

Scientific Electronic Archives

Issue ID: Sci. Elec. Arch. Vol. 15 (4)

April 2022

DOI: <http://dx.doi.org/10.36560/15420221535>

Article link: <https://sea.ufr.edu.br/SEA/article/view/1535>



Elaboração de massa alimentícia fresca a partir das farinhas de banana da terra (*Musa sapientum*) e aveia (*Avena sativa*)

Preparation of fresh pasta from plantain (*Musa sapientum*) and oat (*Avena sativa*) flours

Adrielly Gonçalves

Universidade do Estado de Mato Grosso
Corresponding author

Juliana Maria de Paula

Universidade do Estado de Mato Grosso
juliana.paula@hotmail.com

Lainy Waleska de Brito Sodré

Universidade do Estado de Mato Grosso

Claudineia Aparecida Queli Geraldi

Universidade do Estado de Mato Grosso

Sumaya Ferreira Guedes

Universidade do Estado de Mato Grosso

Raquel Aparecida Loss

Universidade do Estado de Mato Grosso

Resumo. Este trabalho teve como objetivo elaborar uma massa alimentícia fresca a partir de farinha de banana da terra verde in natura (*Musa sapientum*) e farinha de aveia (*Avena sativa*), isentas de glúten em diferentes formulações. A polpa de banana da terra verde in natura foi submetida a um processo de secagem em estufa de circulação de ar forçado em temperatura de 80 °C. Para cada tipo de farinha de banana obtida foram configuradas três formulações de massa fresca que se diferenciam nas proporções de farinha de banana da terra verde e farinha de aveia: Formulação 1 (75% de farinha de banana da terra verde + 25% de farinha de aveia); Formulação 2 (50% de farinha de banana da terra verde + 50% de farinha de aveia); Formulação 3 (25% de farinha de banana da terra verde + 75% de farinha de aveia). Foram realizadas análises físico-químicas, de qualidade tecnológica e de qualidade microbiológica. As análises físico-químicas avaliaram os teores de umidade, cinzas, pH, acidez titulável e proteínas. As análises de qualidade tecnológica verificaram o tempo de cozimento, aumento de massa e perda de sólido, por fim, as análises microbiológicas mediram coliformes totais, coliformes termotolerantes e bolores elevaduras. Os resultados obtidos mostram que o processo de secagem realizado se ajustou ao modelo matemático proposto por Henderson e Pabis. As formulações apresentaram um teor de umidade médio de 45,82%, acidez 1,007%, proteínas 4,84%, cinzas 1,95%, lipídeos 4,3% e pH de 5,77. Nas análises tecnológicas, todas as formulações avaliadas resultaram em uma massa alimentícia de alta qualidade tecnológica. De modo geral, levando em consideração todos os parâmetros analisados, conclui-se que a elaboração de massas a partir das farinhas de banana da terra verde e aveia é promissora, especialmente, para a formulação 3, que apresentou maior teor proteico e menor tempo de cozimento.

Palavras-chaves: Formulações, Modelagem, Análise.

Abstract. This work aimed to prepare fresh pasta from green plantain flour (*Musa sapientum*) and oat flour (*Avena sativa*), gluten-free in different formulations. The fresh green plantain pulp was subjected to a drying process in a forced air circulation oven at a temperature of 80 °C. For each type of banana flour obtained, three fresh pasta formulations were configured, differing in the proportions of green banana flour and oat flour: Formulation 1 (75% green banana flour

+ 25% oat flour); Formulation 2 (50% green plantain flour + 50% oat flour); Formulation 3 (25% green plantain flour + 75% oat flour). Physicochemical, technological, and microbiological quality analyzes were carried out. The physicochemical analyzes evaluated the moisture, ash, pH, titratable acidity, and protein contents. The technological quality analyzes verified the cooking time, mass increase, and solid loss, finally, the microbiological analyzes measured total coliforms, thermotolerant coliforms, and yeast molds. The results obtained show that the drying process performed was adjusted to the mathematical model proposed by Henderson and Pabis. The formulations had an average moisture content of 45.82%, acidity 1.007%, proteins 4.84%, ash 1.95%, lipids 4.3%, and pH of 5.77. In the technological analyzes, all the evaluated formulations resulted in pasta of high technological quality. In general, taking into account all the parameters analyzed, it is concluded that the preparation of pasta from green plantain and oat flour is promising, especially for formulation 3, which presented higher protein content and shorter cooking time.

Keywords: Formulations, Modeling, Analysis.

Introdução

Desde o descobrimento do Brasil, a banana já era cultivada em terras brasileiras pelas populações indígenas, sabe-se que existia pelo menos duas variedades da fruta, a “Branca” e a “Pacova”, sendo que no decorrer do século, o cultivo era semi extrativista, consistindo praticamente em práticas de plantio, em algumas roçadas e a colheita (MOREIRA et al., 2006).

No Estado do Mato Grosso, o perfil dos produtores de banana se encaixa em agricultura familiar. Dados de 2016, indicam área de produção com 6.408 ha⁻¹ e rendimento de 72.009 toneladas com produtividade de aproximadamente 11,24 toneladas ha⁻¹ de fruta (EMBRAPA, 2017).

Vários são os pratos elaborados com a banana, além de ser consumida crua, assada, frita, em farinha, purê, pastas, compotas, pode também transformada também em licor ou aguardente (EMBRAPA, 2017).

No Brasil, diversas espécies são cultivadas, dentre elas têm a banana tipo “Terra” também conhecida como plátano, banana-comprida ou banana-da-terra, consumida de preferência cozida, frita, assada ou na forma de farinha. A fruta pode chegar até 26 centímetros de comprimento e pesar até meio quilo, sua polpa é consistente, macia e rosada quando madura. A maior parte da produção de banana-da-terra se concentra no Nordeste e Centro-Oeste, tipicamente encontrada no café da manhã e na culinária regional (EMBRAPA, 2019).

Por sua vez, a polpa da banana da terra quando ingerida verde e in natura, não apresenta um sabor específico, apenas uma leve adstringência. Contém baixo teor de açúcares e compostos aromáticos e rica em amido. Além de ter um alto teor de flavonoides, no qual atua na proteção da mucosa gástrica, apresentando também um conteúdo significativo de amido resistente, que age no organismo como fibra alimentar (RAMOS et al., 2009).

Entretanto, mesmo que o fruto passe por procedimentos adequados de armazenagem e transporte, o mesmo sofre com a grande carga de desperdício. Para amenizar tal fato, recorre-se ao processo de desidratação, que visa a redução gradual do teor de água do fruto in natura, resultando em um aumento do tempo de conservação e sua vida útil (CORREIA, 2018).

A aplicação de secagem natural ou artificial da banana verde ou semi-verdes das diversas

variedades Cavendish, Prata, Nanica ou Terra, pode resultar em diversos tipos de produtos para o mercado consumidor. Alguns fatores como uma boa matéria-prima, realizar corretamente o método de secagem, as técnicas de procedimento e pôr fim a armazenagem, pode influenciar diretamente na qualidade final do produto (BORGES et al., 2009).

Um dos subprodutos da secagem utilizado para panificação é a farinha de banana verde, ela é usada como substituição parcial ou total da farinha branca (trigo) no desenvolvimento de novos produtos, ideal para portadores da doença celíaca, visto que a farinha de banana verde é isenta de glúten. Além da ausência de glúten, a farinha da banana verde é rica em nutrientes que ajudam na digestão alimentar e contribui na redução das perdas pós-colheita, no aumento do tempo de vida de prateleira e na agregação de valor à fruta (OLIVEIRA; MANFRINATO, 2013).

Contudo observa-se que esta característica apresentada pela farinha de banana verde na forma in natura ser isenta de glúten, dificulta a elaboração de massas alimentícias, pois não obtém liga suficiente para o processo de formação da massa na hora da abertura e modelagem, o resultado é uma massa quebradiça, sendo necessário a adição de outras farinhas ou emulsificantes no preparo. Desta forma, o obstáculo a ser vencido é encontrar o equilíbrio entre as farinhas disponíveis que confirmam as características mais específicas do glúten, como elasticidade, crocância e sustentação (SILVA, 2017).

Dentre as várias farinhas disponíveis, a farinha de aveia se destaca por proporcionar um equilíbrio aporte energético e nutricional. Além de ser rica em aminoácidos, ácidos graxos, vitaminas, sais minerais e fibras alimentares. Uma das características peculiares desta farinha é que ela possui fibras solúveis que tem a capacidade de retenção de água, produção de géis assim que hidratada, podendo modificar a viscosidade dos produtos produzidos, denominadas como gomas ou hidrocolóides (OLIVEIRA; MANFRINATO, 2013).

