bananas desidratadas.

Por favor, compare as duas amostras quanto à aparência, aroma, sabor e textura, indicando em que são similares e em que são diferentes:

AMOSTRAS: \_\_\_\_\_ e \_\_\_\_\_

	Similaridades	Diferenças
Aparência		
Aroma		

Sabor		
Textura		

**Apêndice C – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para os Testes de Aceitação e Intenção de compra**

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

O (A) Sr. (a) está sendo convidado (a) como voluntário (a) a participar da pesquisa **“Desidratação lenta, em pequena escala, de banana: características físico-químicas e sensoriais”**. Nesta pesquisa pretendemos realizar análises sensoriais de bananas desidratadas em um desidratador de pequena escala. Serão realizados testes de aceitação e intenção de compra, a fim de constatar a viabilidade do produto no âmbito sensorial e também a viabilidade de imersão do produto no mercado.

Os participantes da pesquisa serão recrutados na cidade de Rio Paranaíba - Minas Gerais e os testes serão aplicados às pessoas que se encaixem aos critérios de inclusão: possuir mais que 18 anos e se interessar sensorialmente pelas bananas desidratadas. Será considerado critério de exclusão ser menor de 18 anos, o não interesse em participar da pesquisa e alergias associadas ao consumo de banana.

A pesquisa será realizada no Laboratório de Análise Sensorial (LAE 129), localizado na Universidade Federal de Viçosa *campus* Rio Paranaíba. Para os testes de aceitação e intenção de compra, a duração será de 10 minutos em média e os participantes receberão fichas apropriadas de avaliação a fim de informar o quanto gostou ou desgostou de algumas

propriedades do produto e se compraria ou não. Os participantes terão sua identidade preservada, sendo garantido o sigilo da sua identidade em todas as etapas da pesquisa.

Os riscos envolvidos na pesquisa consistem em:

- risco para pessoas alérgicas à banana;
- risco por contaminação microbiológica. O produto será elaborado seguindo as normas de boas práticas de fabricação (BPF) e serão secas até uma umidade segura que não permita o crescimento de microrganismos patogênicos;
- risco de desconforto; medo de não saber responder ou de ser identificado; estresse. A avaliação será realizada em lugar reservado, os participantes terão total liberdade para não responder as fichas avaliadoras e em qualquer momento poderão desistir de continuar a avaliação;
- divulgação de dados confidenciais (registrados no TCLE). Os TCLEs serão arquivados e após 5 anos da pesquisa serão destruídos. Durante este tempo, estarão em armários trancados, para minimizar o risco de divulgação dos dados confidenciais.

Os possíveis benefícios da participação dos voluntários na pesquisa é a maior viabilidade da banana desidratada em um desidratador de pequena escala, bem como a contribuição em estudos acima da vida útil do produto.

Para participar deste estudo o (a) Sr. (a) não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Caso ocorra algum gasto para a realização da avaliação sensorial (deslocamento, por exemplo), o Sr. (a) será ressarcido pelos pesquisadores. E caso sejam identificados e comprovados danos provenientes desta pesquisa, o (a) Sr. (a) tem assegurado o direito à indenização. O Sr. (a) tem garantida plena liberdade de recusar-se a participar ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem necessidade de comunicado prévio. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que o Sr. (a) é atendido (a) pelo pesquisador. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. O (A) Sr. (a) não será identificado (a) em nenhuma publicação que possa resultar. Seu nome ou o material que indique sua participação não serão liberados sem a sua permissão. Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável, na Universidade Federal de Viçosa *campus* de Rio Paranaíba e a outra será fornecida ao Sr. (a).

Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos após o término da pesquisa, e depois desse tempo

serão destruídos. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo e confidencialidade, atendendo à legislação brasileira, em especial, à Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde, e utilizarão as informações somente para fins acadêmicos e científicos.

Eu, \_\_\_\_\_, contato \_\_\_\_\_, fui informado (a) dos objetivos da pesquisa “Desidratação lenta, em pequena escala, de banana: características físico-químicas e sensoriais” de maneira clara e detalhada, e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar se assim o desejar. Declaro que concordo em participar. Recebi uma via original deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer minhas dúvidas.

Rio Paranaíba, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20 \_\_\_\_.

---

Assinatura do Participante

---

Gabriela Andrade Alves

Pesquisadora responsável: Gabriela Andrade Alves

Telefone: (34) 999938390 - E-mail: gabriela.a.andrade@ufv.br

Em caso de discordância ou irregularidades sob o aspecto ético desta pesquisa, você poderá consultar:

CEP/UFV – Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos

Universidade Federal de Viçosa

Edifício Arthur Bernardes, subsolo

Av. PH Rolfs, s/n – Campus Universitário

CEP: 36570-900 Viçosa/MG

Telefone: (31)3612-2316

E-mail: cep@ufv.br

www.cep.ufv.br

## **Apêndice D – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para a Análise de Perfil Descritivo Otimizado (PDO)**

### **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

O (A) Sr. (a) está sendo convidado (a) como voluntário (a) a participar da pesquisa **“Desidratação lenta, em pequena escala, de banana: características físico-químicas e sensoriais”**. Nesta pesquisa pretendemos realizar análises sensoriais de bananas desidratadas em um desidratador de pequena escala, armazenadas em diferentes embalagens (saco plástico de polietileno (18 µm de espessura), saco plástico de polietileno à vácuo (18 µm de espessura), saco transparente de bioplástico compostável e bandeja de papel kraft envolta com filme de PVC), por diferentes tempos (0, 14, 28 e 42 dias). Será realizado o teste de Perfil Descritivo Otimizado (PDO), a fim de constatar a viabilidade do produto no âmbito sensorial e estabelecer uma vida útil em que o mesmo ainda seja atrativo sensorialmente.

