



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E ENGENHARIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS

LETICYA ELLEN DE PAULA NASCIMENTO

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO PÓ DE MORINGA (*Moringa oleifera*
Lam.) E INCORPORAÇÃO EM MASSAS ALIMENTÍCIAS SECAS**

ALEGRE- ES
MARÇO – 2020

LETICYA ELLEN DE PAULA NASCIMENTO

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO PÓ DE MORINGA (*Moringa oleifera*
Lam.) E INCORPORAÇÃO EM MASSAS ALIMENTÍCIAS SECAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Luís César da Silva
Coorientador: Prof. Dr. Sérgio Henriques Saraiva
Coorientador: Prof. Dr. Antonio Manoel Maradini Filho

ALEGRE-ES
MARÇO – 2020

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de
Bibliotecas - SIBI/UFES e elaborada pelo autor

N244c Nascimento, Leticya Ellen de Paula, 1991-
Caracterização físico-química do pó de moringa (*Moringa
oleifera* Lam.) e incorporação em massas alimentícias secas /
Leticya Ellen de Paula Nascimento. - 2020.
80 f. : il.

Orientador: Luís César da Silva.

Coorientadores: Sérgio Henriques Saraiva, Antonio Manoel
Maradini Filho.

Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de
Alimentos) - Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de
Ciências Agrárias e Engenharias.

1. Culinária (Massas). 2. Produtos novos. 3. Alimentos -
Avaliação sensorial. 4. Compostos bioativos das plantas. I. Silva,
Luís César da. II. Saraiva, Sérgio Henriques. III. Maradini
Filho, Antonio Manoel. IV. Universidade Federal do Espírito
Santo. Centro de Ciências Agrárias e Engenharias. V. Título.

CDU: 664

LETÍCYA ELLEN DE PAULA NASCIMENTO

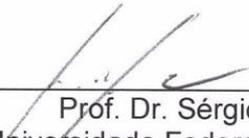
" CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO PÓ DE MORINGA (*Moringa oleifera* Lam.) E INCORPORAÇÃO EM MASSAS ALIMENTÍCIAS SECAS"

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Aprovada em 10 de março de 2020.



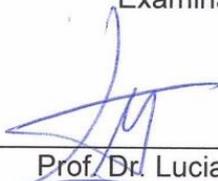
Prof. Dr. Luís César da Silva
Universidade Federal de Espírito Santo-UFES
Orientador



Prof. Dr. Sérgio Henriques Saraiva
Universidade Federal de Espírito Santo-UFES
Coorientador



Prof. Dr. Antonio Manoel Maradini Filho
Universidade Federal de Espírito Santo-UFES
Examinador



Prof. Dr. Luciano Menini
Instituto Federal do Espírito Santo - IFES
Examinador

A minha mãe, Miguelina, exemplo de força e sabedoria vindas de Deus.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sua infinita bondade e misericórdias sobre minha vida e por me permitir chegar até aqui, dando-me saúde e força para concluir o mestrado. Senhor, todas as palavras não seriam suficientes para descrever minha gratidão!

A minha amada mãe, Miguelina, pelo apoio, incentivo, cuidado e amor, por ser peça fundamental na minha vida. Além de mãe, foi amiga dando bons conselhos e sendo de forma incondicional, parte ativa desse projeto. Obrigada!

Ao Marcos Sabatini, pelo companheirismo, amor e compreensão, por alegrar meus dias e torná-los mais tranquilos. Obrigada pelas palavras assertivas em momentos de angústias, por me ouvir e orar para que tudo desse certo.

Ao meu orientador Luís César da Silva, por todo apoio, paciência, correções e conselhos dados, mesmo que à distância.

Aos meus coorientadores Sérgio Henriques Saraiva e Antonio Manoel Maradini Filho, pela disponibilidade em ensinar e sanar minhas dúvidas, por colaborar com as análises estatísticas e contribuir de tantas outras formas com o projeto. Muito obrigada!

Às professoras Patrícia Campos Bernardes e Suzana Maria Della Lúcia, pelas contribuições nas análises microbiológicas e sensorial.

Ao professor do IFES, Luciano Menini, por atender à solicitação de análises de lipídeos e fibra do projeto no Laboratório de Química da instituição.

Aos técnicos de laboratório Maurício, Letícia, Raphael, Eduardo, Arlan e Isabella e do IFES, Adriano e Jaqueline. Obrigada por todo apoio e suporte nas análises laboratoriais.

Ao Toninho, secretário do Programa da Pós-graduação, pela paciência, ajuda e boa conversa.

Ao João Batista e sua esposa Tida, por disponibilizar seu sítio para o transplante das mudas de Moringa. Obrigada por toda ajuda, inclusive com os gastos, para que o projeto saísse do papel e mesmo após abortar a ideia, por se manterem disponíveis.

Ao Nélio Pires e sua esposa Giovanna Alvarenga, na pessoa jurídica Comércio Suplementos Rios Doce Ltda, pela doação da farinha das folhas da moringa e por toda atenção e cuidado dispensados ao projeto.

À minha amiga Elziane, pela ajuda na condução das análises laboratoriais e sugestões dadas na escrita do projeto e principalmente, pela torcida e amizade ao longo dos anos.

Aos amigos que fiz no PCTA, em especial, Krystal, Solciaray, Jéssica, Lucas, Silvana, Caroline, Leonardo e Samira e demais colegas. Obrigada pelos momentos de alegria e angústias compartilhados, por toda ajuda quando mais precisei.

Às amigas e ex-colegas de trabalho, Juliana e Ana Cláudia, do Laticínio Colagua, pelo incentivo, torcida e ajuda, doando soro para as minhas aulas práticas do estágio em ensino à docência, além de sempre compartilharem conhecimento da área de lácteos.

À Keila Brito, que se tornou uma amiga e irmã, por me acolher na sua casa em Alegre. Obrigada pelos momentos de conversa e descontração, as diversas idas ao laboratório à noite e por se empenhar em me ajudar de todas as formas possíveis.

Às amigas Cynthia Mayara, Beatriz Rezende, Maiara Miranda, Priscila Vargas, Joyce Carminati, Amanda Paraizo e Gisele Rossi, por todo apoio. Obrigada por poder contar com vocês a qualquer hora.

À Marina, Cristiane, Ana Paula, Ailyn, Jô e Lara, por me receberem tão bem em Viçosa. Obrigada por contribuir na construção do projeto e pela estadia na cidade.

Ao Wallaf, Conceição, Daiane e Laísa pela ajuda e troca de conhecimento, sempre que eu necessitei.

À grande equipe que se formou para realização da avaliação sensorial das massas, alunos da graduação, Patrícia, Aline, Larima e Vitória, da Pós-graduação, Matheus, Silvana, Lucas e Krystal, os técnicos Maurício e Letícia e minha mãe Miguelina. Obrigada pela dedicação, cooperação e incentivo nos dois intensos dias de análise.

Aos avaliadores que participaram da Análise Sensorial das massas.

À Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Campus de Alegre, e ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela oportunidade de realização deste trabalho.

À CAPES pela concessão da bolsa.

E a todos que de algum modo, estando perto ou longe, colaboraram para a conclusão deste trabalho. Muito obrigada!

Confie no Senhor de todo o coração e não se apoie na sua própria inteligência.

Provérbios 3,5

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. <i>Moringa oleifera</i> em pó.....	15
Figura 2. Massas alimentícias elaboradas – controle e com concentração do pó das folhas de moringa em 5, 10, 15 e 20% (m/m).....	17
Figura 3. Ficha de avaliação sensorial – teste de aceitação e intenção de compras	25
Figura 4. Resultados das análises físico-químicas das massas alimentícias.....	34
Figura 5. Acidez, pH e coordenadas L*, a* e b* avaliadas nas massas alimentícias	35
Figura 6. Modelos propostos para os parâmetros de qualidade tecnológica das massas alimentícias	39
Figura 7. Modelos propostos para os atributos sensoriais das massas alimentícias	44
Figura 8. Modelo proposto para a intenção de compra das massas alimentícias	44
Figura 9. Desejabilidade global em função da concentração do pó das folhas da moringa	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição de nutrientes em massas alimentícias secas em 100 g de amostra	10
Tabela 2. Estatísticas do mercado nacional de massas no ano de 2018	11
Tabela 3. Elaboração do macarrão – Percentual dos ingredientes	16
Tabela 4. Composição físico-química dos pós de folhas de <i>Moringa oleifera</i> Lam., em base seca	28
Tabela 5. Composição mineral dos pós de folhas de <i>Moringa oleifera</i> Lam, em base seca.....	29
Tabela 6. Teor de fenólicos, antioxidantes e clorofila total presentes nos pós das folhas de <i>Moringa oleifera</i> Lam, em base seca.....	31
Tabela 7. Modelos ajustados das variáveis físico-químicas das massas alimentícias	36
Tabela 8. Modelos ajustados e coeficiente de determinação (R^2) dos parâmetros tecnológicas das massas	40
Tabela 9. Modelos ajustados e coeficientes de determinação (R^2) dos atributos sensoriais	43
Tabela 10. Variáveis utilizadas no teste de desejabilidade	48

SUMÁRIO

RESUMO.....	xiv
ABSTRACT	xv
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo geral.....	3
2.2. Objetivos específicos.....	3
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
3.1. A planta Moringa.....	4
3.1.1. Potencialidades do emprego <i>M. oleifera</i> Lam.....	5
3.2. Massas alimentícias	7
3.2.1. Fortificação de massas alimentícias	11
3.3. Procedimentos da análise sensorial	13
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	15
4.1. Matérias-primas.....	15
4.2. Formulação das massas alimentícias.....	16
4.3. Delineamento experimental e análise estatística.....	17
4.4. Caracterização físico-química da moringa em pó.....	18
4.4.1. Determinação de cor instrumental.....	18
4.4.2. Atividade de água	18
4.4.3. Teor de água	18
4.4.4. Proteínas	18
4.4.5. Lipídeos	19
4.4.6. Cinzas.....	19
4.4.7. Fibra bruta	19

4.4.8.	Carboidratos	19
4.4.9.	Quantificação de energia.....	19
4.4.10.	Minerais.....	20
4.4.11.	Granulometria.....	20
4.4.12.	Fenólicos totais.....	20
4.4.13.	Antioxidante pelo método ABTS.....	21
4.4.14.	Antioxidante pelo método DPPH	21
4.4.15.	Teor de clorofila.....	22
4.5.	Caracterização físico-química das massas alimentícias.....	22
4.5.1.	pH.....	22
4.5.2.	Acidez.....	23
4.6.	Textura instrumental.....	23
4.7.	Análises tecnológicas das massas alimentícias	23
4.7.1.	Tempo de cocção	23
4.7.2.	Absorção de água.....	23
4.7.3.	Perda de sólidos solúveis	24
4.7.4.	Aumento de volume.....	24
4.8.	Análise sensorial.....	24
4.9.	Emprego da função desejabilidade.....	26
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
5.1.	Caracterização química e física dos pós da <i>Moringa oleifera</i> Lam.....	28
5.1.1.	Cor dos pós das folhas da moringa	33
5.2.	Composição físico-químicas das massas alimentícias	33
5.3.	Caracterização da qualidade tecnológica das massas alimentícias	39
5.4.	Textura.....	42

5.5.	Análise sensorial.....	43
5.6.	Otimização simultânea das variáveis – Função desejabilidade	47
6.	CONCLUSÕES	49
7.	REFERÊNCIAS.....	52

RESUMO

NASCIMENTO, Leticya Ellen de Paula. **Caracterização físico-química do pó de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) e incorporação em massas alimentícias secas.** 2020. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre- ES. Orientador: Prof. Dr. Luís César da Silva. Coorientadores: Prof. Dr. Sérgio Henriques Saraiva e Prof. Dr. Antonio Manoel Maradini Filho.

A moringa (*Moringa oleifera* Lam.) é uma planta que apresenta rica composição nutricional para humanos e animais, alto valor tecnológico ao ser empregada como espessantes e fortificantes, e grandes perspectivas para o desenvolvimento de novos produtos. Diante dessa possibilidade, foi estabelecido como objetivos na condução deste trabalho, proceder a caracterização físico-química dos pós das folhas da moringa e avaliar os efeitos da incorporação em massas alimentícias secas, sob diferentes níveis de concentração (0%, 5%, 10%, 15% e 20% m/m), segundo propriedades nutricionais, tecnológicas e sensoriais. Foi empregada a função desejabilidade afim de definir a concentração ideal do pó da moringa para ser acrescentado ao produto. Os resultados mostraram que a incorporação do pó da moringa às massas proporcionou aumento significativo dos teores de proteínas, lipídeos, cinzas e fibras e diminuição dos carboidratos. Não houve alteração no valor calórico. Constatou-se maior acidez e menor pH em decorrência da adição do novo ingrediente, além de significativa diferença na coloração dos produtos. Quanto aos parâmetros tecnológicos, verificou-se redução do: (i) tempo de cocção; (ii) absorção de água e (iii) aumento de volume, mediante a incorporação do pó da moringa, com exceção da perda de sólidos solúveis que aumentou. A textura das massas não foi afetada. As características sensoriais das massas agradaram aos consumidores, de modo geral, avaliadas como “gostei ligeiramente” no quesito impressão global, indicando boa aceitação. Apenas para a formulação com 20% do pó da moringa, os participantes foram “indiferentes”. Na intenção de compra, a apresentação da informação nutricional das massas adicionadas do pó da moringa, seria decisiva para aquisição do produto. Os consumidores provavelmente não comprariam o produto com 20% do pó da moringa. O valor da desejabilidade global ocorreu para a concentração de 4,58% do pó das folhas da moringa.

Palavras-chave: macarrão, fortificação, otimização simultânea, novos produtos

ABSTRACT

NASCIMENTO, Leticya Ellen de Paula. **Physico-chemical characterization of moringa powder (*Moringa oleifera* Lam.) and incorporation in dry pasta.** 2020. Dissertation (Master of Science in Food Science and Technology) – Federal University of Espírito Santo, Alegre-ES. Advisor: Luís César da Silva. Co-Advisors: Prof. Dr. Sérgio Henriques Saraiva e Prof. Dr. Antonio Manoel Maradini Filho.

Moringa (*Moringa oleifera* Lam.) is a plant that has a rich nutritional composition for humans and animals, high technological value when used as thickeners and fortifiers, and great prospects for the development of new products. In view of this possibility, it was established as objectives in this work, to proceed the physical-chemical characterization of the powder of the leaves of the moringa and to evaluate the effects of the incorporation in dry pasta, under different levels of concentration (0%, 5%, 10%, 15% and 20% w/w), according to nutritional, technological and sensory properties. The desirability function was used in order to define the ideal concentration of the moringa powder to be added to the product. The results showed that the incorporation of moringa powder into the masses provided a significant increase in the contents of proteins, lipids, ash and fibers and a decrease in carbohydrates. There was no change in caloric value. Higher acidity and lower pH were found due to the addition of the new ingredient, in addition to a significant difference in the color of the products. As for technological parameters, there were a reduction in: (i) cooking time; (ii) water absorption and (iii) volume increase, through the incorporation of moringa powder, with the exception of the loss of soluble solids that increase. The texture of the pasta was not affected. The sensory characteristics of the masses pleased consumers, in general, rated as “slightly liked” in terms of global impression, indicating good acceptance. Only in the formulation with 20% of the moringa powder, the participants were “indifferent”. With the purchase intention, the presentation of the nutritional information of the masses added from the moringa powder, would be decisive for the acquisition of the product. Consumers are unlikely to buy the product with 20% moringa powder. The global desirability value occurred in the concentration of 4.58% of the powder of the leaves of the moringa.

Keywords: pasta, fortification, simultaneous optimization, new products

1. INTRODUÇÃO

As massas alimentícias são um dos produtos de maior consumo per capita brasileiro, o que pode ser atribuído ao fácil preparo, bom custo-benefício e aceitação sensorial por distintas classes. A comercialização de massas alimentícias tem cenário promissor, prova disso destaca-se o ano de 2018, em que o setor comercializou 916.000 t e faturou R\$ 6,2 bilhões (CHILLO et al., 2008; REIS, 2013; ABIMAPI, 2019; SPINELLI et al., 2019).

Nas gôndolas são encontradas grande variedades de massas buscando atender as exigências por parte do mercado consumidor, quanto à redução de sódio, açúcares, gordura trans, além da adição de ingredientes funcionais. O acréscimo de componentes não tradicionais às massas alimentícias, com substâncias bioativas, é um meio de suplementar e fortificar as propriedades nutricionais do produto, sendo bem visto pelo público que alia bem-estar e escolhas saudáveis (LU et al., 2018; ABIMAPI, 2019; DIANTOM et al., 2019; SPINELLI et al., 2019) . A incorporação de derivados de plantas medicinais, como por exemplo o pó das folhas de moringa, trata-se de alternativa para elevar o valor nutricional das massas (OYEYINKA; OYEYINKA, 2018).

A espécie *Moringa oleifera* Lam. do gênero *Moringa* é popularmente conhecida como quiabo de quina, baqueta, lírio branco, árvore da vida, raiz-forte e moringa (ZHAO; ZHANG, 2013; ARAÚJO et al., 2018). Essa planta tem origem na Índia, mas devido ao crescimento rápido, longevidade e adaptação climática há registros de cultivos em diferentes partes do mundo (RANGEL, 1999; ZHAO; ZHANG, 2013; GOPALAKRISHNAN; DORIYA; KUMAR, 2016). No Brasil o cultivo com fins ornamentais iniciou a mais de 50 anos (RANGEL, 1999; ARAÚJO et al., 2018).

É sabido que o consumo das folhas de moringa secas ou *in natura* pode ser favorável à saúde humana devido à ação terapêutica (VERGARA-JIMENEZ et al., 2017; FALOWO et al., 2018). Além das propriedades medicinais, antimicrobianas, pesquisas recentes ressaltam a presença de compostos bioativos (ácidos fenólicos, flavonoides e outros) e rica composição nutricional ainda pouco explorada no setor industrial (FALOWO et al., 2018; OYEYINKA; OYEYINKA, 2018; SAUCEDO-POMPA et al., 2018; UDECHUKWU et al., 2018).

Os nutrientes encontrados nas folhas da *Moringa oleifera* Lam. somam mais de

89 componentes, entre eles, as proteínas são os macronutrientes de maior representatividade, cerca de 27 g/100 g, além de apresentar considerável teor lipídico (17 g/100 g) e diversos minerais, como o ferro, cálcio e potássio (TEIXEIRA et al., 2014; BRILHANTE et al., 2017; ARAÚJO et al., 2018). Segundo Oyeyinka; Oyeyinka (2018), o teor proteico da moringa é superior ao encontrado em diversos alimentos, como, por exemplo, produtos fermentados (iogurte), sementes de chia e hortaliças (espinafre) (GOPALAKRISHNAN; DORIYA; KUMAR, 2016; SAUCEDO-POMPA et al., 2018).

Nesse contexto, o emprego do pó de folhas da moringa em massas alimentícias pode possibilitar o enriquecimento nutricional e, ofertar um produto promissor para a indústria alimentícia.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Elaborar massas alimentícias com incorporação de pó das folhas da *Moringa oleifera* Lam., e caracterizar parâmetros físico-químicos, tecnológicos e sensoriais.