Diante da dificuldade em encontrar alimentos que sejam flexíveis para substituição do glúten em uma dieta saudável e alternativa, ainda é um desafio para os portadores da doença celíaca, de maneira que o desenvolvimento de um produto sem glúten amplia o horizonte dos portadores da doença (NOBRE et al., 2007). A doença celíaca é uma

intolerância permanente ao glúten de caráter autoimune definida pela atrofia total ou subtotal da mucosa do intestino delgado, natural em indivíduos propensos geneticamente (NOBRE et al., 2007).

Dentro desse contexto, o presente trabalho teve como objetivo elaborar uma massa alimentícia fresca, com farinha de banana da terra (*Musa sapientum*) verde e farinha de aveia (*Avena sativa*), isentas de glúten como uma alternativa nutricional viável para o consumo dos portadores da doença celíaca.

Material e Métodos

Local e período do experimento

Todos os procedimentos experimentais foram executados entre os meses de janeiro a março de 2020 nos laboratórios de Matérias Primas para Produção de Biodiesel (LMPPB) e de Química Geral (LQG) ambos localizados no campus Deputado Estadual Renê Barbour cidade de Barra do Bugres-MT, latitude: 15° 4' 26" Sul, longitude: 57° 10' 27" Oeste, pertencente a Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT).

Matéria-prima

A matéria prima utilizada para o desenvolvimento deste trabalho foi a banana terra verde (*Musa sapientum*) e farinha de aveia (*Avena sativa*) comercial, ambas adquiridas no comércio local de Barra do Bugres - MT. As bananas foram submetidas a higienização em água corrente abundante, descascadas e fragmentadas em fatiador de alimentos doméstico, para uniformidade da espessura (2 mm) da fruta e posteriormente submetida a secagem para obtenção da farinha.

Secagem da polpa de banana

Para a obtenção da farinha, as amostras foram submetidas a secagem em estufa de circulação forçada de ar em temperatura 80°C (WANG et al., 2007). Para obter a curva de secagem, 10 g de amostras foram colocadas em placas Petri previamente secas e pesadas a cada 15 minutos até que as massas permanecessem constante, conforme descrito por Rigueto et al. (2017) e Resende et al. (2017). A curva de secagem foi realizada em triplicata para aumentar a

confiabilidade dos dados. Os dados de umidade foram representados em função da razão de umidade (Equação 1).

$$RU = \frac{U - U_e}{U_i - U_e} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

U – Teor de água em um ponto qualquer da curva de secagem;

U_e – teor de água de equilíbrio do produto;

U_i – teor de água inicial do produto. As unidades serão expressas em base seca.

Modelagem matemática

Os dados de cinética de secagem foram representados pelos modelos semi-empíricos de Henderson e Pabis (1961), Page (1949) e Midilli e Kucuk (2002) (Tabela 1). A escolha do melhor modelo foi avaliada por alguns critérios, tais como o coeficiente de determinação (R²), erro médio padrão e pelo princípio da parcimônia (número de parâmetros do modelo).

Elaboração da farinha de banana da terra

Para o desenvolvimento da farinha de banana, foi necessário a repetição dos processos de lavagem da banana, descascamento e fatiamento, como também o método de secagem, conforme a melhor condição de secagem na curva.

Após a desidratação, as fatias de banana terra verde foram processadas em liquidificador doméstico (Arno, 800W), sendo trituradas por três minutos, até se obter uma farinha de granulometria fina. Após a fragmentação, a farinha passou por uma peneira de 270 mesh (Bertel) para separação dos grânulos maiores, resultando em um produto de granulometria fina e uniforme.

A farinha foi acondicionada em embalagens de polietileno e mantida em ambiente seco, fresco, ao abrigo da luz e livre do acesso de insetos até o momento de elaboração do produto.

Elaboração da massa alimentícia

Foram elaboradas três formulações de massa alimentícia fresca a base de farinha de banana da terra verde e aveia, conforme mostra a Tabela 2 e a Figura 1.

Tabela 1. Modelos matemáticos usados para descrever a cinética de secagem.

Designação do modelo	modelo equação	Designação do modelo	modelo equação	Equação
Henderson e Pabis			$RU = a \exp(-kt)$	(2)
Page			$RU = \exp(-ktn)$	(3)
Midilli e Kucuk			$RU = \exp(-ktn) + bt$	(4)

Fonte: (PAGE, 1949; HENDERSON E PABIS, 1961; MIDILLI E KUCUK, 2002).

Onde, RU= razão do teor de umidade do produto, adimensional; t= tempo de secagem (min); k= coeficientes de secagem (min⁻¹) e, a, b, n são constantes dos modelos.

Tabela 2. Composição da massa fresca alimentícia a partir de farinha de banana verde e de aveia.

Formulações	Água (g)	Farinha de aveia (g)	Farinha de banana (g)
F1 (25%)	80	25	75
F2 (50%)	80	50	50
C (75%)	80	75	25

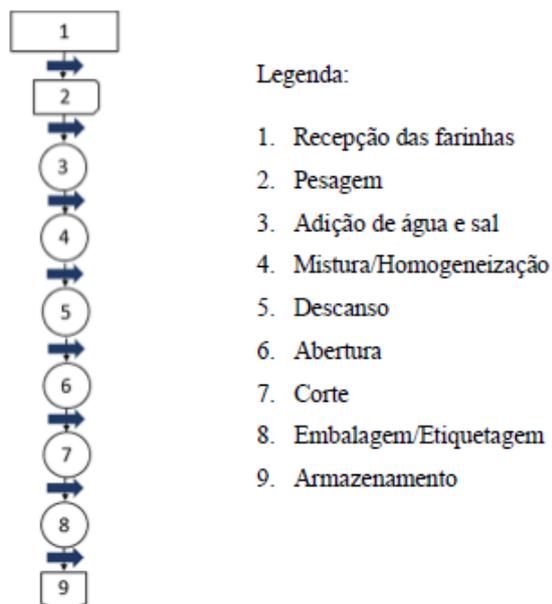
Fonte: Autores (2022).

Para elaboração das formulações das massas alimentícia, foi necessário a pesagem das farinhas (banana verde e aveia), como os demais ingrediente conforme a Tabela 2, após apesagem foram acondicionados em um recipiente de vidro, realizando-se a homogeneização da massa com agitação manual, de acordo com suas respectivas formulações, logo após foram envolvidas em folhas de papel filme e levadas para descansar por 30 minutos em temperatura ambiente, para a formação do gel responsável pela liga da massa, que auxilia na abertura da mesma.

No decorrido tempo de descanso, as massas foram abertas em um cilindro de aço inox até obter-se uma massa com aproximadamente dois centímetros de altura. Posteriormente, as massas foram cortadas com faca de lâmina forjada de aço inox em sentido horizontal em forma de fitas com espessura de um centímetro, em modelo talharim.

Em seguida, foram colocadas em embalagem de polipropileno, etiquetadas e armazenadas sob refrigeração. Como demonstrado no fluxograma de elaboração da massa alimentícia fresca da Figura 1.

Figura 1. Elaboração da massa alimentícia fresca.



Fonte: Autores (2022).

Análises físico-químicas

As amostras da banana terra verde in natura, farinha de banana verde e das formulações de massas alimentícias frescas foram submetidas à caracterização físico-química. A umidade, cinzas,

pH, acidez titulável e teor de lipídeos que foram realizadas de acordo com a metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). Para avaliação do teor de proteínas optou-se pelo procedimento de Detmann et al. (2012).

Análises microbiológicas

Coliformes termotolerantes

Na determinação de coliformes termotolerantes, pesou-se 5 g da amostra e diluiu-as em 45 mL de solução salina (0,86%) previamente esterilizada. A partir desta primeira, foram realizadas as diluições seriadas (10^{-1} e 10^{-2}). As amostras foram inoculadas em tubos contendo caldo Caldo EC e incubados em estufas bacteriológicas, a 45 °C, por 24 horas. A positividade dos tubos foi observada pela presença de bolhas nos tubos de Durham e/ou turbidez no meio. O Número Mais Provável (NMP) determinado pela tabela de NMP apropriada às diluições inoculadas

Bolores e leveduras

Para contagem de bolores e leveduras, pesou-se 5 g da amostra e diluiu-as em 45 mL de solução salina (0,86%) previamente esterilizada. A partir desta primeira, foram realizadas as diluições seriadas (10^{-1} e 10^{-2}). Foram inoculados 1 mL de cada diluição 1 em placa de Petri contendo Ágar Batata Dextrose, sendo que o inóculo foi espalhado com uma alça de Drigalski, as placas foram incubadas em estufa bacteriológica a 25 °C durante sete dias. Os resultados foram expressos como UFC/mL.

Análises tecnológicas

Tempo ótimo de cozimento

Realizou-se a pesagem de 10g da amostra, que ficou imersa em 300mL de água destilada em ebulição até a solubilização do amido em toda seção da massa. Foi determinado pela compressão da amostra cozida, entre duas lâminas de vidro até o desaparecimento do eixocentral (CHARNG; FLORES, 2004).