Os participantes da pesquisa serão recrutados na cidade de Rio Paranaíba - Minas Gerais e os testes serão aplicados às pessoas que se encaixem aos critérios de inclusão: possuir mais que 18 anos e se interessar sensorialmente pelas bananas desidratadas. Será considerado critério de exclusão ser menor de 18 anos, o não interesse em participar da pesquisa e alergias associadas ao consumo de banana.

A pesquisa será realizada no Laboratório de Análise Sensorial (LAE 129), localizado na Universidade Federal de Viçosa *campus* Rio Paranaíba. Para o teste de Perfil Descritivo Otimizado (PDO), os voluntários recrutados passarão por um processo de seleção de provadores (método de análise sequencial) e, em seguida serão selecionados provadores que definirão as terminologias dos atributos a serem avaliados pelo método de rede e farão a avaliação dos produtos utilizando os termos por eles definidos. Para isso, os voluntários deverão comparecer ao laboratório em datas e horários previamente agendados. Os participantes terão sua identidade preservada, sendo garantido o sigilo da sua identidade em todas as etapas da pesquisa.

Os riscos envolvidos na pesquisa consistem em:

- risco para pessoas alérgicas à banana;
- risco por contaminação microbiológica. O produto será elaborado seguindo as normas de boas práticas de fabricação (BPF) e serão secas até uma umidade segura que não permita o crescimento de microrganismos patogênicos;

- risco de desconforto; medo de não saber responder ou de ser identificado; estresse. A avaliação será realizada em lugar reservado, os participantes terão total liberdade para não responder as fichas avaliadoras e em qualquer momento poderão desistir de continuar a avaliação;
- divulgação de dados confidenciais (registrados no TCLE). Os TCLEs serão arquivados e após 5 anos da pesquisa serão destruídos. Durante este tempo, estarão em armários trancados, para minimizar o risco de divulgação dos dados confidenciais.

Os possíveis benefícios da participação dos voluntários na pesquisa é a maior viabilidade da banana desidratada em um desidratador de pequena escala, bem como a contribuição em estudos acima da vida útil do produto.

Para participar deste estudo o (a) Sr. (a) não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Caso ocorra algum gasto para a realização da avaliação sensorial (deslocamento, por exemplo), o Sr. (a) será ressarcido pelos pesquisadores. E caso sejam identificados e comprovados danos provenientes desta pesquisa, o (a) Sr. (a) tem assegurado o direito à indenização. O Sr. (a) tem garantida plena liberdade de recusar-se a participar ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem necessidade de comunicado prévio. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que o Sr. (a) é atendido (a) pelo pesquisador. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. O (A) Sr. (a) não será identificado (a) em nenhuma publicação que possa resultar. Seu nome ou o material que indique sua participação não serão liberados sem a sua permissão. Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável, na Universidade Federal de Viçosa campus de Rio Paranaíba e a outra será fornecida ao Sr. (a).

Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos após o término da pesquisa, e depois desse tempo serão destruídos. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo e confidencialidade, atendendo à legislação brasileira, em especial, à Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde, e utilizarão as informações somente para fins acadêmicos e científicos.

Eu, \_\_\_\_\_, contato \_\_\_\_\_, fui informado (a) dos objetivos da pesquisa “Desidratação lenta, em pequena escala, de banana: características físico-químicas e sensoriais” de maneira clara e detalhada, e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer

momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar se assim o desejar. Declaro que concordo em participar. Recebi uma via original deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer minhas dúvidas.

Rio Paranaíba, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_.

---

Assinatura do Participante

---

Gabriela Andrade Alves

Pesquisadora responsável: Gabriela Andrade Alves

Telefone: (34) 999938390 - E-mail: gabriela.a.andrade@ufv.br

Em caso de discordância ou irregularidades sob o aspecto ético desta pesquisa, você poderá consultar:

CEP/UFV – Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos

Universidade Federal de Viçosa

Edifício Arthur Bernardes, subsolo

Av. PH Rolfs, s/n – Campus Universitário

CEP: 36570-900 Viçosa/MG

Telefone: (31)3612-2316

E-mail: cep@ufv.br

www.cep.ufv.br

**Apêndice E - Ficha de avaliação do Perfil Descritivo Otimizado (PDO)**

## FICHA DE AVALIAÇÃO SENSORIAL

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_ Amostra: \_\_\_\_\_

Por favor, observe, cheire e prove a amostra de banana desidratada. Então, avalie a intensidade, por meio de um traço vertical, na escala associada a cada um dos atributos.

### APARÊNCIA

Cor |-----|  
Fraco Forte

Brilho |-----|  
Fraco Forte

### AROMA

Banana in natura |-----|  
Fraco Forte

Frutado |-----|  
Fraco Forte

Doce |-----|  
Fraco Forte

### SABOR

Doce |-----|  
Fraco Forte

Adstringente |-----|  
Fraco Forte

Ácido |-----|  
Fraco Forte

Caramelizado |-----|  
Fraco Forte

Amargo |-----|  
Fraco Forte

### TEXTURA

Pegajosa |-----|  
Fraco Forte

Consistente |-----|  
Fraco Forte