2.2. Objetivos específicos

- Caracterizar os pós das folhas da *Moringa oleifera* Lam. quanto à composição físico-química;
- Quantificar o teor de clorofila, conteúdo fenólico total, atividade antioxidante pelos métodos ABTS e DPPH dos pós da moringa;
- Elaborar cinco formulações de massa alimentícia com incorporação do pó das folhas da moringa nas concentrações de: 0% (F_c), 5% (F_{M5}); 10% (F_{M10}), 15% (F_{M15}) e 20% (F_{M20});
- Caracterizar os parâmetros físico-químicos e tecnológicos das massas alimentícias;
- Avaliar os atributos sensoriais das massas alimentícias e;
- Otimizar as variáveis de composição, tecnológicas e sensoriais das massas alimentícias para encontrar a concentração ideal do pó das folhas da moringa a ser aplicado no produto.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. A planta Moringa

O mercado mundial de plantas medicinais está em expansão, sendo estimado para 2020 cifras em torno de 115 bilhões de dólares, o que se deve aos altos interesses pelos compostos farmacológicos, cosméticos e alimentícios dessas plantas (CARVALHO et al., 2018).

Dentre as espécies de plantas medicinais, a *Moringa oleifera* Lam., é cultivada devido à facilidade de propagação, distribuindo-se por diferentes localidades, seja por sementes, mudas ou estacas. O desenvolvimento dessa planta dá-se em solos arenosos, com pH variando de 4,5 a 8,0 e temperaturas médias de 26 a 29 °C. Requer precipitações anuais de 970 mm; contudo, terrenos encharcados impedem que a raiz da planta receba oxigenação (OLSON; ALVARADO-CÁRDENAS, 2016; SOUTO; MAIOR JÚNIOR, 2018).

De origem indiana, a família Moringaceae é composta por quatorze espécies, encontradas na África, Ásia, e América Latina. A espécie *Moringa oleifera* Lam. é a mais difundida e estudada. As sementes trazidas por norte-americanos foram cultivadas no nordeste brasileiro e plantadas com finalidade paisagista. A introdução na alimentação se deu em razão do alto valor nutritivo, em muitos países onde a planta é cultivada há anos (RANGEL, 1999; PÉREZ et al., 2010; JESUS et al., 2013).

Fisiologicamente, a *Moringa oleifera* Lam. é constituída por raiz central e raízes secundárias, caule único de madeira frágil, folhas verdes ovais de quatro a seis pares de folíolos, flores de coloração branca a creme com floração nas épocas chuvosas e frutos no formato de vagens contendo sementes ricas em óleo (38 a 54%). As sementes são fonte de ácidos graxos saturados e insaturados, como ácido palmítico, láurico, linoleico, linolênico e o oleico (JESUS et al., 2013; ZHAO e ZHANG, 2013; SOUTO; MAIOR JÚNIOR, 2018; ÖZCAN, 2018). A planta apresenta-se como pequenos arbustos que podem alcançar até 8 metros de altura, conforme a poda e espaçamento empregados no cultivo. Floresce após 6 meses do plantio e frutifica no segundo ano, com baixo rendimento de sementes, produzindo aproximadamente 300 vagens. Estima-se que o ciclo de vida da planta é no máximo de 20 anos (PÉREZ et al., 2010; JESUS et al., 2013; AZAD et al., 2015; OLSON; ALVARADO-CÁRDENAS,

2016; ÖZCAN, 2018).

3.1.1. Potencialidades do emprego *M. oleifera* Lam.

A *Moringa oleifera* Lam. vem sendo amplamente pesquisada e seus derivados utilizados sob diferentes concepções devido à composição química. A raiz é empregada como condimento para preparações culinárias. As flores da moringa apresentam função melífera. As vagens ou frutos podem ser cozidos ou fritos para consumo na dieta e, podem ser úteis do ponto de vista ambiental (RANGEL, 1999; SANTOS et al., 2016; PADAYACHEE; BAIJNATH, 2019). Viotti et al. (2019) ao elaborar um bioissorvente a partir das vagens da moringa, visando a retirada de diclofenaco de águas contaminadas, verificou resultados da ordem de 60,805 mg/g para remoção do contaminante. Das sementes e folhas da moringa, extraem-se óleos vegetais, óleo essencial e extratos e, obtém-se farinhas (MARINHO et al., 2016; SANTOS et al., 2016; ÖZCAN, 2018; PADAYACHEE; BAIJNATH, 2019). Rashed et al. (2016) produziram biodiesel do óleo bruto das sementes da moringa, incorporado de antioxidantes à base de aminas aromáticas e observaram efetividade na estabilidade oxidativa, redução de gases poluentes (NO_x) e melhora no desempenho do motor, quando comparados ao diesel. Monaco et al. (2010) utilizaram extratos da semente para diminuir turbidez e coliformes de esgotos domésticos.

Em pesquisa com os extratos das sementes e flores da moringa, Alves et al. (2019) estudaram a atividade larvicida no controle de larvas do *Aedes aegypti*, constatando que em maiores doses e tempo de contato adequado com os extratos, a taxa de mortalidade das larvas versava entre 34 e 38%. Cardines et al. (2018) investigaram a ação espessante em iogurtes obtidos dos extratos da semente da moringa, sendo observados aumento do teor proteico do produto, melhora nas propriedades de viscosidade e menores valores de sinérese.

Os extratos das folhas da moringa contêm fitoquímicos (antocianinas, carotenóides e alcalóides), conhecidos pela ação antioxidante de interesse na indústria alimentícia, como por exemplo, na elaboração de filme de embalagem para queijos tipo Gouda, atuando na redução da oxidação lipídica e com efetiva atividade antimicrobiana contra a *Listeria monocytogenes* (ZHAO; ZHANG, 2013; LEE; YANG; SONG, 2016; RAMAN; ALVES; GNANSOUNOU, 2018). Ademais, extratos e óleo

essencial das folhas possuem ação antifúngica com potencial para permuta de produtos químicos empregados na agricultura (BARRETO et al., 2009; PAIVA et al., 2018; GOMES et al., 2019). Segundo Falowo et al. (2018), o óleo essencial da moringa é constituído por mais de 200 componentes bioativos distribuídos em diferentes estruturas da planta. São cetonas, hidrocarbonetos, álcoois, ácidos graxos e outros, identificados por meio de técnicas cromatográficas (GC-MS) após extração (FALLOWO et al., 2018).

Sob o aspecto nutricional, as propriedades das folhas da *Moringa oleifera* Lam. são relevantes quanto aos teores de vitamina C (257 mg/100 g), vitamina E (16,7 mg/100 g), cinzas (2850 mg/100 g), lipídeos (1700 mg/100 g), proteínas (7340 mg/100 g), carboidratos (12540 mg/100 g), fibras (1750 mg/100 g), cálcio (454 mg/100 g), ferro (6,7 mg/100 g), fenólicos totais (680 mg/100 g), β -carotenos (13,9 mg/100 g) e atividade antioxidante (3629 μ mol de Trolox/100 g), em base úmida (RANGEL, 1999; YANG et al., 2006; PASSOS et al., 2012). Desse modo, quando adicionadas às formulações de alimentos, as farinhas e, ou pós das folhas e, ou das sementes da moringa, ocasionam o enriquecimento de produtos alimentícios, diversificando o seu uso na indústria (OYEYINKA; OYEYINKA, 2018; PÁRAMO-CALDERÓN et al., 2019; SPINELLI et al., 2019). Nas tortilhas de milho, a incorporação de 5% (m/m) do pó das folhas da moringa proporcionou melhores características nutricionais ao produto, elevando os teores de proteínas, lipídeos e ácidos fenólicos em comparação a tortilha controle (sem adição do pó). A farinha das sementes elevou o conteúdo vitamínico, proteico e mineral de pães enriquecidos em até 20% m/m (BOLARINWA; ARUNA; RAJI, 2017). Em mortadelas elaboradas à base de frango com incorporação de 1 a 5% (m/m) da farinha das sementes, observou-se a redução do teor de gordura e estabilidade na oxidação lipídica do produto por 40 dias (AURIEMA et al., 2019).

Quanto ao processamento e a preservação dos nutrientes e dos compostos bioativos presentes na planta, faz-se necessário o uso de técnicas de secagem adequadas, que têm por finalidade reduzir a disponibilidade de água dos produtos, visando a conservação pós-colheita e inibição do crescimento microbiano e de reações enzimáticas. Comparado com outras técnicas de desidratação, como a liofilização, a secagem convectiva empregando o ar ambiente têm por vantagens menor custo e simplicidade operacional (YANG et al., 2006; CARVALHO; COSTA; CARNELOSSI, 2010; NASCIMENTO; BIAGI; OLIVEIRA, 2015). Porém a secagem

convectiva pode influenciar na evaporação de componentes voláteis presentes nas plantas medicinais, como os óleos essenciais. Em geral, temperaturas do ar de secagem de 40 a 60 °C são recomendadas para secagem de folhas de plantas medicinais, sendo observada menores perda dos princípios ativos (MELO; RADÜNZ; MELO, 2004; CARVALHO; COSTA; CARNELOSSI, 2010).

Diferentes técnicas de processamento das folhas de moringa também podem ser úteis para a redução ou eliminação dos fatores antinutricionais presentes na planta, como tratamentos térmicos, cozimento e trituração. Os fatores antinutricionais prejudicam a absorção de nutrientes, quando ingeridos em altas doses. As folhas de moringa contêm pequenas concentrações desses fatores, como taninos (0,48%), oxalatos (0,45%), cianeto (0,1%), saponinas (1,6%), fitatos (2,57%) e inibidores de tripsina (3,0%) (BENEVIDES et al., 2011; OGBE; AFFIKU, 2011; CABRERA-CARRIÓN et al., 2017).

A versatilidade da planta é notável, possuindo propriedades terapêuticas comprovadas em estudos realizados em diferentes continentes, em particular, na Ásia e na África. Os benefícios são atribuídos aos metabólitos secundários presentes (VERGARA-JIMENEZ et al., 2017; FALOWO et al., 2018). São citadas atividades antioxidantes, anti-inflamatória, analgésicas, antitumoral e diurética a partir do uso das suas folhas e sementes, seja na forma *in natura* ou secas (PADAYACHEE; BAIJNATH, 2019). Nas farmacopeias tradicionais africanas são relatados o uso contra anemia, dores de cabeça, malária e infecções de pele através dos extratos (BISWAS et al., 2019).

3.2. Massas alimentícias

As massas alimentícias são produtos oriundos de processos simples que requerem poucos ingredientes e, quanto a origem, estudiosos divergem. As massas remontam aos povos etruscos, os quais moíam cereais e grãos, adicionavam água e dessa mistura, após cozimento, obtinham o produto característico. As massas alimentícias foram introduzidas no Brasil pelos imigrantes italianos instalados, principalmente, na região Sul e Sudeste, com pequenas produções caseiras e de forma rudimentar (ABIMAPI, 2017; IPO, 2019).

De acordo com a Resolução RDC nº 263 da Agência Nacional de Vigilância

Sanitária (BRASIL, 2005), as massas alimentícias são produtos não fermentados, constituídas por farinha de trigo (*Triticum aestivum*, *T. compactum* e ou *T. durum* e ou derivados dos gêneros) e, ou outros farináceos de leguminosas, cereais, raízes e tubérculos, acompanhadas ou não de outros ingredientes como, por exemplo, conservantes e corantes, incorporados diretamente ao produto ou isoladamente. Segundo o teor de água na composição são classificadas em massas secas, fresca, instantâneas e pré-cozidas, com ou sem recheio.

A tecnologia de elaboração das massas alimentícias envolve as etapas de mistura, amassamento mecânico, laminação ou trefilação, corte, secagem e cozimento. As duas últimas etapas são opcionais. No primeiro momento, misturam-se os ingredientes secos até a homogeneização, seguida da adição dos ingredientes líquidos. No amassamento mecânico é obtida uma massa coesa e viscoelástica devido às proteínas formadoras do glúten presentes na farinha de trigo. A depender do tipo de massa a ser produzida e equipamentos disponíveis, a moldagem das massas alimentícias pode ser realizada de duas formas: laminação ou trefilação. A laminação da massa consiste em utilizar cilindros com diferentes aberturas para se chegar à espessura final desejada para o produto. Após, segue-se para o corte manual ou mecânico em formatos variados. Quando empregada a trefilação, a massa é prensada no canhão de um extrusor e conduzida por uma rosca sem fim até uma matriz (trefila), dando o formato ao macarrão. O corte da massa é realizado por facas rotativas localizadas na parte externa da matriz, com velocidade controlada por sensores e tamanho pré-definido. As etapas de secagem e cozimento são aplicadas às massas que sofrem esses processos com a finalidade de obtenção de massas secas ou instantâneas. As massas frescas, em geral, não apresentam a necessidade de secagem. O processo de secagem não deve ser rápido, pois causa fissuras e outros defeitos nas massas secas, nem de forma lenta, que pode levar à contaminação microbológica. A redução do teor de água na massa seca colabora com um produto estável durante todo o tempo de armazenamento (CIACCO; CHANG, 1986; EL-DASH; GERMANI, 1994; BENASSI; WATANABE, 1997; GUERREIRO, 2006).

A qualidade das massas alimentícias está relacionada à matéria-prima empregada, aos processos tecnológicos empregados na elaboração e à adoção das Boas Práticas de Fabricação. Os parâmetros tecnológicos são importantes

indicadores de qualidade, como o tempo de cocção, aumento de volume, perda de sólidos solúveis, além dos aspectos reológicos, como elasticidade, mastigabilidade e firmeza, que são mensurados por meio do texturômetro. O tempo de cocção do produto refere-se ao tempo ideal de cozimento para que o núcleo esbranquiçado da massa desapareça e esta seja considerada cozida. Após a cocção, pode-se determinar o ganho em massa do produto, medindo-se absorção de água e o percentual de aumento de volume da massa (EL-DASH; GERMANI, 1994; BAIANO; CONTE; DEL NOBILE, 2006; GUERREIRO, 2006; CHILLO et al., 2008).

A perda de sólidos solúveis das massas é determinada evaporando-se a água de cozimento, em recipientes próprios na estufa de secagem. As massas são categorizadas segundo a perda de sólidos na água em: produtos de ótima qualidade (perda inferior a 6%), média ou boa qualidade (6 a 8%) e baixa qualidade (superior a 10%) (HUMMEL, 1966; ORMENESE; CHANG, 2003). Quando há a incorporação de outros materiais farináceos, essas perdas podem ser superiores devido à redução da resistência do glúten e ao enfraquecimento da estrutura da massa, permitindo maior lixiviação de sólidos durante o cozimento. Adaptações no processo produtivo se fazem necessárias com intuito de ofertar um produto com sabor agradável, cor aceitável, boa textura e com reduzidas perdas de sólidos na água de cozimento (BAIANO; CONTE; DEL NOBILE, 2006; CHILLO et al., 2008; GALLEGOS-INFANTE et al., 2010; ABIMAPI, 2017; CICCORITTI, et al., 2019).

A avaliação sensorial é outra ferramenta que pode ser utilizada para relacionar os parâmetros de qualidade a aceitabilidade dos produtos pelos consumidores, com a finalidade de impulsionar as vendas das massas alimentícias, acompanhados de bom preço e saudabilidade (ABIMAPI, 2017; CICCORITTI, et al., 2019).

A composição nutricional das massas alimentícias está relacionada aos ingredientes empregados na elaboração e ao tipo de processamento adotado (secagem, cozimento e ou fritura, com ou sem recheio), seja nas massas frescas, secas ou instantâneas. Na Tabela 1 são fornecidos dados médios do perfil nutricional de massas secas, produzidas com farinha de trigo e ovos, por processo de trefilação (BRASIL, 2005; MENEGASSI; LEONEL, 2006; ABIMAPI, 2019).

Tabela 1. Composição de nutrientes em massas alimentícias secas em 100 g de amostra

Composição Nutricional	g/100 g
Proteínas	12,93
Lipídios	0,65
Cinzas	0,84
Fibra bruta	3,31
Carboidratos	82,60
Valor calórico (kcal)	347,98

Fonte: Adaptado de Menegassi; Leonel (2006); Hernández-Nava et al. (2009)

Segundo os indicadores do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), as massas alimentícias secas foram os produtos de maior influência por atividade da indústria alimentícia, em particular, nos Estados do Ceará e Espírito Santo, no acumulado dos meses de janeiro e fevereiro de 2017 e 2018 (IBGE, 2018). Em números, o Brasil possui 55 empresas relacionadas à produção de massas alimentícias, de acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) (CONAB, 2017).

Quanto à produção em larga escala e ao faturamento das indústrias de massas alimentícias, o Brasil exportou em 2018, 11,34 mil toneladas em média do produto, correspondendo a 10,26 milhões US\$ FOB (*Free On Board*) para diversos países, entre os quais, os da América Latina e do Norte. Ainda, o país ocupou o 7º lugar no ranking global, com um consumo de aproximadamente um milhão de toneladas de massas. A categoria cresceu 1,3% em receita e volume de vendas. Na Tabela 2 são apresentados dados do mercado nacional, fornecidos pela Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias, Pães e Bolos Industrializados (ABIMAPI) no ano de 2018.

Tabela 2. Estatísticas do mercado nacional de massas no ano de 2018

Produto	Produção (toneladas)	Faturamento (bilhões de reais)	Consumo (kg/ano)
Massas alimentícias secas	732.521	3,572	3,51
Massas alimentícias instantâneas	127.242	1,869	0,61
Massas alimentícias refrigeradas e pizzas	56.573	0,789	0,27

Fonte: ABIMAPI (2019)

3.2.1. Fortificação de massas alimentícias

Os produtos alimentícios são veículos relevantes para incorporar nutrientes e melhorar o perfil nutricional. A fortificação de alimentos refere-se à adição de nutrientes aos produtos processados, tendo por finalidades repor e, ou, reforçar suas propriedades nutricionais, com ações em uma população ou grupo específico. Entretanto, os excessos na fortificação podem trazer prejuízos ou insuficiências à dieta tornando-se necessários estudos científicos e consulta aos órgãos públicos para comprovação de equilíbrio entre os nutrientes (BRASIL, 1998; WHO, 2006; BRASIL, 2014; FDA, 2019).

A fortificação alimentar pode ser empregada em alimentos-alvos, como em massas alimentícias, largamente consumidas pelos brasileiros. As massas são alimentos a base de cereais, que representam excelente opção de adição de nutrientes. São reconhecidas por seu baixo índice glicêmico, sabor e preço acessível, servidas como prato principal ou como acompanhamento. Além disso, as massas fortificadas podem ser uma fonte importante de minerais e fitoquímicos, em razão da adição de ingredientes funcionais, contribuindo com a melhora na qualidade nutricional e sensorial dos produtos, sendo relatadas em diversos estudos (PAUCAR-MENACHO et al., 2008; BRASIL, 2014; ARMELLINI et al., 2018; ABIMAPI, 2019; CARDOSO et al., 2019; FDA, 2019; SPINELLI et al., 2019).