Aumento de massa

O aumento de massa foi determinado pela pesagem de 10g de amostra antes e após a cocção, usando o tempo ótimo de cozimento para cada amostra, os valores foram apresentados em porcentagem como exemplifica a Equação 2 (CHARNG; FLORES, 2004).

$$\text{Aumento de massa (\%)} = \frac{(m_f \times 100)}{m_i} \text{ (Equação 2)}$$

Onde:

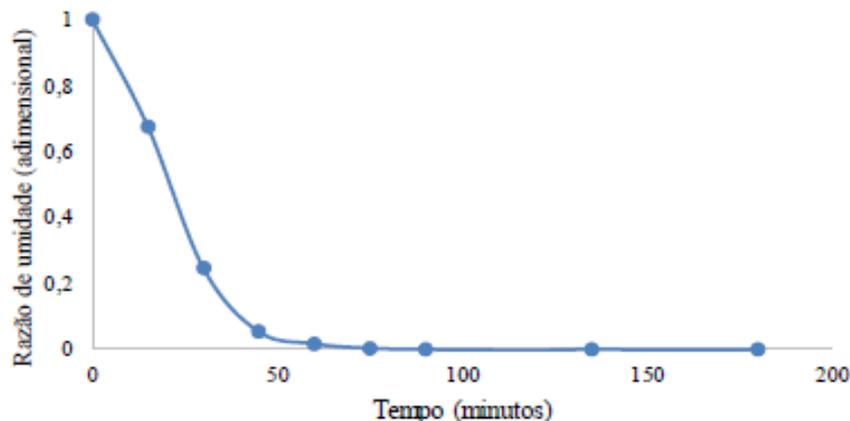
M_f = massa da amostra cozida (g);

M_i = massa da amostra crua (g).

Perda de sólidos solúveis na água

Os sólidos perdidos durante a cocção das massas foram quantificados pela evaporação de 25 mL da água de cocção, em estufa a 110 °C até peso constante. Os resultados expressos em porcentagem (CHARNG; FLORES, 2004).

Análise estatística



Fonte: Autores (2022).

Figura 2. Cinética de secagem da banana terra verde a 80°C.

A umidade inicial da polpa de banana da terra verde foi de 61,77% e a final foi de 38,23% onde nesse processo de perda de massa de água livre (umidade) ocorreu em um tempo de secagem de 180 minutos.

Segundo Wang et al. (2007), alimentos expostos a um aumento na temperatura de secagem facilitam o processo de transferência de energia na forma de calor, dessa forma diminui o tempo gasto para atingir o ponto de equilíbrio. O estudo realizado por Santos et al. (2010) na influência do pré-tratamento da cinética de secagem em diferentes temperaturas (60°C e 80°C) da banana da terra madura (*Musa Sapientum* L.) concluiu as melhores condições de secagem da banana da terra foram na temperatura de 80°C, independentemente de qualquer outro pré-tratamento, tais como desidratação osmótica com cloreto de sódio (NaCl) e/ou branqueamento.

Para que a polpa de banana da terra verde atinja o seu ponto de equilíbrio, fica evidente, pela Figura 2, que ela passou por dois períodos típicos de uma curva de secagem com ar quente.

A primeira parte do processo se caracteriza pela taxa constante, no qual, a água no interior do alimento se movimenta se igualando a taxa de evaporação, de modo que a superfície do alimento permanece úmida até que atinja o teor de umidade

Para análise dos dados, foi utilizado o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

Resultados e discussão

Curva de secagem

A Figura 2, apresenta graficamente a modelagem dos dados experimentais da secagem de farinha de banana da terra verde nos respectivos modelos matemáticos, sendo que o eixo vertical (Y) representa a razão de umidade e o eixo horizontal (X) mostra a evolução do tempo de secagem em minutos.

crítica, que é considerado o fim do período de secagem constante e umidade. A partir desse ponto, a taxa de secagem diminui gradativamente, devido ao menor conteúdo de água disponível no alimento (TADINI et al., 2016).

O ponto de equilíbrio é o resultado da taxa decrescente de secagem, nessa etapa o teor de umidade reduz além do ponto crítico aproximando-se de zero a taxa de secagem. É quando o alimento fica em equilíbrio com o ar de secagem, tornando a taxa de água do interior do alimento menor que a evaporação do ar (FELLOWS, 2006). O presente estudo atingiu o seu ponto de equilíbrio no tempo de 75 minutos e na temperatura de 80 °C.

O tempo de equilíbrio do presente estudo, foi menor que o obtido pela literatura Gonçalves et al. (2016) avaliou a secagem da polpa de banana nanica verde em estufa de circulação de ar, na temperatura de 75°C e obteve um tempo de equilíbrio de 240 minutos.

Essas diferenças nos tempos de equilíbrio podem estar relacionadas com o teor de umidade inicial das diferentes espécies de banana, com o grau de maturação ou ainda com a temperatura de secagem, visto que quanto maior é o aumento da temperatura empregada no processo de secagem, menor é o tempo gasto para atingir o tempo de equilíbrio dinâmico do alimento (LEITE et al., 2015).

A aplicabilidade dos modelos experimentais auxilia na melhor condição empregada na secagem de cada amostra analisada, sendo que alguns fatores influenciam nesta escolha.

Para avaliar o ajuste dos modelos aos dados experimentais da secagem de polpa de banana da terra verde foram considerados os parâmetros estatísticos, erro médio absoluto, e coeficiente de determinação (R^2), cujos resultados são apresentados na Tabela 3.

Em relação ao coeficiente de determinação, Madamba et al. (1996) e Panchariya et al. (2002),

consideram que qualquer modelo de secagem com $R^2 > 0,93$ pode ser aceitável, para a descrição do processo. Dessa forma, todos os modelos avaliados podem ser usados para descreverem a secagem da polpa de banana da terra verde in natura, visto que, apresentaram um coeficiente de determinação superior a 0,93. O modelo de Henderson e Pabis é o que apresentou melhor ajuste ($R^2=0,98$), seguido pelos modelos de Page ($R^2=0,97$) e Midilli e Kucuk ($R^2=0,96$).

Tabela 3. Parâmetros ajustados dos modelos para a cinética de secagem da polpa de banana da terra verde in natura.

Modelo	Parâmetros	Valor
Page	k (min ⁻¹)	0,065000
	n	1,000000
	R ²	0,965566
	Erro médio absoluto	0,421508
Henderson e Pabis	a	1,000000
	k (min ⁻¹)	0,050000
	n	0,000000
	R ²	0,983667
	Erro médio absoluto	0,357995
Midilli e Kucuk	a	1,000000
	b	0,000000
	k (min ⁻¹)	0,099000
	n	0,870000
	R ²	0,958840
	Erro médio absoluto	0,478533

Fonte: Autores (2022).

Já Moraes et al. (2013) ao analisar a modelagem matemática das curvas de secagem dos grãos de feijão-caupi observaram que o modelo de Henderson e Pabis também apresentou o melhor ajuste aos dados experimentais nas temperaturas avaliadas (25, 35, 45, 55°C),

Vargas et al. (2016) constataram que os modelos de Page e Henderson e Pabis obtiveram coeficientes de determinação maiores que 0,995 na análise de cinética de secagem em diferentes tipos de frutas em secador convectivo e micro-ondas. Santos et al. (2010) na avaliação da cinética de secagem de banana da terra em diferentes temperaturas, concluiu que, o melhor coeficiente de determinação foi o de Midilli e Kucuk com a temperatura de secagem de 80°C.

Segundo Oliveira e Manfrinato (2013), o uso exclusivo do coeficiente de determinação como único parâmetro de avaliação de modelos matemáticos pode resultar em interpretação dos resultados errôneas. Sendo necessário considerar também os parâmetros, a, k e n (MOSCON et al., 2017) e o erro médio absoluto, quanto menor melhor.

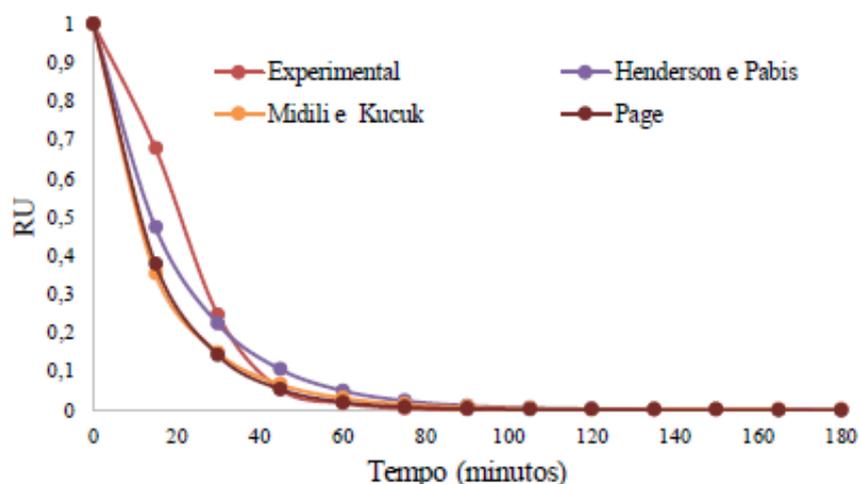
O coeficiente “k” está ligado ao critério de temperatura do ar de secagem, pois quanto maior for a temperatura de secagem do alimento, mais

facilmente o alimento terá em perder água livre em seu meio (LEITE et al., 2015).

O parâmetro “n” confere a resistência interna do produto durante a secagem. Segundo Goneli et al. (2014) com aumento da temperatura do ar de secagem, a resistência do fluido no escoamento da água diminui, facilitando a passagem de água para fora da amostra. Como observado por Martinazzo et al. (2007), o valor de “n” aumentou conforme a elevação de temperatura. O presente estudo fixou uma temperatura específica de 80 °C, e esse parâmetro obteve um comportamento diferente em cada modelagem para Page “n” se igualou a 1, Henderson e Pabis igual a zero, Midilli e Kucuk igual a 0,87.

O coeficiente “a” tende a ser constante de 1,0 para os modelos de Midilli e Kucuk e Henderson e Pabis (Tabela 3), Monteiro et al. (2020) obteve um valor 1,12 para modelagem matemática de Henderson e Pabis na secagem de berinjela na temperatura de 80°C.

O ajuste dos modelos matemáticos também pode ser visualizado na Figura 3, sendo que se observa que o modelo Henderson e Pabis é o que mais se aproximou do ajuste da curva dos dados experimentais.



Fonte: Autores (2022).

Figura 3. Modelagem dos dados experimentais da secagem de banana terra verde pelos modelos de Henderson e Pabis, Midilick e Kucuk, Page a 80°C.

Caracterização físico-química da banana da terra verde *in natura*

A Tabela 4, apresenta os resultados obtidos nas análises físico-químicas da banana verde *in natura*.

Tabela 4. Caracterização físico-química da banana da terra verde *in natura*.

Análise	Resultado
Acidez (%)	2,09 ± 0,12
pH	6,25
Cinzas (%)	0,90 ± 0,12
Umidade (%)	63,13 ± 0,93

Fonte: Autores (2022).

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), a acidez titulável da banana está relacionada ao seu tempo de maturação. A acidez obtida foi de 2,09% para a banana da variedade terra verde *in natura*, onde encontrava-se no primeiro estágio de maturação (verde). Castilho et al. (2014) na análise físico-química da polpa da banana verde dos cultivares maçã e prata obteve um teor de acidez de 2,20% e 2,50%, os valores se assemelham ao valor da acidez do presente trabalho, mesmo sendo de cultivares diferentes.

O potencial hidrogeniônico (pH), está relacionado aos índices de acidez, neutralidade e alcalinidade dos compostos. Os valores entre 0 e 6 são considerados como ácidos, 8 a 14 como básicos e valores iguais a 7, neutros. Além disso, é satisfatório que os alimentos apresentem pH ácidos, onde obtém melhor a digestibilidade e o aproveitamento dos nutrientes, a acidez atua também como inibidora microbiana. Com isso, a banana da terra verde pode ser considerada como ácida, ideal para diversos processamentos.

Hansen et al. (2010) analisando as características física e química da banana da terra em três estágios de maturação, estágio III, V e VII obtendo valores de pHs de 4,73, 4,43 e 4,40, respectivamente. Observa-se que o pH diminui conforme o estágio de maturação da banana da terra. O pH do presente estudo também corresponde ao mesmo tipo de banana, no entanto, em estágio diferente, no primeiro estágio (verde) que resultou a um pH de 6,25 maior que o comparado com a literatura.

É importante salientar que a banana é uma fruta climatérica e sofre diversas transformações bioquímicas após a colheita, devido seu processo de respiração (VIVIANI; LEAL, 2007). Sendo assim, conclui-se que quanto menor o pH, maior é o estágio de maturação que a banana se encontra.

Segundo Silva et al. (2014), o teor de cinzas é resultante da queima do produto orgânico sob alta temperatura, nela contém alguns componentes minerais como cálcio, sódio, ferro, chumbo entre outros. O resíduo mineral fixo (cinzas) da banana da terra verde *in natura* presente estudo foi de 0,90%, maior que o de TACO (2011) com 0,80% de cinzas na avaliação físico-química da banana da terra verde.

De acordo com a tabela brasileira de composição de alimentos (TACO) (2011), a banana da terra verde crua em sua avaliação centesimal apresenta um teor de umidade de 63,9%, semelhante ao obtido nesse trabalho com 63,13%. Já Izidoro (2007) e Pontes et al. (2009) apresentaram valores superiores com 71,69% para banana nanica verde (caterra) 68,42% para banana da variedade terra *in natura* madura. Concluindo assim que a banana da terra verde analisada está em conformidade com a literatura.

Caracterização físico-química da farinha da banana da terra verde

As características físico-químicas das farinhas de banana da terra verde, estão expressas na Tabela 5.

Tabela 5. Caracterização físico-química da farinha da banana da terra verde.

Análise	Resultado
Acidez (%)	0,38±0,01
pH	5,60±0,01
Cinzas (%)	2,05±0,05
Umidade (%)	7,85±0,12

Fonte: Autores (2022).

O percentual de acidez da farinha de banana da terra verde encontrado foi de 0,38 %, menor do que o encontrado na banana da terra verde in natura (2,09%).

Os resultados obtidos no presente estudo são inferiores à acidez titulável da farinha de banana verde obtidas por Almeida et al. (2017) usando a farinha de banana maçã, obteve um valor de 0,60% de acidez titulável e Pires et al. (2014) na caracterização da farinha de banana verde Pacovan obteve um percentual de 0,58% de acidez titulável.

O pH obtido foi de 5,60 sendo semelhante ao encontrados por Szeremeta (2019) no desenvolvimento de farinha de banana *Musa spp.* obteve um pH de 5,69 e Shigueoka et al. (2016) na aplicação de farinha de banana verde de cultivar nanica no desenvolvimento de iogurte probiótico apresentou um pH de 5,87.

O teor de cinzas (resíduo mineral fixo) foi de 2,05%, igual ao encontrado por Antunes et al. (2011) com 2,06% na obtenção e caracterização da farinha de banana da terra verde (*Musa sapientum*). Outros estudos obtiveram dados parecidos com o presente trabalho, Loureiro (2010) com um percentual de 2,02% em cinzas e Nascimento et al. (2017) no estudo da caracterização da farinha de banana da terra verde de com 2,59%.

Como já foi relatado o teor de cinza ou o resíduo mineral fixo é o resultante dos minerais presentes em determinado alimento a partir do processo de incineração, a banana da terra in natura, teve um percentual de resíduo fixo mineral de 0,90% em contrapartida a farinha de banana da terra apresentou um teor maior de 2,05%, este aumento está relacionado na concentração de dos minerais a partir do processo de secagem.

No trabalho de Pires et al. (2014) na elaboração e caracterização da farinha de banana da variedade Pacovan, a cinzas da banana in natura (0,59%) apresentaram teores menores de cinzas do que as obtidas pela farinha de banana verde (2,17%), semelhante ao do presente trabalho.

Com 7,85 % a umidade está dentro dos padrões exigidos pela RDC 263/2005, que determina um valor máximo de 15% para farinhas obtidas de frutos e sementes (BRASIL, 2005). No trabalho realizado por Nascimento et al. (2011) na

caracterização da farinha de banana da terra verde o teor de umidade encontrado foi de 14,70% um percentual acima do apresentado neste trabalho.

O teor de umidade quando elevado é responsável pela velocidade das reações químicas e enzimáticas, acarretando características indesejáveis quanto sensoriais, nutricionais e tecnológicas. A farinha de banana verde elaborada apresentou baixo teor de umidade, o que pode contribuir para sua estabilidade durante o armazenamento.