Monteiro et al. (2019) formularam cinco preparações de massas alimentícias com a farinha de resíduos de tilápia. Segundo o estudo, a incorporação de 6 a 23% (m/m) da farinha em substituição à farinha de trigo melhorou o perfil nutricional do

produto, em particular, de lipídeos (1,88 - 4,94 g/100 g) e proteínas (8,44 - 18,38 g/100 g), na redução de carboidratos (29,33 - 17,47 g/100 g) e preservação das propriedades tecnológicas e sensoriais das massas, parâmetros esses importantes para a aceitação e compra do produto.

Em outro estudo, resíduos de pangas (*Pangasius Pangasius*), foram empregados na elaboração de massas alimentícias por Surasani et al. (2019). Isolados proteicos obtidos dos resíduos de pangas foram adicionados às massas em diferentes concentrações (0 a 10%) com o objetivo de contribuir na suplementação proteica das massas e nos parâmetros tecnológicos. Ao final da pesquisa, observaram-se aumento no teor de proteínas (11,76 - 21,30 g/ 100 g) e melhora na expansão de volume das massas conforme se acrescentava o isolado de proteínas dos resíduos de processamento de pangas.

Lu et al. (2018) adicionaram pó de cogumelos comestíveis às massas alimentícias frescas, nas concentrações de 5, 10 e 15% (m/m) e observaram o aumento significativo de proteínas (6,23 – 7,83 g/100 g), lipídeos (2,93 – 4,23 g/100 g), fibras solúveis (1,07- 2,63 g/100 g) e insolúveis (2,10 – 5,49 g/100 g) nas massas suplementadas em comparação à massa alimentícia controle (sem adição do pó de cogumelos), além da presença de compostos bioativos, como fenóis (2 mg de ácido gálico equivalente/ g).

Simonato et al. (2019) empregaram o pó liofilizado de bagaço de azeitona na fortificação de massas alimentícias, com substituição parcial de 5 e 10% (m/m) sobre a farinha de trigo. Nesse trabalho foram avaliados componentes bioativos, como polifenóis e a qualidade tecnológica das massas alimentícias. Como resultado, conforme o produto recebia adições do pó de bagaço de azeitona, as concentrações de polifenóis foram significativamente aumentadas (2,28 mg ácido gálico equivalente/ g), quando comparadas à massa controle (0,89 mg ácido gálico equivalente/ g). Entretanto, ao se estudar os parâmetros tecnológicos da massa, observou-se perda de parte dos polifenóis na água de cozimento (0,06 e 0,69 mg ácido gálico equivalente/ g). A adição do pó de bagaço de azeitona também reduziu o tempo de cozimento (13,3 para 12 minutos).

O enriquecimento de massas alimentícias com plantas medicinais, como a urtiga (*Urtica dioica* L.) foi realizado no estudo de Marchetti et al. (2018) com objetivo de aumentar o teor de carotenoides (luteína e betacaroteno) e avaliar suas

propriedades tecnológicas. Verificou-se que as folhas secas de urtiga (2,5% m/m) forneceram o aumento de 44% de luteína e 60% de betacaroteno em relação à massa controle e que o processo de cozimento causou perdas na ordem de 19% e 21% de ambos compostos devido a temperatura de ebulição da água.

Sęczyk et al. (2016) incorporaram o pó das folhas de salsa (*Petroselinum crispum* Mill.) às massas alimentícias, nas proporções de 1 a 4% (m/m). Os resultados demonstraram que houve a elevação do teor de fenólicos das massas em até 67%, da capacidade antioxidante (146%) e do poder redutor (220%) com a fortificação de 4% do pó da salsa. Contudo, a suplementação com o pó das folhas de salsa trouxe uma baixa digestibilidade das proteínas em até 20% das massas, em níveis com 4% do pó.

3.3. Procedimentos da análise sensorial

A análise sensorial é uma ferramenta de mensuração dos aspectos inerentes aos alimentos percebida pelos órgãos do sentido. A seleção do teste apropriado permite estimar a variabilidade de processos, substituir ingredientes, verificar impactos do armazenamento, estudar a relação de métodos instrumentais e o homem, na percepção do consumidor (DRAKE, 2007; LAWLESS; HEYMANN, 2010).

São três tipos de testes sensoriais comumente usados, com participantes recrutados por meio de diferentes critérios, classificados em: Testes descritivos – descrever diferenças e suas intensidades nos produtos avaliados; testes de diferenças ou discriminatórios – estabelecer as principais diferenças entre os produtos; testes afetivos – medir a aceitação ou preferência do produto pelo público-alvo (DRAKE, 2007; LAWLESS; HEYMANN, 2010; MINIM, 2013).

Os testes afetivos consistem na manifestação pessoal do consumidor em relação às características do produto avaliado, se este é preferido e, ou, aceito, utilizando uma escala hedônica, cujos intervalos são passíveis de estatística. Dividem-se em testes afetivos qualitativos e quantitativos. Os testes qualitativos são categorizados em grupos de foco e entrevista. Os grupos de foco são reuniões lideradas por um moderador com a participação de 6 a 9 consumidores sobre um tema de interesse. As informações coletadas abrangem características sensoriais, preferências e motivações para a aquisição do produto. Já a entrevista consiste na

abordagem individual de cada participante, de forma consecutiva, sendo em média, 50 consumidores. Os testes afetivos quantitativos são classificados em testes de aceitação e de preferência. O teste de aceitação indica o anseio do consumidor em adquirir o produto. No teste de preferência é solicitado qual o produto preferido, visto que os consumidores podem fazer escolhas sem gostar do produto avaliado (DRAKE, 2007; TEIXEIRA, 2009; LAWLESS; HEYMANN, 2010; MINIM, 2013).

As aplicações de testes sensoriais fornecem dados importantes para reduzir riscos e incertezas na tomada de decisão no âmbito industrial, sendo empregados, por exemplo, no controle de qualidade, na otimização de processos, pesquisas de marketing e acadêmicas e no desenvolvimento de novos produtos (LAWLESS; HEYMANN, 2010; MINIM, 2013).

Ibitoye et al. (2013) realizaram estudos preliminares das propriedades químicas e sensoriais das massas alimentícias incorporadas de amido de batata doce nas proporções de 30-70% (m/m). A massa contendo 30% (m/m) de amido não diferiu estatisticamente da massa comercial em relação aos atributos sensoriais pesquisados (cor, sabor, textura e impressão global), sendo a mais aceitável pelos consumidores. Chusak et al. (2020) verificaram que a adição dos pós da fruta Gac (*Momordica cochinchinensis*) verdes (5% m/m) e maduras (5-15% m/m) nas massas alimentícias, apresentaram uma boa aceitação sensorial nos atributos avaliados.

4. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida nos laboratórios da Universidade Federal do Espírito Santo, Campus de Alegre. As análises de lipídeos e fibra das massas alimentícias foram conduzidas no Laboratório de Química, do Instituto Federal do Espírito Santo, Alegre-ES. A composição mineral do material vegetal foi analisada no laboratório agrônomo Labominas, de Manhuaçu- MG.

4.1. Matérias-primas

Os pós das folhas da *Moringa oleifera* Lam. foram doados pela empresa Comércio Suplementos Rios Doce Ltda, com sede no município de Governador Valadares - MG. O material vegetal é composto por folhas verdes selecionadas, sem a presença de galhos e hastes. A desidratação das folhas de moringa foi realizada em secador solar projetado pela própria empresa empregando a temperatura de 40 °C, com a duração de 24 horas em dias de alta incidência de raios solares e 48 horas nos dias com baixa incidência (Figura 1).



Figura 1. *Moringa oleifera* em pó

Fonte: A autora

Para a elaboração das massas alimentícias foram utilizados os seguintes ingredientes: farinha de trigo, ovos, água, gomas xantana e guar.

4.2. Formulação das massas alimentícias

As massas alimentícias foram elaboradas variando as proporções de farinha de trigo e pó das folhas da *Moringa oleifera* Lam, conforme a Tabela 3. Posteriormente, foram misturados à massa ovos, água e gomas xantana e guar.

Tabela 3. Elaboração do macarrão – Percentual dos ingredientes

Formulação	Ingredientes					
	Farinha de trigo (%)	Moringa em pó (%)	Goma guar (%)	Goma Xantana (%)	Ovos (un)	Água (mL)
F _c	100	0	0,23	0,23	2	2
F _{M5}	95	5	0,23	0,23	2	*qsp
F _{M10}	90	10	0,23	0,23	2	*qsp
F _{M15}	85	15	0,23	0,23	2	*qsp
F _{M20}	80	20	0,23	0,23	2	*qsp

*qsp: quantidade de água suficiente para a adequada consistência da massa; %: m/m

Fonte: Vimercati (2018)

O processo de elaboração consistiu na homogeneização dos ingredientes secos e líquidos, seguido de amassamento manual, passagem pelo cilindro com diferentes aberturas e corte das massas no formato talharim (VIMERCATI, 2018).

Para os ensaios de secagem, os macarrões foram organizados em ninhos nas bandejas de aço inoxidável, além de confecções de discos para viabilizar as análises de atividade de água e cor instrumental (VIMERCATI, 2018). Nessa etapa, foi empregado um secador de cabines com sistema de aquecimento elétrico e fluxo de ar com velocidade de 1,5 m/s na temperatura de 55 °C. O registro das massas das amostras foi realizado em intervalos de 15 minutos na primeira hora e 30 minutos na segunda hora até que o teor de água do produto não ultrapasse 12%, em base úmida. A determinação do final da secagem foi a partir do balanço de massa do processo, Equação 1.

$$Mf = \frac{Mi (100 - T1)}{100 - T2} \quad (1)$$

A saber:

- M_i : massa inicial do macarrão, antes da secagem;
- M_f : massa final do macarrão, após a secagem;
- T_1 : teor de água inicial, determinada a 105 °C, em estufa, da amostra de macarrão fresca;
- T_2 : teor de água final limitada em 12%.

As massas alimentícias produzidas (Figura 2) foram armazenadas em embalagens de polietileno para análises posteriores.



Figura 2. Massas alimentícias elaboradas – controle e com concentração do pó das folhas de moringa em 5, 10, 15 e 20% (m/m)

Fonte: A autora

4.3. Delineamento experimental e análise estatística

O experimento foi realizado segundo Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) com cinco formulações de massas alimentícias (0%, 5%, 10%, 15% e 20% m/m de pós das folhas da moringa) e três repetições, para análise dos parâmetros tecnológicos e físico-químicos. Os dados obtidos foram submetidos à ANOVA, ao nível de 5% de significância e análise de regressão. Na caracterização físico-química dos pós das folhas da *Moringa oleifera* Lam. foi empregada a estatística descritiva (média e desvio padrão).

Para avaliação sensorial das massas foi utilizado o Delineamento em Blocos Casualizados (DBC), considerando cada julgador como um bloco. Os dados sensoriais foram submetidos à análise de variância e análise de regressão, a 5 % de probabilidade.

O Programa SigmaPlot versão 11.0 foi utilizado para a análise estatística dos

dados experimentais.

4.4. Caracterização físico-química da moringa em pó

Os parâmetros físico-químicos avaliados no material vegetal foram: cor instrumental, atividade de água, teor de água, proteínas, lipídeos, cinzas, fibra bruta, carboidratos, quantificação de energia, minerais e granulometria. Os componentes bioativos dos pós das folhas da moringa foram determinados pelas análises de compostos fenólicos, atividade antioxidante pelos métodos ABTS e DPPH e, teor de clorofila. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

4.4.1. Determinação de cor instrumental

A coloração foi determinada em colorímetro da marca Konica Minolta (Spectrophotometer CM-5) fornecendo os parâmetros L^* correspondendo a luminosidade (preto: 0 ao branco: 100), coordenada a^* mede a intensidade do vermelho (+) ao verde (-) e coordenada b^* evidencia tonalidade do amarelo (+) ao azul (-), empregando a escala CIELAB (HUNTERLAB, 2008).

4.4.2. Atividade de água

A atividade de água das amostras foi determinada através da leitura direta no medidor de atividade de água da LabMaster (Novasina AG).

4.4.3. Teor de água

O teor de água foi realizado pelo método gravimétrico em estufa a 105 °C até peso constante (IAL, 2008).

4.4.4. Proteínas

A determinação do teor de proteínas foi realizada pelo método Kjeldahl modificado, seguindo as etapas de digestão, destilação e titulação das amostras. Para

conversão de nitrogênio em teor de proteína foi adotado o fator médio de 6,25 para os pós da moringa e 5,70 para as massas (IAL, 2008).

4.4.5. Lipídeos

O teor de lipídeos das amostras foi determinado por extração em aparelho Soxhlet, por 4 horas (IAL, 2008).

4.4.6. Cinzas

As cinzas foram determinadas por incineração em mufla a 550 - 600 °C até que a massa da amostra fosse constante (IAL,2008).

4.4.7. Fibra bruta

A análise de fibra bruta das amostras foi realizada segundo a metodologia descrita por AOAC (2009), com modificações. Para amostras de forrageiras, como as folhas da moringa, não foi necessário ser previamente desengordurada (SILVA; QUEIROZ, 2002). Já as massas alimentícias foram desengorduras segundo o IAL (2008). O método utilizado na quantificação da fibra bruta consistiu na digestão ácido-base, empregando o determinador de fibras da Tecnal®, modelo TE-149. Posteriormente, os cadinhos com o residual final foram incinerados em mufla a 550 °C por 2 horas e, por fim, calculado o percentual de fibras.

4.4.8. Carboidratos

A quantidade de carboidratos foi calculada por diferença, subtraindo-se de 100 a somatória dos teores de água, proteínas, lipídeos e cinzas (SOUCI; FACHMAN; KRAUT, 2000).

4.4.9. Quantificação de energia

A energia foi calculada pela soma dos percentuais de proteínas e carboidratos,

multiplicados pelo fator 4 (kcal/g), somado ao teor de lipídios totais, multiplicado pelo fator 9 (kcal/g) (SOUCI; FACHMAN; KRAUT, 2000).

4.4.10. Minerais

A determinação dos minerais presentes nos pós das folhas da moringa foi por absorção atômica, realizada em laboratório terceirizado.

4.4.11. Granulometria

A granulometria foi realizada com 100 g de amostra, utilizando um conjunto de cinco peneiras em tela inox sobre equipamento vibrador por 10 minutos. As peneiras apresentavam aberturas entre 24, 28, 38, 48 e 60 Mesh (0,707, 0,595, 0,420, 0,297 e 0,250 mm), do fabricante Bertel. Cada peneira foi pesada individualmente com as frações retidas e calculada a percentagem correspondente, pelo método nº 66-20 da American Association of Cereal Chemists (AACC, 1995).

4.4.12. Fenólicos totais

A obtenção dos extratos foi conforme metodologia adaptada de Rodríguez-Pérez et al. (2015). Para isso, 1,5 g dos pós das folhas da *Moringa oleifera* Lam. adicionado de 25 mL de etanol 80% foram submetidos a agitação a 180 rpm por 30 minutos, com auxílio de uma chapa com agitador magnético a temperatura ambiente. Após, o material foi disposto em tubos para a centrifugação por 10 minutos a 2400 rpm, seguida de filtragem em bomba compressora a vácuo. Os extratos foram armazenados em vidro âmbar, sob refrigeração.

Para a quantificação de fenólicos totais presentes nos extratos foi utilizando a reação com Folin-Ciocalteu, segundo o método descrito por Singleton e Rossi (1965), com modificações. Inicialmente, uma curva foi construída empregando o padrão de ácido gálico (0 – 150 mg/L) e os resultados foram expressos em mg de equivalente ácido gálico por grama de amostra. A mistura de 0,6 mL de amostra e 3 mL do reagente Folin-Ciocalteu foi diluída em água destilada, na ausência de luz por 3 minutos. Passado o tempo de reação, foram adicionados 2,4 mL de carbonato

de sódio (Na_2CO_3) que permaneceu por uma hora em repouso, ao abrigo de luz. Posteriormente, foi feita a leitura da absorbância em espectrofotômetro (Bel Photonics, SP2000 UV) no comprimento de onda de 760 nm.

4.4.13. Antioxidante pelo método ABTS

A ação antioxidante dos extratos, preparados previamente, segundo a metodologia adaptada de Rodríguez-Pérez et al. (2015), foi determinada por captura do radical ABTS $^{•+}$ (2,2-azino-bis (3-etilbenzotiazolino-6-sulfônico), adaptado de Re et al. (1999). O radical foi obtido a partir da reação de 10 mL de solução aquosa de 7 mM de ABTS com 10 mL de solução de persulfato de potássio 2,45 mM, por 16 horas na ausência de luz. Construiu-se uma curva com a solução padrão Trolox (ácido 6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcroman-2-carboxílico) variando a concentração (0 a 150 mg/L). A absorbância da solução de ABTS preparada foi ajustada para 0,700 ($\pm 0,02$) no momento da análise, no comprimento de onda de 734 nm em espectrofotômetro (Bel Photonics, SP2000 UV) com etanol 80%. A reação de 0,5 mL de extrato com 3,5 mL da solução de ABTS diluída transcorreu por 6 minutos para posterior leitura no espectrofotômetro. Os valores foram expressos em equivalente de Trolox por grama de amostra.

4.4.14. Antioxidante pelo método DPPH

A determinação da capacidade antioxidante pelo radical DPPH (2,2-difenil-1-picrilidrazil) dos extratos foi conforme o método descrito e adaptado dos autores Brand-Williams; Cuvelier; Berset (1995) e Von Gadow; Joubert; Hansmann (1997), com modificações de Pukalskas et al. (2002). Os extratos foram os mesmos preparados previamente, segundo a metodologia modificada de Rodríguez-Pérez et al. (2015). Foi preparada uma curva com solução padrão de Trolox (0 a 150 mg/L) de referência.

O método consistiu em diluir 0,1 mM da solução de DPPH em etanol 80% para obter uma absorbância de $1,09 \pm 0,03$ no comprimento de onda de 517 nm. Posteriormente, uma alíquota de 0,1 mL da solução estoque foi disposta em tubos de ensaio com 0,1 do extrato e agitadas em vórtex. Em seguida, os tubos foram deixados

em repouso, ao abrigo de luz, por no mínimo 60 minutos. Decorrido o tempo, foi realizada a leitura em espectrofotômetro (Bel Photonics, SP2000 UV) em comprimento de onda de 517 nm para o branco (etanol 80%) e demais amostras no tempo 0 e na estabilização da reação. Os resultados foram expressos em equivalente de Trolox por grama de amostra.

4.4.15. Teor de clorofila

O teor de clorofila foi quantificado utilizando adaptações da técnica de Vernon (1960) e Gokmen; Bahçeci; Acar (2002). O preparo da amostra foi com 2 g do pó das folhas da moringa adicionado de 20 mL de acetona 80%. Em seguida, a mistura foi macerada por 2 minutos, filtrada a vácuo em ambiente com pouca luz, centrifugada por 5 minutos a 3500 rpm e, o volume foi ajustado para 25 mL. A leitura da amostra foi feita nas absorvâncias com comprimentos de onda de 645 e 663 nm em espectrofotômetro marca Bel Photonics, SP2000 UV. O teor de clorofila foi expresso em mg por 100 gramas de matéria seca.