Massa alimentícia fresca

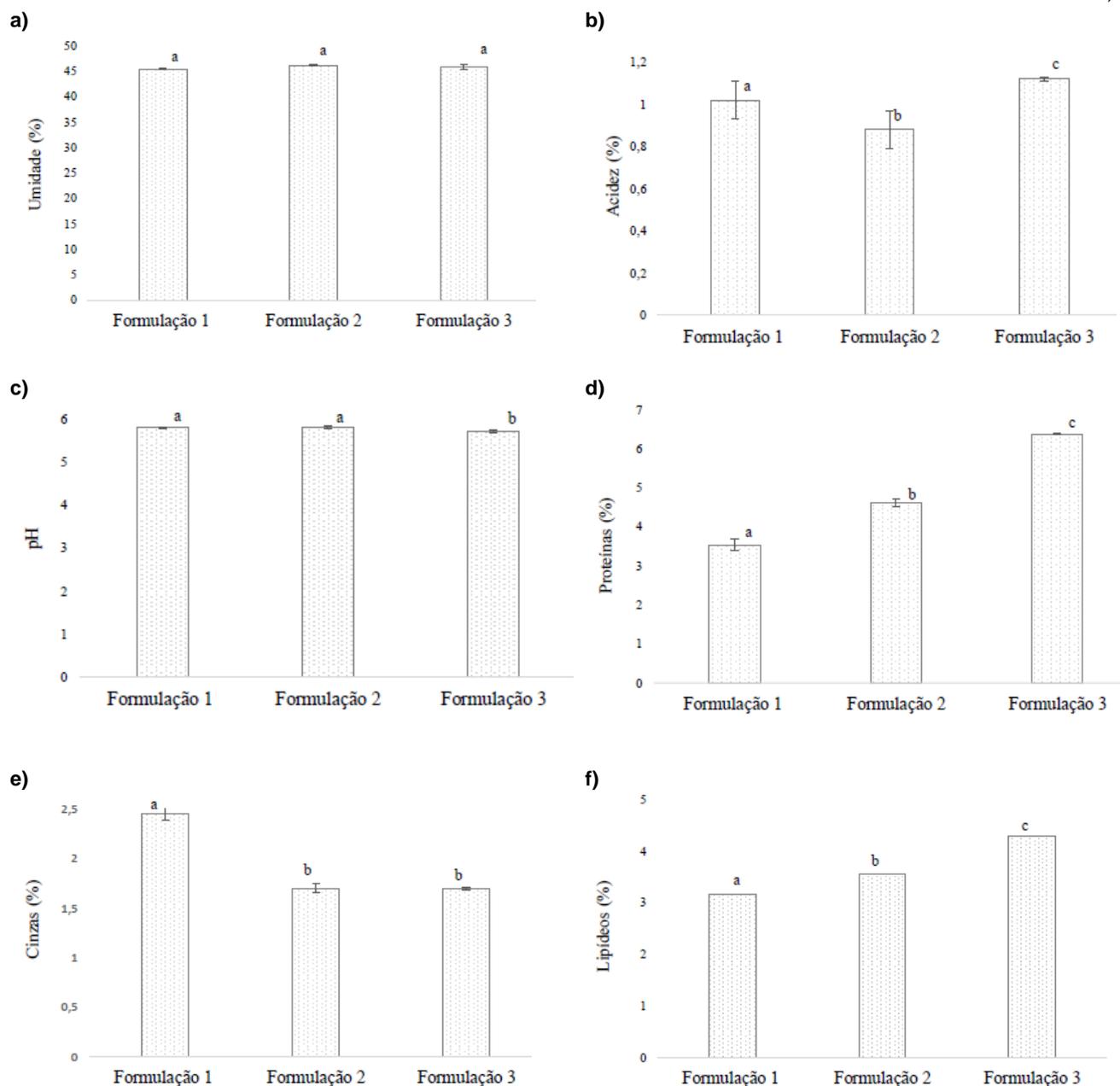
O percentual de umidade é considerado uma das determinações analíticas na busca para apurar os padrões de identidade e qualidade em alimentos, onde é uma peça fundamental na tomada de decisões para vários processamentos, como por exemplo, na hora da escolha das embalagens dos produtos, o modo de estocagem, dentre outros (FURTADO; FERRAZ, 2007).

O teor de umidade das formulações do presente estudo obteve uma diferença em relação ao percentual de umidade como demonstrado na Figura 4a, sendo que, as formulações 1 e 3 apresentaram umidades de 45,39% e 45,87% (Figura 4a), porém o teor de umidade da formulação 2 (46,2 %) foi superior as demais formulações. A farinha de banana da terra verde do presente trabalho apresentou 7,85% de umidade, o teor de umidade presente no grão de aveia é de 9,64% segundo Rupollo et al. (2004).

Os limites exigidos pela RDC 93/2000 são de 35% de umidade máxima para massas frescas (BRASIL, 2000). Os resultados encontrados na análise do teor de umidade são superior aos estabelecidos pela legislação vigente. Dessa forma, sugere-se que o mesmo seja mantido sob refrigeração e seja consumido no intervalo de horas, sendo necessário o uso de algum conservante alimentício incorporado no processo de desenvolvimento das massas onde auxiliaria no prolongamento do tempo de prateleira da mesma.

Os teores de umidade são superiores aos de Choo et al. (2010) que obteve 39,16% de umidade no macarrão produzido a partir de farinha de banana verde (*Musa acuminata x balbisiana Colla cv. Awak*), farinha pronta para macarrão, farinha de aveia e água salina. Ramos (2018), na caracterização físico-química de massa alimentícia sem glúten elaboradas com um mix de farinhas (farinha de banana verde da variedade nanica (*Musa acuminata* e farinha de arroz), goma de mandioca e ovos encontraram uma umidade de 29,73%.

A determinação de acidez é adotada em diversas análises para avaliação da condição de conservação de um determinado produto alimentício. Devido ao seu processo de decomposição, quanto por oxidação, hidrólise ou até mesmo por fermentação, que podem resultar em alterações na concentração de íons de hidrogênio e elevando o seu teor de acidez (BARBOSA, 2012).



Fonte: Autores (2022).

Formulação 1: 75% de farinha de banana da terra verde + 25% de farinha de aveia + 80% de água + 2% de sal; **Formulação 2:** 50% de farinha de banana da terra verde + 50% de farinha de aveia + 80% de água + 2% de sal; **Formulação 3:** 25% de farinha de banana da terra verde + 75% de farinha de aveia + 80% de água + 2% de sal.

*Letras iguais entre as colunas, as médias não diferem entre si pelo nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

Figura 4. Teores de: a) Umidade, b) Acidez, c) pH, d) Proteínas, e) Cinzas e f) Lipídeos, das formulações de massas alimentícias frescas isentas de glúten elaboradas com farinha de banana da terra (*Musa sapientum*) verde e farinha de aveia.

O teor de acidez da formulação 2 foi o menor comparado com as demais formulações (Figura 4b). Nessa formulação utilizou-se 50% de farinha de banana da terra verde in natura e 50% farinha de aveia. Leitão et al. (1990) afirma que não é apenas as farinhas de influenciarem no teor de acidez das massas alimentícias, mas também o alto teor de umidade, que favorece a atividade das enzimas. Logo, a formulação 2 apresentou um índice maior de umidade comparadas as formulações 1 e 3, onde acabou resultando em um

menor teor de acidez. O resultado do teor de acidez encontrado por Cerqueira (2017) na elaboração de massa alimentícia com beterraba foi de em média 2% superior ao encontrado no presente trabalho.

Segundo a RDC nº 93, de 31 de outubro de 2000, as massas alimentícias podem apresentar até 5% de acidez (BRASIL, 2000). O teor de acidez das formulações foi de F1=1,02%, F2=0,88% e F3=1,12% (Figura 4b) sendo assim, as formulações estão dentro dos padrões exigidos pela legislação vigente.

De acordo com Pinto et al. (2018), a faixa de pH está ligada a acidez de um determinado alimento, onde pode ser classificado como alimento de baixa acidez (pH >4,5), ácido (pH entre 4,5 e 4,0) ou muito ácido (pH < 4). A formulação 1 apresentou um pH de 5,8, a formulação 2 um pH de 5,81 e a formulação 3 um pH de 5,71, conforme mostra a Figura 4c, de forma que todas as formulações podem ser classificadas como de baixa acidez. deterioradores que se multiplica em um pH próximo ao da neutralidade (6,6 – 7,5).

Os valores encontrados por Vinercati (2018) para o pH das massas alimentícias de espinafre foi de 6,03, mesmo Ramos, (2018) utilizando a farinha de banana verde variedade nanica (*Musa acuminata*) (45g) na composição de massa alimentícia sem glúten, obteve um pH de 5,29 menor que o pH encontrado no presente trabalho. No entanto, é importante ressaltar que as massas foram elaboradas com diferentes matérias-primas (farinhas) o que pode ter resultado nessa diferença de pH.

Os resultados da análise de proteínas (Figura 4d) no presente estudo são maiores (F1=3,53%, F2=4,61% e F3=6,37%) que os observados por Gonçalves (2019) com 2,27% de proteína no estudo de massa alimentícia tipo macarrão fortificada com chia e menores que Ramos (2018) com 9,27% de proteínas no desenvolvimento e caracterização da massa alimentícia isenta de glúten, para processo de elaboração foi utilizado um mix de farinhas (45g de farinha de banana verde da variedade Nanica, 40g de farinha de arroz), ovos e goma de mandioca. O resultado do teor proteico da massa é referente aos componentes utilizados na elaboração do produto.

Segundo a RDC n. 54/2012 para um alimento ser considerado fonte de proteína, ele precisa ter no mínimo 6 g/100g de proteínas em sua composição, logo, um alimento que apresente 12g/100g de proteínas é considerado como um alimento de alto teor proteico (BRASIL, 2012).

Apenas a formulação 3 (25% de farinha de banana da terra verde e 75% de farinha de aveia) apresentou um percentual de 6,34% de proteínas, apenas a F3 pode ser considerada fonte de proteína. A porcentagem de farinha de aveia utilizada em F3 é maior que o percentual de farinha de banana, visto que, o grão de aveia, como relata Pagnussatt et al. (2011) apresentou um percentual de 14% de proteínas, maior que o percentual encontrado por Gonçalves et al. (2016) na farinha de banana nanica verde com 3,05%.

Os valores de cinzas (Figura 4e) encontrados foram de 2,45 % para formulação 1, 1,7% para formulação 2 e 1,69% para formulação 3 sendo que estas duas últimas formulações são estatisticamente iguais. A diferença encontrada entre as formulações pode ser atribuída a quantidade de farinha de banana verde utilizada em cada formulação, a farinha de banana da terra verde utilizada neste trabalho apresentou 2,05% de cinzas, dado esse que justifica a alteração nas formulações. Por outro lado, Silva (2016) resalta que teores elevados de cinzas no macarrão podem acarretar manchas escuras nas massas.

Castelo-Branco et al. (2017) obteve valores superiores no desenvolvimento de uma massa tagliatelle na mistura da farinha de polpa de banana verde (*Musa balbisiana*) e farinha da casca da banana, as análises foram realizadas com 15% e 30% da mistura de farinha de polpa e casca de banana verde (80% de farinha de polpa + 20% de farinha de casca) resultando em um percentual de 2,23% e 2,96% de cinzas. Portanto, quanto maior for o percentual de farinha de banana verde nas elaborações de massas alimentícias maior é o percentual de cinzas.

Na Figura 4f observa-se o teor de lipídios obtidos nas formulações, sendo que, conforme o percentual de aveia aumenta o teor de lipídeos gradativamente aumenta, devido ao alto teor lipídico encontrado na farinha de aveia, o índice pode chegar até 10,9% (KLAJN,2015).

Os resultados obtidos nesse trabalho são menores ao encontrado por Peron et al. (2016) no estudo da elaboração de massa alimentícia isenta de glúten com adição de concentrado proteico de *Spirulina platensis* obteve um percentual de 5,45% de lipídio. Silva e Morais (2016), também obtiveram um percentual superior ao encontrado, de 4,6% de lipídio na produção de massa de banana verde funcional. O teor de lipídio reportado pela literatura, correspondem a cada componente utilizado na elaboração de determinada massa alimentícia, essa oscilação ocorre devido a carência de lipídios existente em cada alimento ou mesmo sua abundância.

Análises tecnológicas

As análises tecnológicas realizadas nas formulações das massas alimentícias com farinha de banana da terra verde e farinha de aveia foram: perda de sólidos solúveis, aumento de massa e tempo ótimo de cozimento, conforme a Tabela 6.

Tabela 6. Análises tecnológicas das formulações de massas alimentícias frescas isentas de glúten elaboradas com farinha de banana da terra verde e farinha de aveia.

Propriedade	F1	F2	F3
Perda de sólidos solúveis (%)	0,94 ± 0,051 ^a	0,74 ± 0,051 ^b	0,35 ± 0,051 ^c
Aumento da massa (%)	158,04	154,19	125,36
Tempo ótimo de cozimento (min)	7,6	6,3	5,0

Fonte: Autores (2022).

*Letras iguais nas linhas, as médias não diferem entre si pelo nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

Na análise de perda de sólidos solúveis das massas alimentícia, a concentração encontrada foi de 0,95% para formulação 1, 0,74% para formulação 2 e 0,35% para formulação 3. Segundo Hummel (1966), a perda de sólidos solúveis para massas de trigo de qualidade alta de até 6%, até 8% para a qualidade média e valores iguais ou superiores a 10% classificam como massa de baixa qualidade. Dessa forma, todas as formulações avaliadas resultaram em uma massa de alta qualidade tecnológica.

Observou-se, valores superiores na avaliação de Paiva et al. (2019) para massa alimentícia, elaborados com 100% de farinha de sorgo (5,04%), com 50% de farinha de sorgo e 50% de farinha de milho (5,80%) e 100% de farinha de milho (10,54%).

Na avaliação do aumento de massa das formulações abordadas, constatou-se que a F1 foi a que apresentou um maior percentual no volume massa, com 158,04%, F2=154,19% e F3=125,36%, sendo que a diferença entre a primeira formulação e a terceira é de 32%.

De acordo com os critérios de Bruneel (2010), as massas alimentícias que tem boa qualidade apresentam um ganho de massa duas vezes maior que seu peso original, ou seja, um ganho de 200%, visto que, Casagrandi et al. (1999) relata que os volumes esperados podem chegar de 200% a 300%.

A formulação 1 (75% de farinha de banana e 25% de farinha de aveia) contribuiu para um maior aumento de massa, uma vez que, a principal diferença entre elas está no percentual de farinha utilizada para cada formulação. Como a farinha de banana verde é rica em amido (27,28%) (GONCALVES et al., 2016) ao contrário da aveia (0,53% de amido e 0,87% de amido resistente) (DANIEL et al., 2006) com a hidratação elevada da fração de amido no processo de cozimento, resulta em um maior aumento de massa. Segundo Peron (2015), o aumento de massa ou aumento de peso pode estar relacionado na ausência da rede de glúten, gerando uma hiperhidratação na fração do amido. Esse aumento também pode estar relacionado com sua capacidade de absorção de água, no formato do macarrão e na granulometria da farinha utilizada (RAMOS, 2018). Por outro lado, as massas que apresentam baixo aumento de massa, resultam em macarrões mais duros e de qualidade inferior, isso porque sua capacidade de absorção de água é menor (COSTA et al. [sd]).

No parâmetro tempo ótimo de cozimento, as formulações de massas alimentícias elaboradas com farinha de banana da terra verde e farinha de aveia, apresentaram tempos decrescentes de cocção, no ponto "ao dente". A F3 foi a quem apresentou o menor tempo de cozimento, sendo que, isso é decorrente a porosidade e facilidade na entrada da água dentro do produto, provenientes de massas alimentícia isentas de glúten, em contrapartida, o tempo de cozimento da F1 foi de 7,6 minutos, na composição da massa alimentícia da

formulação 1 a concentração de farinha de banana da terra verde é maior que a farinha de aveia, como a farinha de banana é rica em amido, durante o processo de cozimento, ele gelatiniza formando uma estrutura rígida, assim dificultando o processo de entrada de água dentro da massa e facilitando o cozimento.

Análises microbiológicas

Na Tabela 7 estão apresentados os valores do número mais provável (NMP) de coliformes totais, coliformes termotolerantes e bolores e leveduras, das três formulações de massas alimentícias elaboradas com as farinhas de banana da terra verde e farinha de aveia.

Tabela 7. Análises microbiológicas das formulações de massas alimentícias frescas isentas de glúten.

Análise	F1	F2	F3
Coliformes totais (NMP/mL)	< 3	7,4	< 3
Coliformes termotolerantes (NMP/mL)	< 3	< 3	< 3
Bolores e leveduras (UFC/mL)	< 3	< 3	< 3

Fonte: Autores (2022).

Os valores expostos na Tabela 7 para coliformes termotolerantes (45°C) estão dentro dos padrões admitidos pela Resolução RDC nº 12/2001 (BRASIL, 2001), que estabelece parâmetros técnicos sobre os padrões microbiológicos para massas alimentícias frescas (<1,0x10²), indicando que todo processo de elaboração foi realizado em condições higiênicas sanitárias adequadas. Já a segunda formulação de coliformes totais apresentou um crescimento maior comparados as demais formulações, essa diferença pode estar relacionada a armazenagem da amostra, que foi armazenada sob refrigeração compartilhada antes da determinada análise.

A mesma legislação que rege os parâmetros de qualidade para coliformes termotolerantes (45°C) (RDC nº 12/2001), também preconiza critérios para bolores e leveduras para massas e similares de até no máximo 10³. As formulações de massas alimentícias desenvolvidas estão dentro dos padrões vigentes estabelecidos.

Conclusões

Na modelagem da cinética de secagem, o modelo Henderson e Pabis proporcionou o melhor ajuste aos dados experimentais de secagem da banana da terra verde.

As análises físico-químicas da banana da terra verde in natura apresentaram valores similares aos anteriormente reportados na literatura. Ainda, como esperado, a farinha elaborada a partir da banana da terra verde apresentou redução da umidade, acidez e pH, além de aumento no teor de cinzas.