4.5. Caracterização físico-química das massas alimentícias

As massas alimentícias foram analisadas quanto à cor instrumental, atividade de água, teor de água, cinzas, lipídeos, proteínas, fibra bruta, carboidratos e quantificação de energia, segundo as metodologias descritas no item 4.4 para os pós das folhas da moringa. Além disso, foram realizadas as análises de pH, acidez e textura instrumental das massas. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

4.5.1. pH

O pH foi determinado a partir de 3 g de amostra diluída em 30 mL de água destilada, empregando o potenciômetro digital (marca Metrohm, modelo 826 pH mobile). A solução foi agitada com auxílio de uma chapa com agitador magnético a 400 rpm por 10 minutos, em temperatura ambiente (IAL, 2008).

4.5.2. Acidez

A acidez foi realizada por titulação com solução de hidróxido de sódio 0,1 N até pH 8,2, com auxílio de um potenciômetro digital (marca Metrohm, modelo 826 pH mobile). Para isto, a solução com 3 g de amostra e 30 mL de água destilada foi homogeneizada em chapa com agitador magnético a 400 rpm por 10 minutos, a temperatura ambiente (IAL, 2008).

4.6. Textura instrumental

As amostras de massas alimentícias foram submetidas à análise de textura para obter as respostas de fraturabilidade e dureza, empregando um texturômetro Modelo CT#3 da Brookfield®. Os testes preliminares indicaram as condições de ensaio: velocidade de pré-teste de 2,0 mm/s e pós-teste 8 mm/s; Probe TA7, reparo – 66 TA-BT-KIT; taxa de amostragem 50 pontos/s e carga de trigger 0,20 N.

4.7. Análises tecnológicas das massas alimentícias

A qualidade tecnológica das massas alimentícias foi avaliada segundo adaptações da metodologia nº 16-50 proposta pela AACC (1995).

4.7.1. Tempo de cocção

A determinação do tempo de cocção foi com 10 g de amostra e 400 mL de água destilada sob ebulição. Em intervalos de tempo (30 segundos), o produto foi comprimido em um par de lâminas de vidro até o desaparecimento do núcleo branco, indicando assim, o cozimento completo do produto.

4.7.2. Absorção de água

A partir da relação entre a massa do produto cozido pela massa do produto cru (Equação 2), calculou-se a absorção de água das massas alimentícias. Para isto, 10 g dos macarrões foram cozidos de acordo com seu tempo ótimo, para cada amostra

e registrado a massa pós-processo, sendo expresso em porcentagem (%).

$$\text{Absorção de água (\%)} = \frac{\text{Massa do produto cozido}}{\text{Massa do produto cru}} \times 100 \quad (2)$$

4.7.3. Perda de sólidos solúveis

A perda de sólidos solúveis foi determinada a partir do percentual de sólidos presentes na água de cozimento das amostras, que foi medida em uma proveta. Posteriormente, uma alíquota de 10 mL foi depositada em placas de Petri e levadas a estufa a 105 °C até peso constante, sendo calculada a perda de sólidos segundo a Equação 3 e expresso em porcentagem (%).

$$\text{Perda sol. solúveis(\%)} = \frac{(\text{Massa da amostra residual seca} \times \text{volume de água drenada}) \times 10}{\text{Massa do produto cru}} \quad (3)$$

4.7.4. Aumento de volume

Para determinação do aumento de volume, 10 g da amostra, antes e pós-cozção, foram colocadas em uma proveta contendo tolueno para medir seu deslocamento, sendo expresso em porcentagem (% m/m), descrita pela Equação 4.

$$\text{Aumento de volume (\%)} = \frac{\text{Tolueno deslocado na amostra cozida (mL)}}{\text{Tolueno deslocado na amostra crua(mL)}} \times 100 \quad (4)$$

4.8. Análise sensorial

As massas alimentícias foram submetidas à avaliação sensorial por meio de testes de aceitação e intenção de compra no laboratório de Análise Sensorial da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Campus Alegre, Brasil. As amostras a serem consumidas foram analisadas anteriormente quanto aos coliformes totais, termotolerantes e contagem de fungos, segundo Silva et al. (2010). Os julgadores assinaram previamente um termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) para o recrutamento do projeto, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFES, sob Protocolo número 14097919.4.0000.8151.

O público de 96 provadores não treinados, com idade superior a 18 anos, estudantes, funcionários efetivos e terceirizados da UFES, de ambos os sexos e habituados ao consumo de macarrão, foram convidados a responder uma ficha-resposta (Figura 3), contendo uma escala hedônica estruturada de 9 pontos (teste de aceitação) que abrangiam os termos “9 – gostei extremamente a “ 1- desgostei extremamente” e, o teste de intenção de compra com uma escala de 5 pontos, variando os termos de “5 – certamente compraria” a “ 1- certamente não compraria” (BREWER; MCKEITH, 1999; REIS; MINIM, 2013). As massas foram cozidas segundo o tempo de cocção para cada formulação, codificadas aleatoriamente com três dígitos e servidas acompanhadas de molho, água para o enxágue da boca e ficha-resposta de avaliação.

Nome: _____ Data: _____

Sexo: () M () F Idade: _____

Por favor, avalie a amostra em relação a cada atributo sensorial e indique o quanto você gostou ou não, utilizando a escala abaixo:

Código da amostra: _____

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

Atributos	Notas
Aparência	
Cor	
Odor	
Sabor	
Textura:	
Impressão global	

Marque a resposta que corresponda sua intenção de compra para este produto:

() Certamente compraria
 () Provavelmente compraria
 () Não sei/ Talvez compraria
 () Provavelmente não compraria
 () Certamente não compraria

Comentários (Opcional):

Figura 3. Ficha de avaliação sensorial – teste de aceitação e intenção de compras

Fonte: Reis; Minim (2013)

4.9. Emprego da função desejabilidade

A condição ótima foi obtida com base nos modelos estatísticos propostos e com o auxílio da técnica de otimização simultânea (função desejabilidade) segundo Derringer e Suich (1980), considerando as seguintes variáveis para (i) composição: teor de fibras, teor de proteínas e teor de cinzas; (ii) tecnológicas: absorção de água, aumento de volume, tempo de cozimento e perda de sólidos solúveis; (iii) sensoriais: aparência, cor, odor, sabor, textura, impressão global e intenção de compra. Assim, cada variável resposta, y_i , foi convertida em uma função desejabilidade individual, d_i , dentro do intervalo $0 \leq d_i \leq 1$ usando a Equação 5 para as variáveis que devem ser minimizadas e a Equação 6 para as variáveis que devem ser maximizadas.

$$d_i = \begin{cases} 1 & \hat{y}_i < T_i \\ \left(\frac{U_i - y_i}{U_i - T_i}\right)^{r_i} & T_i \leq \hat{y}_i \leq U_i \\ 0 & \hat{y}_i > U_i \end{cases} \quad (5)$$

$$d_i = \begin{cases} 0 & \hat{y}_i < L_i \\ \left(\frac{y_i - L_i}{T_i - L_i}\right)^{r_i} & L_i \leq \hat{y}_i \leq T_i \\ 1 & \hat{y}_i > T_i \end{cases} \quad (6)$$

Em que, T_i representa o valor alvo; U_i é valor máximo admissível, que descreve a variável resposta a ser minimizada; L_i é o valor mínimo admissível, correspondente a variável resposta a ser maximizada.

Foi utilizada uma função desejabilidade linear ($r_i = 1 \forall i$). Posteriormente, calculou-se uma desejabilidade para cada um dos critérios selecionados (composição nutricional, parâmetros tecnológicos e características sensoriais), visto que o número de variáveis associadas foi diferente (Equações 7, 8 e 9), de forma que esses critérios tivessem o mesmo peso no processo de otimização.

$$D_{\text{composição}} = (\prod_{i=1}^3 d_i)^{1/3} \quad (7)$$

$$D_{\text{tecnológica}} = (\prod_{i=1}^4 d_i)^{1/4} \quad (8)$$

$$D_{sensorial} = (\prod_{i=1}^7 d_i)^{1/7} \quad (9)$$

A partir das desejabilidades desses três critérios, o valor da desejabilidade global, D, foi calculado pela equação 10.

$$D = (D_{composição} \cdot D_{tecnológica} \cdot D_{sensorial})^{1/3} \quad (10)$$

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Caracterização química e física dos pós da *Moringa oleifera* Lam.

Em razão dos potenciais nutritivo e medicinal a avaliação da composição físico-química e mineral da *Moringa oleifera* Lam. tem sido investigada, com objetivo de assegurar a agregação de qualidades nutricionais aos produtos, bem como a promoção da saúde (MUSHTAQ et al., 2018; SAUCEDO-POMPA et al., 2018). No entanto, é importante ressaltar que a composição físico-química e mineral das matérias-primas vegetais e seus derivados está relacionada dentre outros fatores ao tipo de solo, condições climáticas durante o cultivo, tratamentos culturais e estágio de desenvolvimento da planta (CARVALHO; COSTA; CARNELOSSI, 2010; FALOWO et al., 2018; ARAÚJO et al., 2018).

Desse modo, os resultados obtidos quanto às determinações das composições físico-química e mineral dos pós das folhas de *Moringa oleifera* Lam. respectivamente nas Tabelas 4 e 5, podem diferir de outras pesquisas.

Tabela 4. Composição físico-química dos pós de folhas de *Moringa oleifera* Lam., em base seca

Parâmetros (g/100 g)	Valor médio*	Desvio padrão
Teor de água**	6,95	0,16
Atividade de água (a_w)***	0,51	0,04
Proteínas	31,87	3,14
Lipídeos	9,90	1,52
Cinzas	9,59	0,15
Carboidratos	31,18	2,44
Fibra bruta	10,50	1,67
Valor calórico (kcal/100 g)	341,33	12,76

* Média de três repetições \pm desvio padrão; **g/100 g em base úmida; *** a_w – adimensional

Tabela 5. Composição mineral dos pós de folhas de *Moringa oleifera* Lam, em base seca

Minerais (mg/100 g)	Valor médio*	Desvio padrão
Nitrogênio	5.008,01	230,64
Potássio	3.023,74	157,44
Cálcio	970,78	53,58
Fósforo	408,42	19,29
Enxofre	386,91	10,99
Magnésio	329,56	15,86
Manganês	19,52	2,94
Ferro	17,73	4,40
Boro	4,08	0,52
Zinco	3,25	0,34
Cobre	0,86	0,09
Sódio	nd**	nd

* Média de três repetições \pm desvio padrão; **nd: não detectado

Os pós das folhas da moringa analisados apresentaram teor de água médio de 6,95 g/ 100 g e atividade de água de 0,51 (Tabela 4).

A normativa, RDC nº 263, de setembro de 2005, da ANVISA, preconiza que o teor de água dos materiais farináceos não deve ultrapassar o valor de 15 g/ 100 g (BRASIL, 2005). Os pós da moringa apresentaram baixo teor de água estando dentro do limite estabelecido pela legislação, importante para a conservação e comercialização de farináceos (EMBRAPA, 2010). A a_w inferior a 0,60, retarda as ações indesejáveis de microrganismos e enzimas, obtendo-se, assim, um material estável quimicamente e de fácil incorporação nas formulações de alimentos (BUCHAILLOT; CAFFIN; BHANDARI, 2009).

O teor proteico dos pós das folhas da moringa encontrado foi de 31,87 g/100 g. Mushtaq et al. (2018) encontraram valor de 23,72 g/100 g nos pós das folhas da *Moringa oleifera*, com o objetivo de incorporar em pães sem fermento. Já Teixeira et al. (2014) avaliaram a qualidade nutricional da farinha das folhas da moringa e verificaram o valor médio de proteínas de 28,65 g/100 g.

O conteúdo lipídico dos pós das folhas da moringa em estudo, apresentou média de 9,90 g/100 g. Ao caracterizar físico-quimicamente as folhas da *Moringa oleifera* Lam. desidratadas em secador solar, Passos et al. (2012) verificaram o teor lipídico de 6,87 g/100 g, sendo inferior ao encontrado neste estudo. Segundo Falowo et al. (2018) as folhas de moringa apresentam variações de 6,50 a 20 g/100 g de lipídeos, em base seca.

A média de cinzas encontrada nos pós das folhas da moringa foi de 9,59 g/100 g, sendo maior que os valores constatados por Moyo et al. (2011) e Sengev; Abu; Gernah (2013) que observaram médias de 7,64 g/100 g e 5,36 g/100 g respectivamente, em folhas secas da moringa, cultivadas no sul da África e no Makurdi, capital do estado Benue na Nigéria. A variabilidade do teor das cinzas, pode ser explicada pelas condições do cultivo e do solo dessas plantas (CUELLAR-NUÑEZ et al., 2018).

Os carboidratos determinados nos pós das folhas da moringa foram de 31,18 g/100 g. Saucedo-Pompa et al. (2018) verificaram média de 38 g/100 g de carboidratos e Araújo et al. (2018) de 38,6 g/100 g de carboidratos, em folhas da moringa secas, acima do encontrado neste trabalho.

Nos pós das folhas da moringa foi encontrado valor de 10,50 g/100 g de fibra bruta. O estudo de Ogbe; Affiku (2011) relataram média inferior de 7,09 g/100 g de fibra bruta nas folhas da moringa secas. Segundo a legislação brasileira, a condição mínima exigida para um alimento ser considerado fonte de fibra é de 3 g/ 100 g de fibra de produto pronto ou 2,5 g por porção (BRASIL, 2012). O material vegetal em estudo é fonte de fibra, apresentando este atributo caso seja consumido na forma que se encontra e na quantidade especificada.

O valor calórico das amostras analisadas foi de 341,33 kcal/100 g. No trabalho de Gopalakrishnan; Doriya; Kumar (2016) foi encontrado o valor médio menor de 329 kcal/100g para as folhas da moringa secas.

As folhas da espécie *Moringa oleifera* Lam. contêm quantidades significativas de minerais, como cálcio, potássio, magnésio e ferro (GOPALAKRISHNAN; DORIYA; KUMAR, 2016; CUELLAR-NUÑEZ et al., 2018; FALOWO et al., 2018). Na Tabela 5 são apresentados os valores médios de minerais dos pós das folhas da moringa.

O teor de nitrogênio dos pós das folhas da moringa foi de 5.008,01 mg/100 g. Segundo Araújo et al. (2018) são incipientes os trabalhos sobre os teores cabíveis de

nitrogênio na matéria seca foliar da moringa. A alta variação pode ser explicada pelo manejo aplicado à cultura (ARAÚJO et al., 2018).

A composição mineral das folhas de moringa apresentou variação significativa entre vários estudos. Ahmad et al. (2018) encontraram valores de 2.549 mg/100 g de potássio, 2.471 mg/100 g de cálcio, 260 mg/100 g de fósforo e 1.041 mg/100 g de magnésio, diferindo deste estudo, que apresentou maiores médias para potássio e fósforo e menores para cálcio e magnésio (Tabela 5). El Sohaimy et al. (2015) com objetivo de avaliar as propriedades nutritivas e funcionais das folhas da Moringa oleifera, verificaram valores de 5,21 mg/100 g de manganês e 9,45 mg/100 g de ferro, sendo inferiores aos observados neste estudo (Tabela 5).

Em outro trabalho, Moyo et al. (2011) analisaram os constituintes minerais presente nas folhas da moringa, obtendo resultados de 63 mg/100 g de enxofre, 4,99 mg/100 g de boro, 3,10 mg/100 g de zinco e 16,4 mg/100 g de sódio. Esses valores foram inferiores aos encontrados nos pós das moringas analisados nesta pesquisa, para o mineral enxofre (386,91 mg/100 g) e superiores para os minerais boro (4,08 mg/100 g) e sódio (não detectado) (Tabela 5).

O elemento zinco nos pós da moringa apresentou valor de 3,25 mg/100 g, resultado distinto foi relatado por El Sohaimy et al. (2011) de 1,63 mg/100 g de zinco. Para o cobre foi observado média de 0,86 mg/100 g dos pós da moringa, enquanto Sengev; Abu; Gernah (2013) verificaram média superior de 2,66 mg/100 g do mineral.

Na Tabela 6, encontram-se os valores correspondentes ao conteúdo fenólico, atividades antioxidantes e teor de clorofila total dos pós das folhas da moringa.

Tabela 6. Teor de fenólicos, antioxidantes e clorofila total presentes nos pós das folhas de *Moringa oleifera* Lam, em base seca

Componentes	Valor médio*	Desvio padrão
Conteúdo fenólico (mg AGE/g)**	24,86	2,81
Atividade antioxidante ABTS (µmol trolox/ g)	33,11	9,07
Atividade antioxidante DPPH (µmol trolox/g)	103,04	30,32
Clorofila total (mg/100 g)	14,05	1,08

* Média de três repetições ± desvio padrão; **AGE: ácido gálico equivalente por grama de amostra

Os pós das folhas da moringa apresentaram teor de compostos fenólicos de

24,86 mg AGE/g e atividades antioxidantes entre 33,11 e 103,04 $\mu\text{mol trolox/g}$, pelos métodos ABTS e DPPH, respectivamente. Os resultados encontrados por Pakade; Cukrowska; Chimuka (2013) para fenólicos variaram de 19,5 – 31,9 mg AGE/g, de matéria seca, das folhas liofilizadas da moringa, empregando a extração com acetona a 80% e ultrassom por 25 minutos. Rodríguez-Pérez et al. (2015) encontraram valor superior de 47 mg AGE/g das folhas da moringa secas sob a luz solar, utilizando etanol: água (50:50) e ultrassom (15 minutos). Segundo os autores, este procedimento permitiu extrair maiores teores de compostos fenólicos, após os testes com diferentes métodos de extração como, a maceração e a extração assistida por ultrassom em combinação com solventes (etanol, metanol, acetona) e suas misturas em água.

No estudo de Guzmán-Maldonado; Zamarripa-Colmenares; Hernández-Duran (2015) com folhas da moringa, retiradas de plantas com diferentes alturas, a atividade antioxidante dos extratos preparados com acetona e água (1:1) variaram entre 417,9 – 776,1 $\mu\text{mol trolox/g}$ pelo radical ABTS. Já Cuellar-Nuñez et al. (2018) encontraram atividades antioxidantes de 714,73 – 749,83 $\mu\text{mol trolox/g}$ de amostra pelo método ABTS e 638,74 – 688,67 $\mu\text{mol trolox/g}$ de amostra pelo método DPPH, superiores aos observados neste estudo (Tabela 6).

Os extratos das folhas de moringa apresentam ácidos fenólicos e flavonoides. A concentração dos fitoquímicos variam conforme fatores inerentes à planta, como, por exemplo, altura e idade, além das condições de extração aplicadas no material vegetal, tais como: solvente, tempo de extração e o método de extração empregado. Por esta razão, existe grande variação nos teores desses constituintes entre pesquisas, tanto para quantificação dos ácidos fenólicos quanto para as atividades antioxidantes (RODRÍGUEZ-PÉREZ et al., 2015; CABRERA-CARRIÓN et al., 2017).

O teor de clorofila dos pós das folhas da moringa encontrado foi de 14,05 mg/100 g (Tabela 6). A moringa apresenta o pigmento clorofila em sua composição, responsável pela coloração verde na planta. Sua formação depende da disponibilidade dos elementos nitrogênio e magnésio no solo (ARAÚJO et al., 2018).

Ao avaliar as características granulométricas dos pós das folhas da moringa, os maiores quantitativos retidos foram de 31,07% na peneira de 60 Mesh (0,250 mm) e 22,09% na peneira de 48 Mesh (0,297 mm), e 41,99% ficaram abaixo de 60 Mesh (0,250 mm), características estas, próprias do processo adequado de moagem das folhas secas da moringa. A granulometria da matéria-prima pode influenciar nos

parâmetros sensoriais e tecnológicos de, por exemplo, massas alimentícias, sendo de grande importância a uniformidade no tamanho das partículas para obtenção de um produto de qualidade para estas características citadas (BORGES et al., 2003; MIKALOUSKI et al., 2014; LOPES; DEMITE, 2015).

5.1.1. Cor dos pós das folhas da moringa

Os pós das folhas da moringa foram submetidos a medições instrumentais de cores, sendo observado o valor médio de L^* de 57,58 (L^* - luminosidade) indicando tonalidade escura quanto mais próximo de zero e branco quando perto de 100. Para a coordenada a^* , as amostras apresentaram valor médio de -1,50, que consiste na cor verde. Para a coordenada b^* o valor médio foi de 19,57 evidenciando a cor amarela (FERREIRA; SPRICIGO, 2017).

Ali et al. (2014) analisaram as cores das folhas da moringa em três temperaturas de secagem diferentes e, encontraram valores de luminosidade (L^*) de 38,32, 37,69 e 36,52 para as temperaturas de 40, 50 e 60 °C, respectivamente, o parâmetro L^* reduziu conforme houve o incremento da temperatura, indicando tonalidades mais escuras. Para a coordenada a^* foram obtidos valores médios de -3,81 (40 °C), -3,69 (50 °C) e -3,14 (60 °C) evidenciando a cor verde e, para a coordenada b^* as folhas apresentaram valores de 11,45 (40 °C), 12,87 (50 °C) e 11,95 (60 °C) indicando tonalidade amarela. Logo, os parâmetros apresentados pelos autores condizem com o do presente estudo, para os parâmetros L^* , a^* e b^* dos pós das folhas de moringa.

5.2. Composição físico-químicas das massas alimentícias

As características físico-químicas das formulações apresentaram médias significativas ($p < 0,05$), à exceção do valor calórico ($p > 0,05$), pelo teste F. Após, foram submetidas a análise de regressão e ajustes de modelos (Figuras 4 e 5), sendo os coeficientes de determinação (R^2) superiores a 0,94 (Tabela 7).

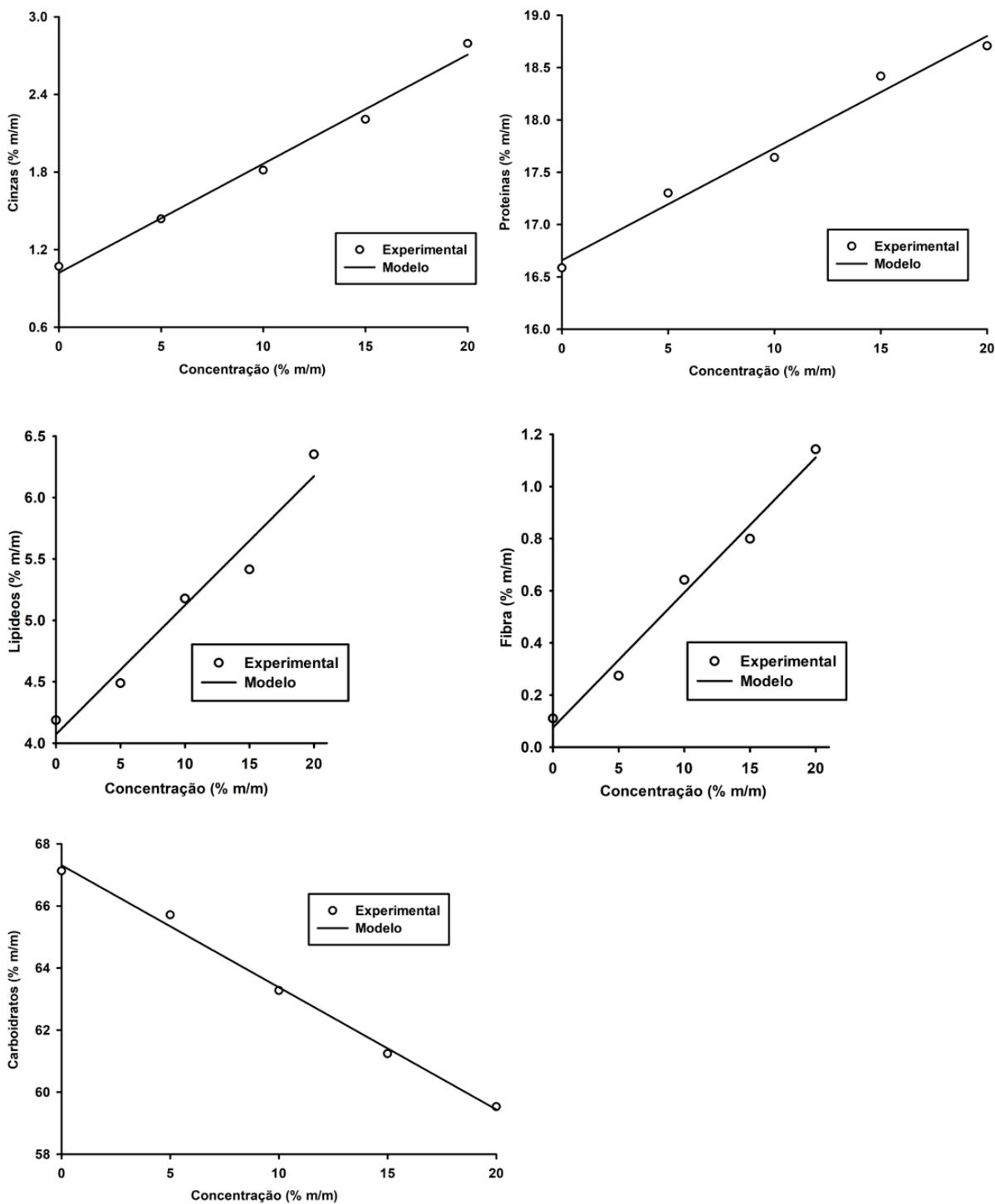


Figura 4. Resultados das análises físico-químicas das massas alimentícias

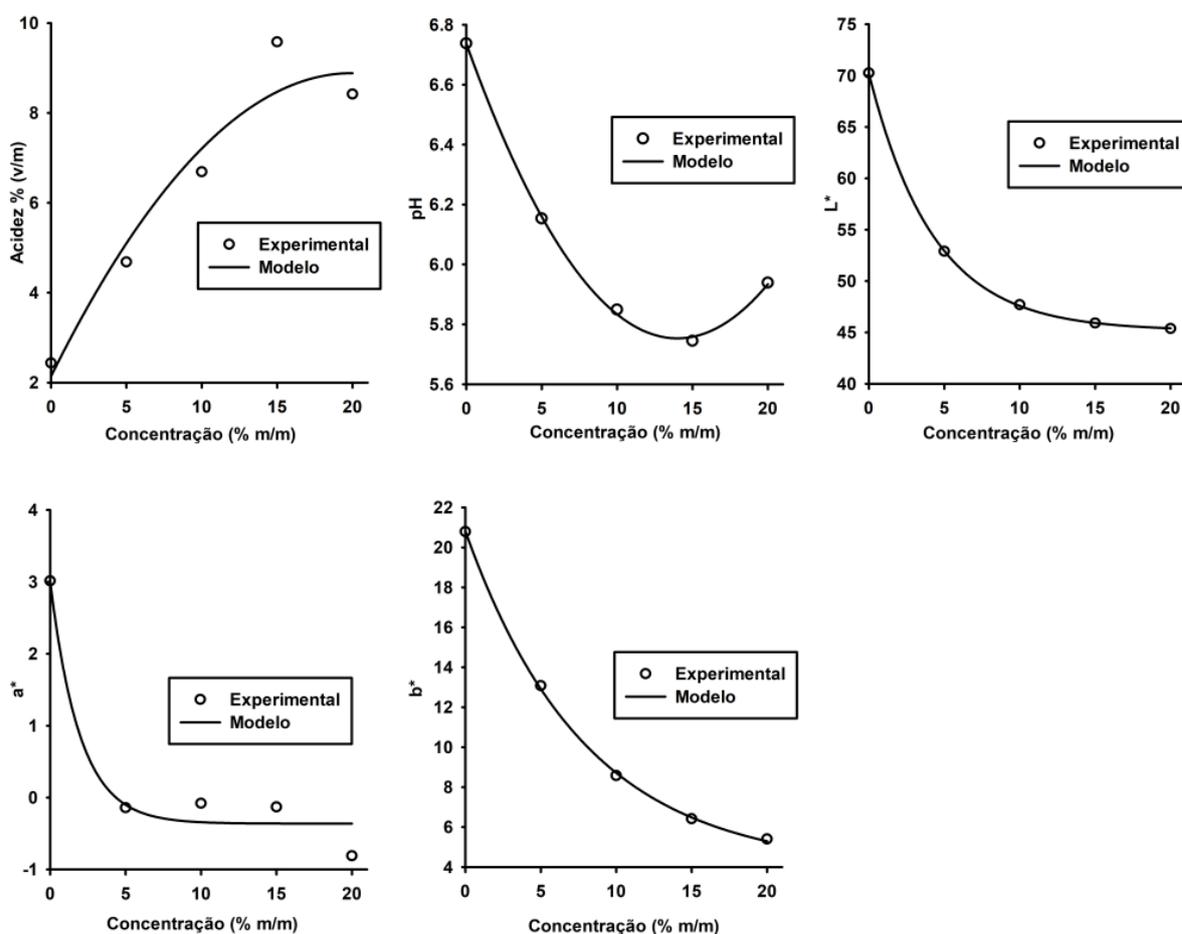


Figura 5. Acidez, pH e coordenadas L*, a* e b* avaliadas nas massas alimentícias

As massas alimentícias elaboradas com diferentes concentrações do pó das folhas da moringa apresentaram teor de água médio de 11,92% (m/m) e a_w de 0,66.

Nas massas alimentícias secas, o principal critério de segurança alimentar decorre da verificação do teor de água. A redução em níveis abaixo de 12,5% (m/m) implica em assegurar que o produto esteja microbiologicamente estável para o armazenamento em temperatura ambiente, desde que as condições locais não permitam a absorção de umidade (KILL; TURNBULL, 2007).

A a_w das massas deve apresentar valor próximo a 0,65, correspondendo ao teor de umidade seguro (12,6% m/m), nos quais os bolores não sobreviveriam (KILL; TURNBULL, 2007).

Tabela 7. Modelos ajustados das variáveis físico-químicas das massas alimentícias

Variável resposta	Modelos ajustados	R ²
Cinzas (%)	$\hat{y} = 1,0206 + 0,0843 x$	0,9896
Proteínas (%)	$\hat{y} = 16,6581 + 0,1071 x$	0,9807
Lipídeos (%)	$\hat{y} = 4,0716 + 0,1052 x$	0,9603
Fibras (%)	$\hat{y} = 0,0752 + 0,0518 x$	0,9839
Carboidratos (%)	$\hat{y} = 67,3120 - 0,3934 x$	0,9944
Acidez (%)	$\hat{y} = 2,1380 + 0,6764 x - 0,0170 x^2$	0,9400
pH	$\hat{y} = 6,7371 - 0,1406 x + 0,0050 x^2$	0,9992
L*	$\hat{y} = 45,1684 + 25,0615 e^{-0,2343 x}$	0,9999
a*	$\hat{y} = -0,3633 + 3,3738 e^{-0,5105 x}$	0,9645
b*	$\hat{y} = 3,9442 + 16,8742 e^{-0,1264 x}$	0,9996

Unidades: % m/m; acidez: solução molar por cento (m/v); em que: \hat{y} e x são as variáveis físico-químicas e a concentração do pó das folhas da moringa, respectivamente

O valor médio de cinzas para as massas alimentícias variou de 1,06 a 2,79% entre as formulações (Figura 4). O aumento da concentração do pó das folhas da moringa elevou os teores de cinzas no produto, em até duas vezes na formulação com 20% do pó comparado a massa controle, o que era esperado, devido a rica composição mineral da planta moringa (Tabelas 4 e 5).

Maluf et al. (2010) ao avaliar o teor de cinzas na massa alimentícia fresca enriquecida com o filé de Pacu (*Piaractus mesopotamicus*) defumado, obtiveram resultados de 2,18%, isto foi devido a adição do pescado que continha 2,92% de conteúdo mineral.

Os teores de proteínas, lipídeos e fibras exibiram um aumento significativo nas massas elaboradas com a substituição da farinha de trigo pelo pó das folhas de moringa (Figura 4).

O uso da Moringa oleifera Lam. agrega valor nutricional aos alimentos, particularmente, de proteínas. Em tortilhas a base de milho adicionadas de 5% da farinha dessa planta, foram observados teores de proteínas maiores (6,25%) comparados a tortilha sem a farinha das folhas (5,00%) (PÁRAMO-CALDERÓN et al., 2019). Os snacks produzidos por Zungu et al. (2019) com adição de 1% do pó das folhas da moringa, apresentaram conteúdo proteico de 10,57% em relação ao seu

controle (9,76%).

Observações semelhantes de fortificação nutricional foram relatadas por Oliveira et al. (2015) ao avaliar massas alimentícias secas em que foram adicionadas da farinha de chia, em diferentes níveis (0%, 5%, 10%, 15% e 20%) (m/m), com objetivo de avaliar as características nutricionais e tecnológicas do produto. A incorporação da chia aumentou proporcionalmente os teores de proteínas (11,62% - 14,44%), lipídeos (0,07% - 1,59%), cinzas (0,44% - 1,53%) e fibra total (2,90% - 26,62%) das massas. Da mesma forma, foi constatado neste estudo o enriquecimento de nutrientes das massas (proteínas, lipídios, fibras e cinzas), devido a presença do pó das folhas da moringa (Figura 4).

Desai; Brennan; Brennan (2018) substituíram a sêmola de trigo por pó obtido do peixe bacalhau vermelho (*Pseudophycis bachus*) em 0%, 5%, 10%, 15% e 20% (m/m). Os autores verificaram aumento significativo nos conteúdos proteico (12,21% - 30,12%), lipídico (0,24% - 0,55%) e mineral (0,76% - 1,69%) e, redução no teor de carboidratos (54,48% - 35,63%).

O teor de carboidratos das massas alimentícias reduziu com a adição do pó das folhas da moringa (Figura 4). O percentual de carboidratos da farinha de trigo é em média de 76%, superior ao encontrado no pó das folhas da moringa (31,18%) (Tabela 4), o que pode ter colaborado na redução do teor de carboidratos nas massas elaboradas (BAPTISTA et al. 2012). Omeire et al. (2014) verificaram que o nível de carboidratos abaixou com a incorporação das farinhas de soja (*Glycine max*) e de Acha (*Digitaria exilis*) às massas alimentícias, em substituição a farinha de trigo. Na proporção de 50:50 (soja/Acha) a massas apresentaram o valor de 55,35% de carboidratos, em relação à massa controle (69,44%).

Quanto ao valor calórico, este não apresentou alterações significativas entre as formulações, com a adição do pó da moringa no produto ($p > 0,05$). O valor calórico das massas foi de 372,27 kcal/100 g (controle), 371,95 kcal/100 g (5%), 369,17 kcal/100 g (10%), 368,72 kcal/100 g (15%) e 369,03 kcal/100 g (20%).

As médias de acidez das massas alimentícias variaram de 2,43% m/v (controle) a 8,43% m/v (20%) (Figura 5). Foi verificado maior acidez conforme houve a adição do pó das folhas da moringa às massas.

De acordo com Casagrandi et al. (1999) a substituição da farinha de trigo por outros ingredientes às massas alimentícias colabora com o gradativo aumento da

acidez, sendo consideradas faixas de acidez normais devido ao novo produto. No caso específico da moringa, a acidez das folhas de moringa *in natura* e seca foram de 8,68 e 20,66 de NaOH 1 N/100 g, respectivamente, no trabalho de Passos et al. (2012). Tal resultado pode explicar a alta acidez encontrada nas massas elaboradas neste estudo.

A incorporação do pó das folhas da moringa reduziu o pH das massas alimentícias, exceto para a concentração de 20%, que apresentou um leve acréscimo (Figura 5). O pH das folhas secas da moringa é de aproximadamente 5,80 (PASSOS et al., 2012), o que pode ter contribuído com alterações e os valores encontrados para o pH das massas.

A cor das massas alimentícias é outro parâmetro de qualidade e aceitação muito importante para o consumidor (SURASANI et al., 2019). A adição do pó de moringa proporcionou diferença significativa na cor das massas alimentícias, em relação a luminosidade (L^*) e as coordenadas a^* e b^* (Figura 5).

O valor da luminosidade (L^*) da massa controle foi de 70,24 e, diminuiu à medida que se acrescentou o pó das folhas da moringa ao produto, chegando ao valor de 45,36 (20% do pó) devido a cor verde escuro do material vegetal (Figura 5). Ao medir a luminosidade (L^*) da massa fresca adicionada de açafrão, Armellini et al. (2018), obtiveram médias de 63,1 de L^* com a incorporação de 0,4%, diferindo estatisticamente da massa controle com 79,2 (L^*). A mudança na luminosidade do produto foi devido a adição do pó do açafrão (ARMELLINI, et al., 2018).

Para a coordenada a^* , houve a tendência de médias negativas em maiores concentrações do pó das folhas da moringa às massas (3,01 a -0,81) (Figura 5). As massas elaboradas no presente estudo apresentaram a cor verde (valores negativos da coordenada a^*), sendo que a presença do pó contribuiu para esse resultado. A coloração do pó das folhas da moringa é devido ao pigmento clorofila (verde) (ALI et al., 2014).

Os valores da coordenada b^* se mostraram positivos (20,78 a 5,39), reduzindo conforme o pó das folhas da moringa foi adicionado às massas (Figura 5). Essa coloração pode ser atribuída aos carotenoides presentes nos ingredientes da composição da massa, presentes nos ovos, trigo e no pó das folhas da moringa (CIACCO; CHANG, 1986; BISCARO; CANNIATTI–BRAZACA, 2006; PASSOS et al., 2012).

5.3. Caracterização da qualidade tecnológica das massas alimentícias

Os parâmetros de qualidade tecnológica das massas alimentícias mostraram significativos ($p < 0,05$) pelo teste F, sendo, posteriormente, submetidos a regressão. Os modelos foram ajustados para descrever o comportamento da incorporação do pó das folhas da moringa às massas (Figura 6), com R^2 superior a 0,95 (Tabela 8).