Com relação aos parâmetros físico-químicos das formulações das massas alimentícias frescas, os teores de umidade excederam 10% a mais do limite estabelecido pela legislação vigente, sendo necessário o armazenamento sob

refrigeração. Em relação as proteínas apenas a formulação 3 foi considerada como fonte de proteína, e as demais análises como acidez, pH, cinzas e lipídeos seguem os parâmetros estabelecidos por legislação para ambas as formulações.

Nas análises tecnológicas, todas as formulações apresentaram resultados promissores, com baixa perda de sólidos solúveis e aumento de massa superior a 120%.

Quanto as análises microbiológicas das massas alimentícias apenas a formulação 2 na análise de coliformes totais apresentou um valor acima estabelecido pela legislação, no entanto as demais análises estão dentro dos padrões exigidos.

De modo geral, levando em consideração todos os parâmetros analisados, conclui-se que a elaboração de massas a partir das farinhas de banana da terra verde e aveia é promissora, especialmente, para a formulação 3, que apresentou maior teor proteico e menor tempo de cozimento.

Como perspectivas futuras, sugere-se a realização da análise sensorial descritiva, bem como, testes de aceitação, a fim de verificar o perfil sensorial do produto e o potencial mercadológico.

Referências

ALMEIDA, T. M. et al. Análise físico-química de farinha de banana verde. *In*: VI Congresso Estadual de Iniciação Científica e Tecnológica do IF Goiano. 2017. Urutaí: IF Goiano, 2017.

ANTUNES, M. J. C. et al. Obtenção e caracterização de farinha de banana da terra verde (*Musa sapientum*). 2011. Mestrado (Nutrição e Saúde) - Faculdade de Nutrição da Universidade Federal de Goiás, Goiás, 2011.

BARBOSA, M. C. de A. Avaliação tecnológica de massas alimentícias de farinha mista de trigo e soja sem lipoxigenases. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia e Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2012.

BORGES, A. de M.; PEREIRA, J.; LUCENA, E. M. P. D. Caracterização da farinha de banana verde. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 29, n. 2, p. 333 - 339, 2009.

BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução – RDC Nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília - DF. 2001. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br>. Acesso em: 02 nov. 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução - RDC N 93, de 31 de outubro de 2000. Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Massa Alimentícia. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília - DF. 2000. Disponível

em: <http://bvsms.saude.gov.br>. Acesso em: 15 nov. 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº 08 de 02 de junho de 2005. Aprova o regulamento técnico de identidade e qualidade da farinha de trigo. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília - DF. 2005. Disponível em: <https://www.normasbrasil.com.br>. 2005. Acesso em: 18 nov. 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 263, de 22 de setembro de 2005. Dispõe sobre o regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília - DF. 2005. Disponível em: www.anvisa.gov.br. Acesso em 10 out. 2021.

BRUNEEL, C. et al. O impacto da rede de proteínas nas propriedades de colagem e cozimento de produtos de massa seca. *Food Chemistry*, v. 120, n. 2, p. 371-378, 2010.

CASTELO-BRANCO, V. N.; GUIMARÃES, J. N.; SOUZA, L.; GUEDES, M. R.; SILVA, P. M.; FERRÃO, L. L.; ZAGO, L.. Uso da farinha de polpa e de casca de banana verde (*Musa balbisiana*) como ingrediente para a elaboração de massa tipo talharim. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 20, p. 2016119, 2017.

CASTILHO, L. G.; ALCANTARA, B. M.; CLEMENTE, E. Desenvolvimento e análise físico-química da farinha da casca, da casca in natura e da polpa de banana verde das cultivares maçã e prata. *E-xacta*, v. 7, n. 2, p. 107-114, 2014.

CERQUEIRA, E. B. Massa alimentícia fresca sem glúten adicionada de beterraba. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia de Alimentos) Instituto Federal de Educação - Ciência e Tecnologia do Piauí, Teresina, 2017.

CHARNG, Y. C.; FLORES, H. E. M. Qualidade tecnológica de massas alimentícias frescas elaborados de semolina de trigo durum (*T. durum* L.) e farinha de trigo (*T. aestivum* L.). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 24, n. 4, p. 487-494. 2004.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Pós-Colheita de frutos e hortaliças: Fisiologia e manuseio. 2 ed. Lavras: UFLA, 783 p., 2005.

CHOO, C. L.; AZIZ, N. A. A. Effects of banana flour and b-glucan on the nutritional and sensory evaluation of noodles. *Food Chemistry*, v.119, n. 1, p. 34-40. 2010.

CORREIA, L. C. S. Processamento industrial de chips de banana da terra com óleo de coco extra

- virgem sem adição de sódio. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.
- COSTA, T. V.; MOURA, C. M. A. de.; SOARES JUNIOR, M. S. Qualidade tecnológica de massa alimentícia produzida a partir de farinhas de arroz (*Oryza sativa* L.) e linhaça 54 (*Linum usitatissimum* L.). [sd]. Disponível em: http://www.sbpnet.org.br/livrotrabalhos/TATIANA_.PDF. Acesso em: 25 nov. 2021.
- DANIEL, A. P.; BOCHI, V. C.; STEFFENS, C.; SILVA, L. P. D.; EMANUELLI, T. Fracionamento a seco da farinha de aveia e modificação química da fração rica em amido. *Ciência Tecnologia Alimentos*, v. 26, ed. 4, p. 936-943, 2006.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Produção de banana em 2016: mandioca e fruticultura. 2017. Disponível em: <http://www.cnpmf.embrapa.br/banana.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2021.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Produção brasileira de banana em 2017 - Base de dados. Disponível em: <http://www.cnpmf.embrapa.br/banana.pdf>. Acesso em: 21 nov. 2021.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Registradas as primeiras variedades de banana-da-terra do Brasil. 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/res-de-banana-da-terra-do-brasil>. Acesso em: 15 nov. 2021.
- FELLOWS, P.J. Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática. Tradução Florencia Cladera Oliveira et. al. 2. ed. Porto Alegre: Artemed, 2006.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- FURTADO, M. A. M.; FERRAZ, F.O. Determinação de umidade em alimentos por intermédio de secagem em estufa convencional e radiação infravermelha – Estudo comparativo em alimentos com diferentes teores de umidade. In: 7 Simpósios Latinoamericano de Ciência de Alimentos. Juiz de Fora, 2007.
- GONÇALVES, I. R. de A. F. Análise centesimal e sensorial de massa alimentícia tipo macarrão fortificada com farinha de chia (*Salvia hispânica* L.). Trabalho de Conclusão de Curso (Nutrição) - Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2019.
- GONCALVES, J. Q.; DA SILVA, M. A. P.; PLÁCIDO, G. R.; CALIARI, M.; SILVA, R. M.; MOURA, L. C.; SOUZA, D. G. Secagem da casca e polpa da banana verde (*Musa acuminata*): Propriedades físicas e funcionais da farinha. *Global Science and Technology*, v. 9, n. 3, p.62-72. 2016.
- GONELI, A. L. D. Modelagem matemática e difusividade efetiva de folhas de aroeira durante a secagem. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 44, n. 1, p. 56-64. 2014.
- HANSEN, O. A. de S.; FONSECA, A. A. O.; VIEIRA, E. L.; CARDOSO, R. D. C.; BITTENCOURT, N. S. Caracterização Física e Química de Banana Tipo Terra da Variedade Maranhão em Três Estádios de Maturação. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura. Frutas: Saúde, Inovação e Responsabilidade. Anais. Natal: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2010.
- HENDERSON, S. M.; PABIS, S. Grain drying theory I. Temperature effect on drying coefficient. *Journal of Agricultural Engineering Research*, v. 6, n. 3, p. 169-174. 1961.
- HUMMEL, C. Macaroni products. Food Trade Press, 2.ed. p. 287. 1966.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.
- IZIDORO, D. R. Influência da polpa de banana (*Musa cavendishii*) verde no comportamento reológico, sensorial e físico-químico de emulsão. 2007, Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2007.
- KLAJN, V. M. Efeitos do processamento hidrotérmico em escala industrial sobre parâmetros de composição química, estabilidade conservativa e atividade antioxidante em aveia. 2015. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) - Universidade Federal de Pelotas - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Pelotas, 2015.
- LEITÃO, R. F. F.; GONÇALVES, J.; EIROA, M.; GARCIA, E. Tecnologia de macarrão. Campinas: ITAL, p.71, 1990.
- LEITE, A. L. M. P.; SILVA, F. S. D.; PORTO, A. G.; PIASSON, D.; SANTOS, P. D. Contração volumétrica e cinética de secagem de fatias de banana variedade Terra. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 45, n. 2, p. 155-162, 2015.
- LOUREIRO, L. M. Elaboração de bases alimentícias proteicas utilizando farinha de banana verde. 2010. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2010.
- MADAMBA, S.P. The thin-layer drying characteristics of garlic slices. *Journal of Food Engineering*, v. 29, ed. 1, p. 75-97, 1996.