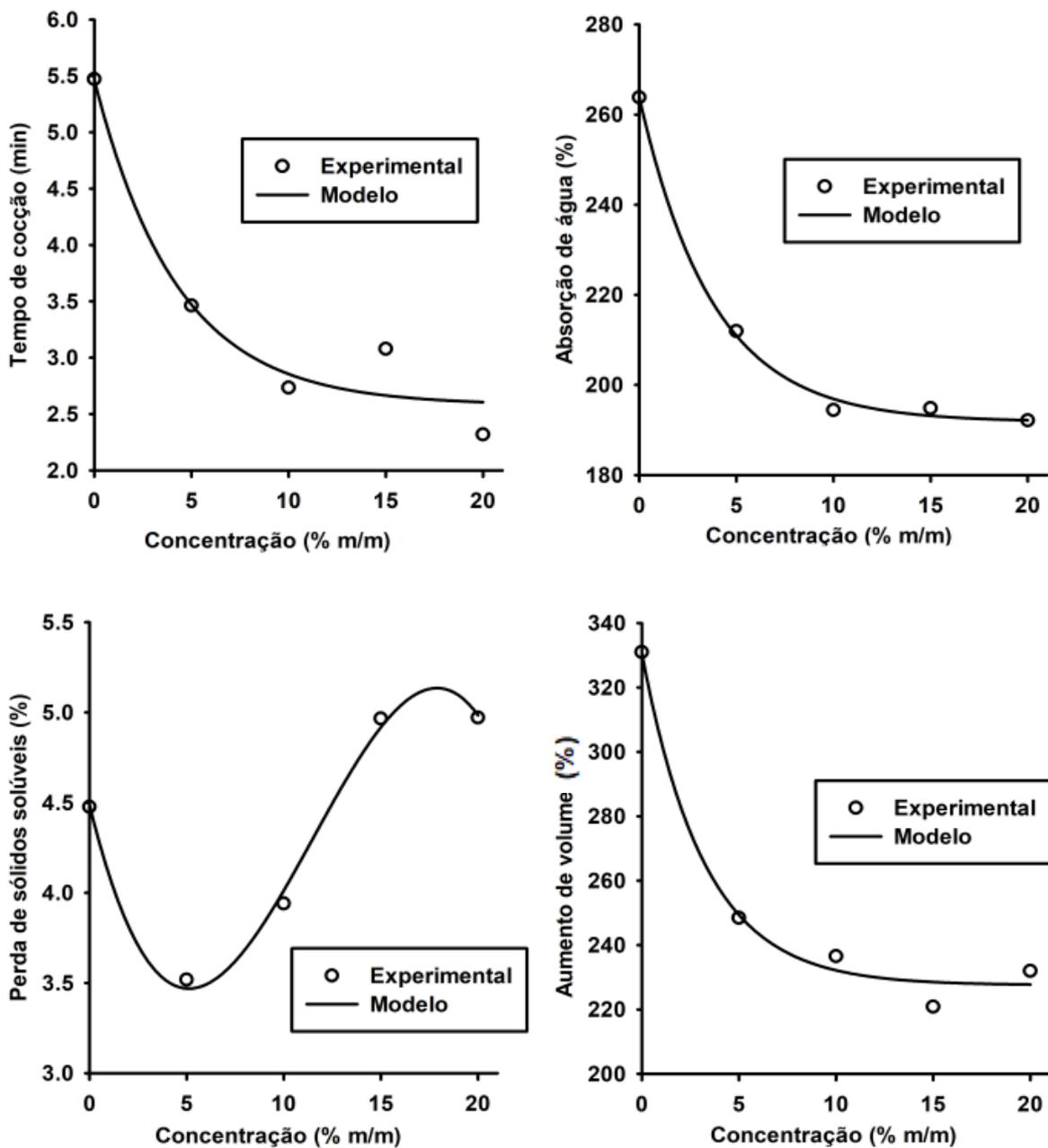


Figura 6. Modelos propostos para os parâmetros de qualidade tecnológica das massas alimentícias

Tabela 8. Modelos ajustados e coeficiente de determinação (R^2) dos parâmetros tecnológicas das massas

Variável resposta	Modelos ajustados	R^2
Tempo de cocção (min)	$\hat{y} = 2,5794 + 2,8872 e^{-0,2350 x}$	0,9555
Absorção de água (%)	$\hat{y} = 191,7917 + 72,1101 e^{-0,2651 x}$	0,9973
Perda de sólidos solúveis (%)	$\hat{y} = 4,4881 - 0,4401 x + 0,0553 x^2 - 0,0016 x^3$	0,9938
Aumento de volume (%)	$\hat{y} = 227,5264 + 103,3510 e^{-0,3107 x}$	0,9877

Em que: \hat{y} e x são as respostas da qualidade tecnológicas das massas e a concentração do pó das folhas da moringa, respectivamente

O tempo de cocção reduziu com a adição do pó das folhas da moringa às massas, variando de 5,47 a 2,32 min (Figura 6). Esse comportamento pode ter ocorrido devido ao menor teor do glúten e a composição intrínseca dos ingredientes da massa. O glúten na massa é responsável pela interação entre proteínas e o amido e, conseqüentemente uma diminuição deste componente pode ter levado ao menor período de tempo para o cozimento da massa acrescidas do pó da moringa. Entretanto, o glúten não é o único componente com implicações nesse parâmetro. Provavelmente, a presença de fibras do pó da moringa adicionado à massa promoveu alterações na estrutura do produto. Isto ocorreu em razão de uma rápida entrada de água no núcleo do filamento do produto e consecutiva gelatinização precoce do amido, reduzindo o tempo de cocção das massas elaboradas. Portanto, fica evidenciado que as massas deste estudo apresentaram um rápido cozimento, característica esta de massas instantâneas, buscada por muitos consumidores que dispõem de pouco tempo para o preparo de refeições (BORGES et al., 2003; RAKHESH; FELLOWS; SISSONS, 2015; PARVATHY; BINDU; JOSHY, 2017; SIMONATO et al., 2019).

Simonato et al. (2019) encontraram valores entre 13,3 a 12 minutos do tempo de cocção em massas alimentícias incorporadas do pó do bagaço de azeitonas e, atribuíram a redução do tempo de cocção à presença de fibras dietéticas. Parvathy; Bindu; Joshy (2017) também relataram menor tempo de cocção de 7,5 a 5,3 minutos em massas alimentícias instantâneas enriquecidas com farinha de peixe. Nesse caso, a redução do tempo foi atribuída pelo aumento de fécula de batata de 0 a 20% ao

produto.

A absorção de água das massas alimentícias diminuiu à medida que se incorporou o pó das folhas da moringa (263,79% a 192,11%) (Figura 6). Segundo Lucisano et al. (2012), o tempo de cocção influencia na absorção de água pelas massas, visto que maiores períodos de tempo induzem a aumento de massa mais acentuados. Os resultados encontrados nas massas incorporadas com o pó da moringa também apresentaram essa tendência. O maior tempo de cocção e, portanto, a maior absorção de água correspondeu a massa controle, com a adição do pó da moringa as massas, o tempo de cocção e de absorção de água foram menores (Figura 6). A absorção de água adequada das massas deve ser em torno de 200%, logo, as formulações encontraram-se dentro do aceitável (CASAGRANDE et al., 1999).

Oliveira et al. (2015) verificaram maiores índices de absorção de água conforme o nível de adição de farinha de chia às massas alimentícias foi aumentado. As médias variaram entre 240% a 322% nas concentrações de 7,5% a 30%, em tempos de cocção de 15,6 a 16,0 minutos, em relação à massa controle (0%) com 231% de absorção de água e 14 min de cocção.

A adição do pó das folhas de moringa resultou em perda de sólidos solúveis inferiores na massa com concentração de 5% do pó, em relação a massa controle e, maiores perda de sólidos nas substituições posteriores (Figura 6). No estudo de Ajila et al. (2010), ao incorporar o pó da casca de manga em massas alimentícias foi verificado perda de sólidos na água entre 5,84% e 8,71%, com substituições de 0% a 7,5%. Foschia et al. (2015) ao fortificar as massas alimentícias frescas com fibras alimentares, evidenciaram perdas de sólidos superiores à massa produzida somente com sêmolas de trigo *durum*, apresentando valores acima de 6%.

A perda de sólidos solúveis em massas alimentícias de alta qualidade não deve ultrapassar a média de 7 a 8% da sua massa seca. Normalmente, a incorporação de ingredientes com fibras solúveis e insolúveis nas massas, traz perda de sólidos devido o maior inchaço que ocorre no produto e a modificação estrutural (RAKHESH; FELLOWS; SISSONS, 2015). Dessa forma, as massas do presente estudo apresentaram baixas perda de sólidos na água, inferiores a 5%, indicando resultados satisfatórios.

O aumento de volume reduziu com o aumento da incorporação do pó das folhas da moringa às massas e, variou de 330,95% a 231,94% (Figura 6). Segundo

Ormenese et al., (2001) espera-se menor aumento de volume das massas conforme ocorre o aumento da adição de outras farinhas diferentes do trigo. Considera-se um resultado adequado médias em torno de 200 - 300% de aumento de volume (CASAGRANDE et al., 1999). Neste estudo, verificou-se que o menor aumento de volume estava diretamente relacionado a adição do pó das folhas da moringa às massas, contudo, os valores obtidos variaram dentro do intervalo aceitável, de boa qualidade das massas.

Menegassi; Leonel (2006) ao avaliarem o aumento de volume da massa alimentícia mista de mandioquinha-salsa, obtiveram resultado igual a 141,67%. Neste mesmo estudo, os autores compararam os valores encontrados na massa de mandioquinha-salsa às massas comerciais fresca (295,83%) e com ovos (319,04%), sendo verificado percentuais superiores de aumento de volume, por conta da produção com apenas a farinha de trigo.

Del Bem et al. (2012) encontraram valores de aumento de volume entre 128,9% e 97,5% nas massas alimentícias elaborada com adição de farinhas de ervilha e de grão de bico, respectivamente, em relação a massa controle (183,3%) produzida somente com semolina de trigo *durum*.

5.4. Textura

As repostas de dureza e fraturabilidade das massas alimentícias não foram significativas ($p > 0,05$) pelo teste F. A incorporação do pó das folhas da moringa não alterou os parâmetros texturais das massas, apresentando médias de dureza que variaram entre 23,25 a 22,18 N e, de fraturabilidade de 23,03 a 19,89 N. Segundo Marques (2016) as características de textura que as massas alimentícias apresentam são próprias de cada formulação, e podem estar relacionadas com as substituições de farináceos diferentes do trigo. Outros parâmetros pertinentes a textura do produto são a temperatura de secagem, teor de proteínas na formação do glúten e a granulometria do material empregado (CIACCO; CHANG, 1986; BORGES, et al. 2003; MARQUES, 2016). Não foram encontrados índices que correlacionem as repostas de textura (dureza e fraturabilidade) de massas sem cocção, classificando-as em boas ou ruins, sendo relatados nos estudos apenas diferentes médias desses parâmetros.

5.5. Análise sensorial

Os testes de aceitação sensorial e intenção de compra foram aplicados nas formulações de massas alimentícias, sem adição e, com substituições pelo pó das folhas da moringa (F0%, FM5%, FM10%, FM15% e FM20%). Foi observado diferença estatística ($p < 0,05$) pelo teste F entre as concentrações de pó testadas nas massas, para todos atributos sensoriais avaliados.

Visto que para todos os atributos o efeito da concentração do pó da moringa foi significativo ($p < 0,05$), foram ajustados modelos de regressão para cada um dos atributos de aceitação sensorial (Figura 7) e da intenção de compra (Figura 8) e Tabela 9.

Tabela 9. Modelos ajustados e coeficientes de determinação (R^2) dos atributos sensoriais

Variável resposta	Modelos ajustados	R^2
Aparência	$\hat{y} = 5,5979 + 2,0840 e^{-0,1094 x}$	0,9771
Cor	$\hat{y} = 5,6311 + 1,8244 e^{-0,1402 x}$	0,9846
Odor	$\hat{y} = 4,9415 + 2,1451 e^{-0,1473 x}$	0,9844
Sabor	$\hat{y} = 0,2671 + 7,4276 e^{-0,01585 x}$	0,9985
Textura	$\hat{y} = \frac{8,6892}{1 + e^{(x-50,6759)/25,6281}}$	0,9885
Impressão global	$\hat{y} = 3,3960 + 4,2665 e^{-0,02832 x}$	0,9988
Intenção de compra	$\hat{y} = 2,1259 + 2,0895 e^{-0,05112 x}$	0,9979

Em que: \hat{y} e x correspondem aos atributos e concentrações do pó das folhas da moringa, respectivamente

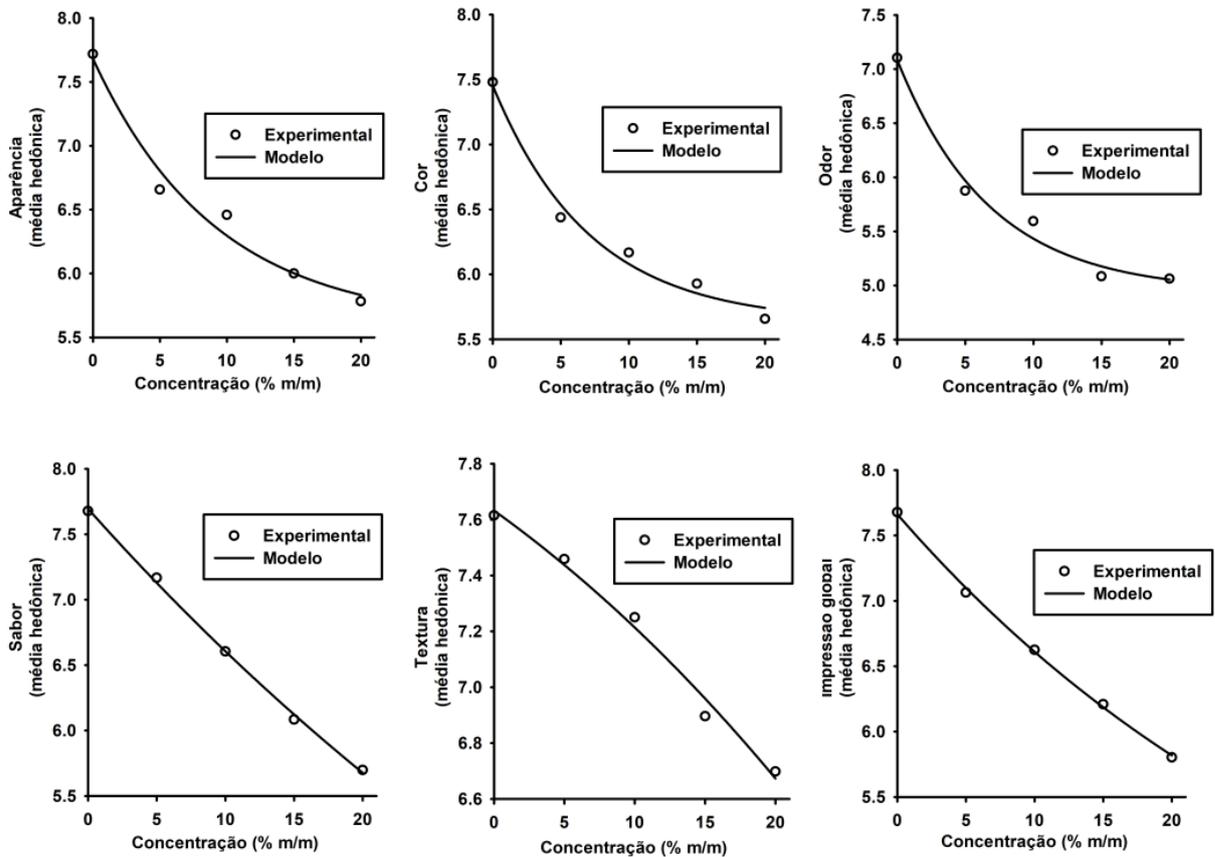


Figura 7. Modelos propostos para os atributos sensoriais das massas alimentícias
 Obs.: Escala hedônica de 9 pontos (9 – “gostei extremamente” e 1- “desgostei extremamente”)

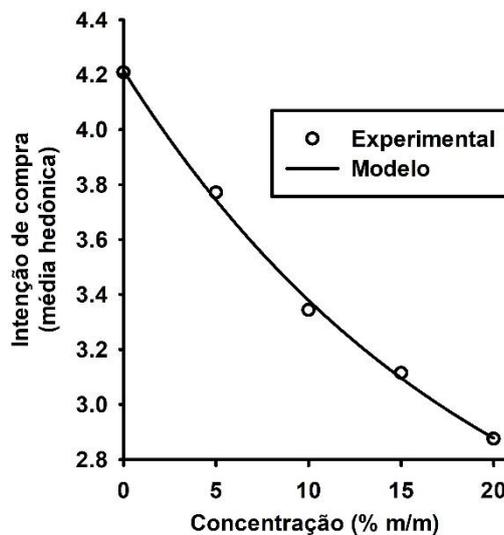


Figura 8. Modelo proposto para a intenção de compra das massas alimentícias
 Obs.: Escala hedônica de 5 pontos (5 – “certamente compraria” e 1- “certamente não compraria”)

Foram empregadas duas faixas de aceitação, segundo Della Lúcia (2008), para avaliar o quanto os consumidores gostaram ou desgostaram de cada atributo nas formulações de massas alimentícias. A primeira faixa correspondeu as notas hedônicas variando de 1 a 5, situadas entre os termos “desgostei extremamente” e “indiferente”, demonstrando que os participantes da pesquisa não gostaram da massa. O termo hedônico “indiferente” (nota 5) foi julgado como uma avaliação ruim. Os consumidores indiferentes têm a tendência de não consumirem o produto. Para a segunda faixa, as notas hedônicas de 6 a 9 localizadas nos termos “gostei ligeiramente” e “gostei extremamente” indicaram que os participantes gostaram do produto.

Para os atributos aparência e cor, a massa controle (0% do pó da moringa) obteve as maiores médias hedônicas, encontrando-se entre os termos hedônicos “gostei moderadamente” (nota 7) e “gostei muito” (nota 8). As massas alimentícias com concentração de 5% e 10% do pó, apresentaram médias hedônicas próximas, situadas entre os termos “gostei ligeiramente” (nota 6) e “gostei moderadamente” (nota 7), para ambos os atributos. Já as massas com 15% e 20% de concentração do pó, as notas hedônicas atribuídas, situaram-se entre os termos “indiferente” (nota 5) e “gostei ligeiramente” (nota 6) dos dois atributos (Figura 7). Para essas massas (15% e 20%) alguns consumidores salientaram que aparência e a cor intensa do produto não eram agradáveis, indicando a preferência pela coloração próxima as massas alimentícias tradicionais comercializadas. Portanto, para os atributos mencionados, pode-se afirmar que as formulações sem adição, com 5% e 10% do pó foram as mais aceitas e preferidas pelos consumidores, na ordem citada (Figura 6).

O atributo odor apresentou a maior média hedônica para a massa controle, variando entre os termos “gostei moderadamente” (nota 7) e “gostei muito” (nota 8). As massas com concentração de 5 a 20% do pó das folhas da moringa, apresentaram médias hedônicas próximas, que variaram entre “indiferente” (nota 5) e “gostei ligeiramente” (nota 6) (Figura 7). À medida que se aumentou a concentração do pó da moringa nas massas o odor advindo do material vegetal tornou-se mais forte, desagradando alguns consumidores, resultando em médias mais próximas da nota hedônica 5 (“indiferente”) e pouco próximas da nota 6. As médias hedônicas que corresponderam às notas 7 e 6 foram verificadas nas massas sem adição do pó e com 5% de concentração, sendo estas as mais aceitas.

Para os atributos sabor e impressão global, as maiores médias foram atribuídas a massa controle e com 5% de concentração do pó (“gostei moderadamente” / “gostei muito”). As massas com 10 e 15% do pó da moringa, apresentaram médias hedônicas com notas entre 6 (“gostei ligeiramente”) e 7 (“gostei moderadamente”). Já as menores médias hedônicas para esses atributos foram para a massa com 20% do pó, situando-se entre os termos “indiferente” (nota 5) e “gostei ligeiramente” (nota 6); à vista disso, os consumidores desgostaram dessa massa (Figura 7). Foi ressaltado pelos participantes o sabor residual de “mato” na massa com maior concentração do pó da moringa. Dessa forma, pode-se observar que as formulações com até 15% do pó da moringa agradaram o paladar dos consumidores, e causaram boa impressão do produto como um todo. Ainda, entre as massas elaboradas com o pó da moringa, a formulação com 5% de concentração foi a mais aceita e preferida pelos consumidores no quesito sabor e impressão global.

No atributo textura, todas as formulações foram bem avaliadas pelos participantes, indicando que gostaram da textura do produto ao consumir. As massas alimentícias controle, 5% e 10% de concentração do pó obtiveram médias hedônicas próximas, localizando-se nos termos hedônicos “gostei moderadamente” (nota 7) e “gostei muito” (nota 8). As massas com 15% e 20% do pó, receberam as notas entre 6 e 7 (“gostei ligeiramente” / “gostei moderadamente”) (Figura 7).

Quanto à intenção de compra do produto (Figura 8), os consumidores atribuíram as maiores médias hedônicas para a massa controle, localizando-se entre os termos “provavelmente compraria” (nota 4) e “certamente compraria” (nota 5). As massas alimentícias com 5%, 10% e 15% do pó apresentaram médias próximas, situando-se entre os termos “não sei/talvez compraria” (nota 3) e “provavelmente compraria” (nota 4). Para estas concentrações do pó nas massas, foi salientado pelos participantes que caso houvesse a apresentação da informação nutricional junto ao produto seria decisivo para aquisição da massa. Assim sendo, poderia ser feito outro teste sensorial com duas sessões (sessão 1 – teste cego e sessão 2- teste com embalagem) em dias diferentes. No teste cego, os consumidores receberiam somente o produto para avaliação. No dia posterior realizariam o teste com embalagem, no qual dispõe do produto e o rótulo (DELLA LUCIA; MINIM; CARNEIRO, 2018).

Para a massa com 20% do pó, os termos situaram-se entre “provavelmente não compraria” (nota 2) e “não sei/talvez compraria” (nota 3), justificado pelo sabor residual

da moringa na massa. Segundo Olson; Alvarado-Cárdenas (2016), o sabor picante e forte da moringa provém do alto teor de glucosinolatos-isotiocianatos presentes nas folhas. Para mascarar esse sabor residual nas massas elaboradas, poderia se sugerir a adição de outros ingredientes de caráter antioxidante às massas como, por exemplo, condimento à base de alho.

5.6. Otimização simultânea das variáveis – Função desejabilidade

Com base nos modelos ajustados e por meio da técnica de otimização simultânea, foi realizado cálculos das desejabilidades individuais das variáveis respostas para encontrar a concentração ótima do pó das folhas da moringa nas massas. O valor de T_i foi definido como $\hat{y}_{i,máximo}$ (dentro do intervalo de concentração avaliado) para as variáveis a serem maximizadas (teor de fibras, teor de proteínas, teor de cinzas, absorção de água, aumento de volume, aparência, cor, odor, sabor, textura, impressão global e intenção de compra) e $\hat{y}_{i,mínimo}$ para as variáveis a serem minimizadas (tempo de cozimento e perda de sólidos solúveis), após a obtenção dos resultados experimentais. Para as variáveis a serem maximizadas, o valor de L_i foi definido como $\hat{y}_{i,mínimo}$. Para as variáveis a serem minimizadas, o valor de U_i foi definido como $\hat{y}_{i,máximo}$. A Tabela 10 apresenta esses limites para cada variável resposta.

Tabela 10. Variáveis utilizadas no teste de desejabilidade

Variável resposta	L_i	T_i	U_i
Teor de fibras	0,075197	1,111298	-
Teor de proteínas	16.658162	18.801502	-
Teor de cinzas	1.020667	2.707267	-
Tempo de cocção	-	2,605707	5,466664
Absorção de água	192,151285	263,901881	-
Perda de sólidos solúveis	-	3,468735	5,134553
Aumento de volume	227,733193	330,877301	-
Aparência	5,831539	7,681859	-
Cor	5,741520	7,455417	-
Odor	5,054111	7,086516	-
Sabor	5,676734	7,694763	-
Textura	6,673145	7,632558	-
Impressão global	5,817405	7,662500	-
Intenção de compra	2,877515	4,215378	-

Em que: L_i : limite inferior admissível; T_i : valor alvo e U_i : valor máximo estimado

Visto que o número de variáveis associadas à composição nutricional (fibras, proteínas e cinzas), parâmetros tecnológicos (tempo de cocção, absorção de água, perda de sólidos solúveis e aumento de volume) e características sensoriais (aparência, cor, odor, sabor, textura, impressão global e intenção de compra) são diferentes, calculou-se uma desejabilidade para cada um desses três critérios, de forma que esses critérios tivessem o mesmo peso no processo de otimização.

A partir das desejabilidades dos três critérios, foi calculado o valor da desejabilidade global (D). A condição de máxima desejabilidade global ocorreu para o valor de concentração igual a 4,58%, ilustrada na Figura 9, que mostra a desejabilidade global em função da concentração.

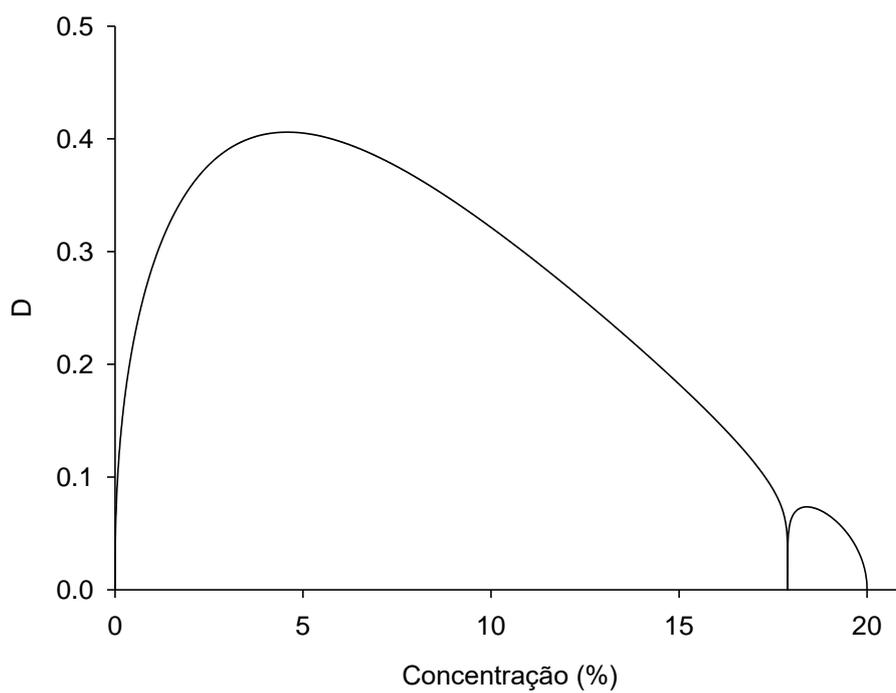


Figura 9. Desejabilidade global em função da concentração do pó das folhas da moringa

Obs.: % m/m

6. CONCLUSÕES

A partir da análise da composição físico-química dos pós das folhas da moringa, foi possível verificar considerável teor de proteínas, lipídeos e cinzas, de minerais como potássio, cálcio e fósforo, além de ácidos fenólicos de ação antioxidante.

A adição do pó da moringa proporcionou a fortificação das massas alimentícias, aumentando significativamente os teores de proteínas, lipídeos, fibras e cinzas e menor o teor de carboidratos. Não houve efeito no valor calórico.

Foi constatado o aumento da acidez e expressiva redução do pH das massas. A coloração dos produtos apresentou variações significativas mediante a incorporação do material vegetal.

Verificou-se resultados satisfatórios para os parâmetros tecnológicos das massas, como menor tempo de cocção e perda de sólidos solúveis abaixo de 5%, à medida que houve o incremento do pó das folhas da moringa ao produto. A textura das massas não foi alterada.

As massas alimentícias receberam influências significativas nos seus atributos sensoriais com a incorporação do pó da moringa. As formulações elaboradas foram bem avaliadas em boa parte dos atributos pesquisados, salvo exceções. Na massa com 15% do pó de moringa, nos atributos cor e aparência os participantes se mostraram indiferentes. Devido ao sabor residual e odor fortes da massa com 20% do pó da moringa, os atributos receberam médias próxima a 5 (“indiferente”), sendo considerada uma avaliação negativa. Todavia, os problemas reportados da formulação com 20% de concentração podem ser resolvidos, com a extração de pigmentos vegetais da matéria-prima e acréscimo de ingredientes que auxiliem na minimização dos efeitos indesejáveis do pó da moringa, como condimentos à base de especiarias, seria uma alternativa a ser estudada. Notou-se que, a textura de todas as massas produzidas agradou ao paladar dos consumidores, com médias hedônicas altas.

Quanto a intenção de compra, os consumidores se mostraram interessados pelas massas com diferentes substituições do pó da moringa, avaliadas como “não sei/talvez compraria” / “provavelmente compraria”. A massa com 20% do pó provavelmente não seria adquirida pelos consumidores.

A fim de buscar a concentração ideal do pó da moringa para adicionar as massas alimentícias, foi utilizada a função desejabilidade e obtido o valor de concentração igual a 4,58%, não testado neste estudo.

7. REFERÊNCIAS

AACC. American Association of Cereal Chemists. **Approved Methods**. 8. ed. Saint Paul, 1995.

ABIMAPI. Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães e Bolos Industrializados. **Anuário ABIMAPI**. 2ª ed. 2017. Capítulo 3 – Massas Alimentícias. Disponível em: <<https://www.abimapi.com.br/anuario2017/index.html#digital>>. Acesso em: 01 nov. 2019.

ABIMAPI. Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães e Bolos Industrializados. **Estatísticas: massas alimentícias**. 2018. Disponível em: <<https://www.abimapi.com.br/estatistica-massas-alimenticias.php>>. Acesso em: 02 nov. 2019.

ABIMAPI. Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães e Bolos Industrializados. **Anuário ABIMAPI**. 3ª ed. 2019. Disponível em: <<https://www.abimapi.com.br/index.php>>. Acesso em: 03 nov. 2019.

AHMAD, S.; KHALIQUE, A.; PASHA, T. N.; MEHMOOD, S.; SOHAIL, A. S.; KHAN, A. M.; HUSSAIN, K. Influence of *Moringa oleifera* leaf meal used as phyto-genic feed additive on the serum metabolites and egg bioactive compounds in commercial layers. **Revista Brasileira de Ciencia Avicola**, v. 20, n. 2, p. 325–332, 2018.

AJILA, C. M.; AALAMI, M.; Leelavathi, K.; RAO, U. J. S. P. Mango peel powder: A potential source of antioxidant and dietary fiber in macaroni preparations. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 11, n. 1, p. 219–224, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ifset.2009.10.004>>.

ALI, M. A.; YUSOF, Y. A.; CHIN, N. L.; IBRAHIM, M. N.; BASRA, S. M. A. Drying kinetics and colour analysis of *Moringa oleifera* leaves. **Agriculture and Agricultural Science Procedia**, v. 2, p. 394–400, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.aaspro.2014.11.055>>.

ALVES, A. C. L.; SILVA, T. I.; AZEVEDO, F. R., CÂNDIDO, E. L.; VIRGULINO, R. R.; COSTA, C. E. T. L.; FEITOSA, J. V. Larvicidal activity *in vivo* of ethanolic and aqueous extracts from *Moringa (Moringa oleifera Lam.)* on *Aedes aegypti* L. (Diptera: Culicidae). **Journal of Agricultural Science**, v. 11, n. 8, p. 129-137, 2019.

AOAC. American Association of Cereal Chemists. **Crude Fiber Analysis in Feeds by Filter Bag Technique** Ba 6a-05. 2009.

ARAÚJO, A. A.; FALAVIGNA-GUILHERME, A. L.; VIEIRA, A. M. S.; LIMA, A. K. V. O.; SOUSA, A. A.; SANTOS, B. S.; BERY, C. C. S.; PONTUAL, E. V.; SILVA, G. F.; BAKKE, I. A.; SOUTO, J. S.; NASCIMENTO, J. A. M.; PATERNIANI, J. E.; NISHI, L.; COELHO, L. C. B. B.; SERAFIM, M. R.; FAGUNDES, M. R.; SANTANA, M. F. S.; SANT'ANNA, M. C. S.; AMBROSIO-UGRI, M. C. B.; BAKKE, O. A.; SOUTO, P. C.; PAIVA, P. M. G.; BERGAMASCO, R.; MAIOR JÚNIOR, S. G. S.; NAPOLEÃO, T. H. **Potencialidades da *Moringa oleifera* Lam.** São Cistovão: Universidade Federal de Sergipe, v. 4, 2018. p. 861. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/324692146>>.

ARMELLINI, R.; PEINADO, I.; PITTIA, P.; SCAMPICCHIO, M.; HEREDIA, A.; ANDRES, A. Effect of saffron (*Crocus sativus* L.) enrichment on antioxidant and sensorial properties of wheat flour pasta. **Food Chemistry**, v. 254, p. 55–63, jan., 2018.

AURIEMA, B. E.; DINALLI, V. P.; KATO, T.; YAMAGUCHI, M. M.; MARCHI, D. F.; SOARES, A. L. Physical and chemical properties of chicken mortadella formulated with *Moringa oleifera* Lam. seed flour. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 39, supl. 2, p. 504-509, 2019.

AZAD, A. K.; RASUL, M. G.; KHAN, M. M. K.; SHARMA, S. C.; ISLAM, R. Prospect of Moringa seed oil as a sustainable biodiesel fuel in Australia: A review. **Procedia Engineering**, v. 105, p. 601 – 606, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.05.037>.

BAIANO, A.; CONTE, A.; DEL NOBILE, M. A. Influence of drying temperature on the spaghetti cooking quality. **Journal of Food Engineering**, v. 76, p.341–347, 2006. doi:10.1016/j.jfoodeng.2005.05.030.

BAPTISTA, A. T. A.; SILVA, M. O.; BERGAMASCO, R.; VIEIRA, A. M. S. Avaliação físico-química e sensorial de biscoitos tipo cookies elaborados com folha de *Moringa oleifera*. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 30, n. 1, p. 65-74, jan./jun. 2012.

BARRETO, M. B.; FREITAS, J. V. B.; SILVEIRA, E. R.; BEZERRA, A. M. E.; NUNES, E. P.; GRAMOSA, N. V. Constituintes químicos voláteis e não voláteis de *Moringa oleifera* Lam., Moringaceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 4, n. 19, p. 893-897, out./dez., 2009.

BENASSI, V.; WATANABE, E. **Manual para produção de massas fresca**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CTAA, Documento nº 12, 1997. 42 p.

BENEVIDES, C. M. J.; SOUZA, M. V.; SOUZA, M. V.; SOUZA, R. D. B.; LOPES, M. V. Fatores antinutricionais em alimentos: revisão. **Segurança Alimentar e Nutricional**, Campinas, v. 8, n. 2, p. 67-79, 2011.

BISCARO, L. M.; CANNIATI-BRAZACA, S. G. Cor, betacaroteno e colesterol em gema de ovos obtidos de poedeiras que receberam diferentes dietas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 6, p. 1130-1134, 2006.

BISWAS, D.; NANDY, S.; MUKHERJEE, A.; PANDEY, D. K.; DEY, A. *Moringa oleifera* Lam. and derived phytochemicals as promising antiviral agents: A review. **South African Journal of Botany**, (Available online 19 August 2019, p. 1-11). <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2019.07.049>.

BOLARINWA, I. F.; ARUNA, T. E.; RAJI, A. O. Nutritive value and acceptability of bread fortified with moringa seed powder. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, v. 18, n. 2, p. 195–200, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jssas.2017.05.002>>.

BORGES, J. T. D. S.; ASCHERI, J. L. R.; ASCHERI, D. R.; NASCIMENTO, R. E.; FREITAS, A. S. Propriedades de cozimento e caracterização físico-química de macarrão pré-cozido a base de farinha integral de quinoa (*Chenopodium quinoa*, Willd) e de farinha de arroz (*Oryza sativa*, L.) polido por extrusão termoplástica. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 21, n. 2, p. 303–322, 2003.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **LWT - Food Science and Technology**, v. 28, n. 1, p. 25–30, 1995.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº 31, de 13 de janeiro de 1998. Aprova o Regulamento técnico referente a alimentos adicionados de nutrientes essenciais, constante do anexo desta Portaria. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 1998. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/394219/Portaria_SVS_MS_31_de_13_de_janeiro_de_1998.pdf/178c46b7-3676-422b-8f02-048eb796c16d>. Acesso em: 10 jan. 2020.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005. Dispõe sobre regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2005. Disponível em: <<https://www.saude.rj.gov.br/comum/code/MostrarArquivo.php?C=MjIwMw%2C%2>>. Acesso em: 05 nov. 2019.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012. Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre informação nutricional complementar. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2012. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/%2033880/2568070/rdc0054_12_11_2012.pdf/c5ac23fd-974e-4f2c-9fbc-48f7e0a31864/>. Acesso em: 10 dez. 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Guia alimentar para a população brasileira**. – 2. ed., 1. Reimpr.- Brasília: Ministério da Saúde, 2014. 156 p.

BREWER, M. S.; MCKEITH, F. K. Consumer-rated quality characteristics as related to purchase intent of fresh pork. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 64, p. 171-174, 1999.

BRILHANTE, R. S. N.; SALES, J. A.; PEREIRA, V. S.; CASTELO-BRANCO, D. S. C. M.; CORDEIRO, R. A.; SAMPAIO, C. M. S.; PAIVA, M. A. N.; SANTOS, J. B. F.; SIDRIM, J. J. C.; ROCHA, M. F. G. Research advances on the multiple uses of *Moringa oleifera*: A sustainable alternative for socially neglected population. **Asian Pacific Journal of Tropical Medicine**, v. 10, n. 7, p. 621–630, 2017.