MARTINAZZO, A. P.; CORRÊA, P. C.; RESENDE, O.; MELO, E. D. C. Análise e descrição matemática da cinética de secagem de folhas de capim-limão. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.11, n.3, p.301-306, 2007.

MIDILLI, A.; KUCUK, H. A new model for single-layer drying. *Drying Technology*, v.20, ed.7, p. 1503-1513, 2002.

MONTEIRO, S. S.; MONTEIRO, S. S.; SANTOS, N. C.; BARROS, S. L.; DA CRUZ, O. N.; MARTINS, L. P.; GOMES, J. P. Aplicação de processos combinados osmótico e secagem em air fryer em berinjelas condimentadas com hibisco. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 3, e07932267, 2020.

MORAIS, S. J. D. S.; DEVILLA, I. A.; FERREIRA, D. A.; TEIXEIRA, I. R. Modelagem matemática das curvas de secagem e coeficiente de difusão de grãos de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). *Revista Ciência Agronômica*, v. 44, n. 3, p. 455-463, 2013.

MOREIRA, R. S.; CORDEIRO, Z. J. M. A história da banana no Brasil. In: *Reunião Internacional da Acorbat*, 2006, Joinville, Anais. Joinville: Acorbat/Acafruta, p. 48-82, 2006.

MOSCON, E. S.; MARTIN, S.; SPEHAR, C. R.; DEVILLA, I. A.; JUNIOR, F. R. Cinética de secagem de grãos de quinoa (*Chenopodium quinoa* W.). *Engenharia na Agricultura*, v. 25, n. 4, p. 318-325, 2017.

NASCIMENTO, K. D. O.; AUGUSTA, I. M.; DA ROCHA RODRIGUES, N.; PIRES, T.; BATISTA, E.; JÚNIOR, J. L. B.; BARBOSA, M. I. M. J. Alimentos minimamente processados: uma tendência de mercado. *Acta Scientiarum Technology*, v. 9, n. 1, p. 48-61, 2011.

NASCIMENTO, L.M. G.; AMARAL, M. C. A.; SANTOS, M. J. M. C.; RAMOS, B.; RIBEIRO, S. D. O.; VELOSO, C. Farinha de banana da terra verde: caracterização química e propriedades tecnológicas. *VIII Semana de Agronomia: Os desafios para a agricultura no século XXI*, 2017, Vitória da Conquista. Anais. Vitória da Conquista, 2017.

NOBRE, S. R.; SILVA, T.; CABRAL, J. E. Doença celíaca revisitada. *Portuguese Journal of Gastroenterology*, v.14, p. 184-193, 2007.

OLIVEIRA, S. C. D.; MANFRINATO, C. B. Desenvolvimento de macarrão a base de farinha de aveia para portadores de diabetes. *Revista Uningá*, n. 37, p. 85-96, 2013.

PAGE, G. E. Factors influencing the maximum of air-drying shelled corn in thin layer. Thesis

Dissertation (M.Sc.) – Purdue University, Indiana, 1949.

PAGNUSSATT, F. A.; GARDA-BUFFON, J.; GUTKOSKI, L. C.; BADIALE-FURLONG, E. Propriedade das frações proteicas de cultivares de arroz, aveia e trigo. *Revista Instituto Adolfo Lutz*. São Paulo, v. 70, ed. 2, p. 185-92. 2011.

PAIVA, C. L.; QUEIROZ, V. A. V.; Garcia, M. A. V. T. Características tecnológicas, sensoriais e químicas de massas secas sem glúten à base de farinhas de sorgo e milho. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 22, e2018095, 2019.

PANCHARIYA, P. C. Thinlayer modelling of black tea drying process. *Journal of Food Engineering*, v. 52, n. 4, p. 349-57, 2002.

PERON, B.C. et al. Massa alimentícia isenta de glúten adicionada de concentrado proteico de *Spirulina Platensis*: Avaliação tecnológica e caracterização físico-química. In: *6ª Congresso de Ciências Farmacêuticas do Mercosul. 6ª Simpósio de Ciência e Tecnologia de Alimentos do Mercosul. X Cisdem Catedra Iberoamericana-Suíza de Desarrollo de Medicamentos*, 2016, Cascavel. Resumos. Cascavel, 2016.

PINTO, U. M. et al. Deterioração microbiana dos alimentos. Universidade de São Paulo, São Paulo. 2018. Disponível em: <https://www.abia.org.br/vsn/temp/z201.pdf>. Acesso em: 2 jul. 2020.

PIRES, V.C. F.; SILVA, F. L. H.; SOUZA, R. M. S. Parâmetros da secagem da banana pacovan e caracterização físico-química da farinha de banana verde. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 9, n.1, p.197-209, 2014.

PONTES, S. F. O. et al. Processamento e qualidade da banana terra (*Musa sapientum*) desidratada. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Bahia, 2009.

RAMOS, D. P.; LEONEL, M.; LEONEL, S. Amido resistente em farinhas de banana verde. *Alimentos e Nutrição*, v. 20, n.3, p. 479-483, 2009.

RAMOS, R. E. S. Avaliação tecnológica e caracterização físico-química de massa alimentícia sem glúten. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Guaranhuns, 2018.

RESENDE, K. K. O. Avaliação das características físico-químicas da fruta pão. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de

- Alimentos) - Universidade do Estado de Mato Grosso, Barra do Bugres, 2017.
- RIGUETO, C. V. T.; LOSS, R. A.; DE FREITAS, T. S. M.; DE OLIVEIRA BEVILAQUA, N. C.; BRUM, F. B. Influência da temperatura de secagem do resíduo de Pacú (*Piaractus mesopotamicus*) para obtenção de óleo. Revista Ibero-americana de Ciências Ambientais, v. 8, n.1, p. 218-225, 2017.
- RUPOLLO, G.; GUTKOSKI, L. C.; MARINI, L. J.; ELIAS, M. C. Sistemas de armazenamento hermético e convencional na conservabilidade de grãos de aveia. Ciência Rural, v. 34, n. 6, p.1715-1722, 2004.
- SANTOS, P. et al. Influência de pré-tratamentos na cinética de secagem de banana da variedade terra (*Musa sapientum*, Linneo). Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial, v. 4, n. 2. p. 218-234, 2010.
- SHIGUEOKA, K.S. et al. Obtenção da farinha de banana verde e aplicação em logurte potencialmente probiótico. In: 25 Encontro Anual de Iniciação Científica e 5 Encontro Anual de Iniciação Científica Júnior, Maringá, 2016.
- SILVA L. M. D. M.; SOUSA, F. C. D.; SOUSA, E. P. D.; CAVALCANTI MATA, M. E. R. M.; DUARTE, M. E. M. Modelos de predição da cinética de secagem dos grãos de guandu. Brazilian Journal of Food Technology, v. 17, n. 4, p. 310-318, 2014.
- SILVA, H. R. P. Avaliação dos parâmetros termodinâmicos e cinéticos de cenouras submetidos à secagem convectiva. E-xata, v. 10, n. 2, p. 73-80, 2017.
- SILVA, M. de O. Aceitabilidade alimentícia sem glúten com gel de linhaça. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Nutrição) – Universidade de Brasília, Brasília, 2017.
- SILVA, S. dos S.; MORAIS, A. D. de M. Desenvolvimento e implantação do pacote tecnológico para produção de massa funcional de banana verde. In: JORNADA DA NUTRIÇÃO, 2016, Bauru. Resumos. Bauru, 2016.
- SZEREMETA, J. S.; SIGUEL, G.; AMARAL, J. G.; DO NASCIMENTO, R. F.; CANTERI, M. H. G. Farinhas de banana: Desenvolvimento do produto e sua caracterização físico-química e funcional. Revista Tecnológica, v. 27, n. 1, p. 1-10, 2019.
- TACO - Tabela Brasileira de Composição de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. Campinas – SP 2011. Disponível: <http://www.cfn.org.br/.pdf>. Acesso: 18 out. 2021.
- TADINI, C. C.; TELIS, V. R. N.; DE ALMEIDA MEIRELLES, A. J. Operações unitárias na indústria de alimentos. v. 2, ed. 1. Rio de Janeiro: LTC, p. 516, 2016.
- VARGAS, P. O.; MATIAS, T. G.; GONÇALVES, L. T.; MUSSI, L. P.; PRATES, L. O.; PERREIRA, N. Cinética de secagem de diferentes frutas com ar quente combinado com micro-ondas. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Química, Fortaleza. Anais. Fortaleza, 2016.
- VINERCATI, W. C. Elaboração, cinética de secagem e caracterização físico-química e tecnológica de massas alimentícias. 2018. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2018.
- WANG, J. S.; Zhao, M. M.; Zhao, Q. Z. Correlation of glutenin macropolymer with viscoelastic properties during dough mixing. Journal of Cereal Science, v. 45, 2. ed., p.128-133, 2007.