BUCHAILLOT, A.; CAFFIN, N.; BHANDARI, B. Drying of lemon myrtle (*Backhousia citriodora*) leaves: Retention of volatiles and color. **Drying Technology**, v. 27, n. 3, p. 445–450, 2009.

CABRERA-CARRIÓN, J. L.; JARAMILLO-JARAMILLO, C.; DUTÁN-TORRES, F.; CUN-CARRIÓN, J.; GARCÍA, P. A.; ASTUDILLO, L. R. Variación del contenido de alcaloides, fenoles, flavonoides y taninos en *Moringa oleifera* Lam. en función de su edad y altura. **Bioagro**, v. 29, n. 1, p. 53–60, 2017.

CARDINES, P. H. F.; BAPTISTA, A. T. A.; GOMES, R. G.; BERGAMASCO, R.; VIEIRA, A. M. S. *Moringa oleifera* seed extracts as promising natural thickening. Dossiê for food industry: Study of the thickening action in yogurt production. **LWT – Food Science and Technology**, v. 97, p. 39-44, 2018.

CARDOSO, R. V. C.; FERNANDES, A.; GONZALÉZ-PARAMÁS, A. M.; BARROS, L.; FERREIRA, I. C. F. R. Flour fortification for nutritional and health improvement: A review. **Food Research International**, v. 125, p. 108576, may, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108576>>.

CARVALHO, A. C. B.; LANA, T. N.; PERFEITO, J. P. S.; SILVEIRA, D. The Brazilian market of herbal medicinal products and the impacts of the new legislation on traditional medicines. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 212, p. 29–35, 2018.

CARVALHO, L. M.; COSTA, J. A. M.; CARNELOSSI, M. A. G. **Qualidade em plantas medicinais**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2010, 54 p. Disponível em: <http://www.cpatc.embrapa.br/publicacoes_2010/doc_162.pdf>.

CASAGRANDE, D. A.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G.; SALGADO, J. M.; PIZZINATTO, A.; NOVAES, N. J. Análise tecnológica, nutricional e sensorial de macarrão elaborado com farinha de trigo adicionada de farinha de feijão-guandu. **Revista de Nutrição**, v. 12, n. 2, p. 137–143, 1999.

CHILLO, S.; LAVERSE, J.; FALCONE, P. M.; PROTOPAPA, A.; DEL NOBILE, M. A. Influence of addition of buckwheat flour and durum wheat bran on spaghetti quality. **Journal of Cereal Science**, v. 47, n. 2, p. 144-152, 2008.

CHUSAK, C.; CHANBUNYAWAT, P.; CHUMNUMDUANG, P.; CHANTARASINLAPIN, P.; SUANTAWEE, T.; ADISAKWATTANA, S. Effect of gac fruit (*Momordica cochinchinensis*) powder on in vitro starch digestibility, nutritional quality, textural and sensory characteristics of pasta, **LWT - Food Science and Technology**, v. 118, p. 108856, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108856>.

CIACCO, C. F.; CHANG, Y. K. **Massas: tecnologia e qualidade**. Campinas: Ed. Unicamp, 1986. 127 p.

CICCORITTI, R.; NOCENTE, F.; SGRULLETTA, D.; GAZZA, L. Cooking quality, biochemical and technological characteristics of bran enriched pasta obtained by a novel pasta-making process. **LWT - Food Science and Technology**, v. 101, p. 10–16, 2019.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **A cultura do trigo**. OLIVEIRA NETO, A. A. de SANTOS, C. M. R. (Org.). Brasília: CONAB, 2017. 218 p.

CUELLAR-NUÑEZ, M. L.; LUZARDO-OCAMPO, I.; CAMPOS-VEJA, R.; GALLEGOS-CORONA, M. A. Physicochemical and nutraceutical properties of moringa (*Moringa oleifera*) leaves and their effects in an *in vivo* AOM / DSS-induced colorectal carcinogenesis model. **Food Research International**, v. 105, p. 159–168, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.11.004>>.

DEL BEM, M. S.; POLES, L. F.; SARMENTO, S. B. S.; ANJOS, C. B. P. Propriedades físico-químicas e sensoriais de massas alimentícias elaboradas com farinhas de leguminosas tratadas hidrotérmicamente. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 23, n. 1, p. 101-110, jan./mar. 2012.

DELLA LUCIA, S. M. **Métodos estatísticos para avaliação da influência de características não sensoriais na aceitação, intenção de compra e escolha do consumidor**. 2008. 116 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de alimentos), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

DELLA LUCIA, S. M.; MINIM, V. P. R.; CARNEIRO, J. D. S. Análise Sensorial de Alimentos. In: MINIM, V. P. R. **Análise sensorial: Estudos com consumidores**. 4. ed. Viçosa: Editora UFV, 2018. cap. 1, p. 13-48.

DERRINGER, G.; SUICH, R. Simultaneous optimization of several response variables. **Journal of Quality Technology**, v. 12, p. 214-219, 1980.

DESAI, A.; BRENNAN, M. A.; BRENNAN, C. S. The effect of semolina replacement with protein powder from fish (*Pseudophycis bachus*) on the physicochemical characteristics of pasta. **LWT - Food Science and Technology**, v. 89, p. 52–57, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.10.023>>.

DIANTOM, A.; CURTI, E.; CARINI, E.; BOUKID, F.; MATTAROZZI, M.; VODOVOTZ, Y.; CARERI, M.; VITTADINI, E. A multi-scale approach for pasta quality features assessment. **LWT - Food Science and Technology**, v. 101, p. 285-292, 2019.

DRAKE, M. A. Invited review: sensory analysis of dairy foods. **Journal of Dairy Science**, v. 90, n. 11, p. 4925–4937, 2007. doi:10.3168/jds.2007-0332.

EI SOHAIMY, S. A.; HAMAD, G. M.; MOHAMED, S. E.; AMAR, M. H.; AI-HINDI, R. R. Biochemical and functional properties of Moringa oleifera leaves and their potential as a functional food. **Global Advanced Research Journals**, v. 4, n. 4, p. 188–199, 2015.

EL-DASH, A.; GERMANI, R. **Tecnologia de farinhas mistas: uso de farinhas mistas na produção de massas alimentícias**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Tecnologia Agroindustrial de Alimentos. - Brasília: EMBRAPA-SPI, v. 5, 1994. 38 p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Organização e métodos: descrição dos métodos usados para avaliar a qualidade de trigo**. Documentos online 126, Passo Fundo, RS, dez., 2010. Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do126_5.htm>. Acesso em: 06 dez. de 2019.

FALOWO, A. B.; MUKUMBOA, F. E.; IDAMOKORO, E. M.; LORENZO, J. M.; AFOLAYAN, A. J.; MUCHENJE, V. Multi-functional application of *Moringa oleifera* Lam. in nutrition and animal food products: A review. **Food Research International**, v. 106, p. 317–334, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.12.079>>.

FDA. Food and Drug Administration. **CFR - Code of Federal Regulations Title 21**. April, 2019. Food and Drugs, Chapter I – Food and Drug Administration, Department of Health and Human Services, Subchapter B- Food for Human Consumption. Disponível em: <<https://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfr/CFRSearch.cfm?fr=104.20>>. Acesso em: 03 nov. 2019.

FERREIRA, M. D.; SPRICIGO, P. C. **Colorimetria - princípios e aplicações na agricultura**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. – Brasília: Embrapa Instrumentação, Cap. 1, 2017. Disponível em:< <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1084379/colorimetria---principios-e-aplicacoes-na-agricultura>>. Acesso em: 23 mar. 2020.

FERREIRA, P. M. P.; FARIAS, D. F.; OLIVEIRA, J. T. A.; CARVALHO, A. F. U. *Moringa oleifera*: bioactive compounds and nutritional potential. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 21, a. 4, p. 431-437, jul./ago., 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-52732008000400007>.

FOSCHIA, M.; PERESSINI, D.; SENSIDONI, A.; BRENNAN, M. A.; BRENNAN, C. S. How combinations of dietary fibres can affect physicochemical characteristics of pasta. **Starch/Staerke**, v. 66, n. 11–12, p. 41–46, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2014.11.010>>.

GALLEGOS-INFANTE, J. A.; ROCHA-GUZMAN, N. E.; GONZALEZ-LAREDO, R. F.; OCHOA-MARTÍNEZ, L. A.; CORZO, N.; BELLO-PEREZ, L. A.; MEDINA-TORRES, L.; PERALTA-ALVAREZ, L. E. Quality of spaghetti pasta containing Mexican common bean flour (*Phaseolus vulgaris* L.). **Food Chemistry**, v. 119, p. 1544–1549, 2010. doi:10.1016/j.foodchem.2009.09.040

GOKMEN, V.; BAHÇECI, S.; ACAR, J. Liquid chromatographic method for the determinations of chlorophylls, carotenoids, and their derivatives in fresh and processed vegetables. **Journal of Liquid Chromatography & Related Technologies**, v. 25, n. 8, p. 1201–1213, 2002.

GOMES, D. J.; OLIVEIRA, P. R.; CAETANO, B. R. F.; SILVA, F. R. A.; PEDROZA, A. P.; CARVALHO, E. K. M. A. Possibilidades de uso da *Moringa oleífera* numa perspectiva farmacológica, cosmética e alimentícia. **Revista de Agroecologia no Semiárido (RAS)**, Sousa - PB, v. 3, n. 2, p. 27- 35, 2019.

GOPALAKRISHNAN, L.; DORIYA, K.; KUMAR, D. S. *Moringa oleifera*: A review on nutritive importance and its medicinal application. **Food Science and Human Wellness**, v. 5, n. 2, p. 49–56, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.fshw.2016.04.001>>.

GUERREIRO, L. **Dossiê técnico de massas alimentícias**. Rio de Janeiro: Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro, 2006. 39 p.

GUZMÁN-MALDONADO, S.; ZAMARRIPA- COLMENARES, C.; HERNÁNDEZ-DURAN, L. Calidad nutrimental y nutraceutica de hoja de moringa proveniente de árboles de diferente altura. **Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas**, v. 6, n. 2, p. 317-330, 2015.

HERNÁNDEZ-NAVA, R. G.; BERRIOS, J. J.; PAN, J.; OSORIO-DÍAZ, P.; BELLO-PEREZ, L. A. Development and characterization of spaghetti with high resistant starch content supplemented with banana starch. **Food Science and Technology International**, v. 15, a. 1, p. 73-78, 2009.

HUMMEL, C. **Macaroni products**: manufacture, processing and packing. 2.ed. London: Food Trade, 1966. 287p.

HUNTERLAB. **Applications Note**: CIELCh Color Scale. Vol. 8, nº 11, 2008.

IAL. Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores IBGE**: Pesquisa industrial mensal, Produção física regional, 2018. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/media/com_mediaibge/arquivos/e1dce83ea6710872db53993f8e654517pdf>. Acesso em: 07 nov. 2019.

IBITOYE, W. O.; AFOLABI, M. O.; OTEGBAYO, B. O.; AKINTOLA, A. C. Preliminary studies of the chemical composition and sensory properties of sweet potato starch-wheat flour blend noodles, **Nigerian Food Journal**, v. 31, n. 2, p. 48-51, 2013.

IPO. International Pasta Organisation. **History of pasta**. Disponível em: <<https://www.internationalpasta.org/index.aspx?id=6>>. Acesso em: 04 nov. 2019.

JESUS, A. R.; MARQUES, N. S.; SALVI, E. J. N. R. TUYUTY, P. L. M.; PEREIRA, S. A. Cultivo da *Moringa oleífera*. Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas, Bahia, **Dossiê Técnico**, 2013, p. 1-18.

KILL, R. C.; TURNBULL, K. **Pasta semolina technology**, 2007.

LAWLESS, H. T.; HEYMANN, H. **Sensory evaluation of food: principles and practices**, 2 ed. Springer, 2010.

LEE, K. Y.; YANG, H. J.; SONG, K. B. Application of a puffer fish skin gelatin film containing *Moringa oleifera* Lam. leaf extract to the packaging of Gouda cheese. **Journal Food Science and Technology**, v. 53, n. 11, p. 3876–3883, 2016.

LOPES, R. B.; DEMIATE, I. M. Avaliação granulométrica de frações constituintes de farinhas de trigo tipo 1 obtidas da moagem industrial de cultivares disponíveis no mercado brasileiro. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 9, n. 1, p. 1786-1796, 2015. D.o.i.: <http://dx.doi.org/10.3895/rbta.v9n1.2001>.

LU, X.; BRENNAN, M. A.; SERVENTI, L.; LIU, J.; GUAN, W.; BRENNAN, C. S. Addition of mushroom powder to pasta enhances the antioxidant content and modulates the predictive glycemic response of pasta. **Food Chemistry**, v. 264, p. 199-209, 2018.

LUCISANO, M.; CAPPÀ, C.; FONGARO, L.; MARIOTTI, M. Characterisation of gluten-free pasta through conventional and innovative methods: Evaluation of the cooking behaviour. **Journal of Cereal Science**, v. 56, n. 3, p. 667–675, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jcs.2012.08.014>>.

MALUF, M. L. F.; WEIRICH, C. E.; DALLAGNOL, J. M.; SIMÕES, M. R.; FEIDEN, A.; BOSCOLO, W. R. Elaboração de massa fresca de macarrão enriquecida com pescado defumado. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 69, n. 1, p. 84–90, 2010. Disponível em: <<http://revistas.bvs-vet.org.br/rialutz/article/view/6510>>.

MARCHETTI, N.; BONETTI, G.; BRANDOLINI, V.; CAVAZZINI, A.; MAIETTI, A.; MECA, G.; MAÑES, J. Stinging nettle (*Urtica dioica* L.) as a functional food additive in egg pasta: Enrichment and bioaccessibility of Lutein and β -carotene. **Journal of Functional Foods**, v. 47, p. 547–553, jun. 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jff.2018.05.062>>.

MARINHO, J. B. M.; ARRUDA, A. M. V.; FERNANDES, R. T. V.; MELO, A. S.; SOUZA, R. F.; SANTOS, L. O. G.; FIGUEIRÊDO, L. C.; FERNANDES, R. T. V.; MESQUITA, A. C. N. Uso da moringa na alimentação animal e humana: Revisão. **PUBVET**, v. 10, n. 8, p. 619-627, ago. 2016.

MARQUES, R. C. D. **Estudo físico-químico, microbiológico e tecnológico de coprodutos da industrialização de milho e aproveitamento alimentar a partir da elaboração de massas alimentícias**. 2016. 234 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos – Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016.

MELO, E. C.; RADÜNZ, L. L.; MELO, R. C. A. Influência do processo de secagem na qualidade de plantas medicinais – Revisão. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 12, n. 4, p. 307-315, 2004.

MENEGASSI, B.; LEONEL, M. Análises de qualidade de uma massa alimentícia mista de Mandioquinha-salsa. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, Botucatu, v. 2, p. 27-36, outubro, 2006.

MIKALOUSKI, F. B. S.; MONTEIRO, A. R. G.; MARQUES, D. R.; MONTEIRO, C. C. F.; BENOSSI, L. Influência da granulometria da matéria-prima na expansão de extrusados de milho. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 17, n. 1, p. 28-32, jan./mar. 2014.

MINIM, V. P. R. **Análise Sensorial: estudos com consumidores**. 3ª ed. atualizada e ampliada. Viçosa:Editora UFV, 2013.

MONACO, P. A. V. L.; MATOS, A. T.; RIBEIRO, I. C. A.; NASCIMENTO, F. S.; SARMENTO, A. P. Utilização de extrato de sementes de moringa como agente coagulante no tratamento de água para abastecimento e águas residuárias. **Revista Ambiente e Água**, Taubaté, v. 5, n. 3, p. 222-231, 2010.

MONTEIRO, M. L. G.; MÁRSICO, E. T.; DELIZA, R.; CASTRO, V. S.; MUTZ, Y. S.; SOARES JUNIOR, M. S.; CALIARI, M.; SANTOS, E. A.; CONTE-JUNIOR, C. A. Physicochemical and sensory characteristics of pasta enriched with fish (*Oreochromis niloticus*) waste flour. **LWT - Food Science and Technology**, v. 111, p. 751–758, mar. 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.05.075>>.

MOYO, B.; MASIKA, P. J.; HUGO, A. ; MUCHENJE, V. Nutritional characterization of Moringa (*Moringa oleifera* Lam.) leaves. **African Journal of Biotechnology**, v. 10, n. 60, p. 12925–12933, 2011.

MUSHTAQ, B. S.; PASHA, I.; OMER, R.; HUSSAIN, M. B.; TUFAIL, T.; SHARIATTI, M. A.; DERKANOSOVA, A. A.; SHCHETILINA, I. P.; POPOVA, N. N.; POPOV, E. S.; OSENEVA, O. V.; KHARITONOV, D. V. Characterization of *Moringa oleifera* leaves and its utilization as value added ingredient in unleavened flat bread (chapatti). **Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences**, v. 8, n. 1, p. 751–755, 2018.

NASCIMENTO, V. R.; BIAGI, J. D.; OLIVEIRA, R. A. Modelagem matemática da secagem convectiva com radiação infravermelha de grãos de *Moringa oleifera*. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 19, n. 7, p. 686-692, 2015.

OGBE, A. O.; AFFIKU, J. P. Proximate study, mineral and anti-nutrient composition of *moringa oleifera* leaves harvested from Lafia, Nigeria: potential benefits in poultry nutrition and health. **Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences**, v. 1, a. 3, p. 296-308, 2011/12.

OLIVEIRA, M. R.; NOVACK, M. E.; SANTOS, C. P.; KUBOTA, E.; ROSA, C. S. Evaluation of replacing wheat flour with chia flour (*Salvia hispanica* L.) in pasta. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 4, p. 2545–2553, 2015.

OLSON, M. E.; ALVARADO-CÁRDENAS, L. O.; ¿Dónde cultivar el árbol milagro, *Moringa oleifera*, en México? Un análisis de su distribución potencial. **Revista Mexicana de Biodiversidad**, v. 87, n. 3, p.1089–1102, 2016.

OMEIRE, G. C.; UMEJI, O. F.; OBASI, N. E. Acceptability of noodles produced from blends of wheat, acha and soybean composite flours. **Nigerian Food Journal**, v. 32, n. 1, p. 31-37, 2014.

ORMENESE, R. C. S. C.; CHANG, Y. K. Macarrão de arroz: características de cozimento e textura em comparação com o macarrão convencional e aceitação pelo consumidor. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 6, n. 1, p. 91-97, 2003.

ORMENESE, R. C. S. C.; FARIA, E. V.; GOMES, C. R.; YOTSUYANAGI, K. Massas alimentícias não convencionais à base de arroz – perfil sensorial e aceitação pelo consumidor. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 4, p. 67-74, 2001.

OYEYINKA, A. T.; OYEYINKA, S. A. Moringa oleifera as a food fortificant: Recent trends and prospects. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, v. 17, n. 2, p. 127–136, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jssas.2016.02.002>>.

ÖZCAN, M. M. *Moringa spp*: Composition and bioactive properties. **South African Journal of Botany**, (Available online 1 December 2018). <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2018.11.017>.

PADAYACHEE, B.; BAIJNATH, H. An updated comprehensive review of the medicinal, phytochemical and pharmacological properties of *Moringa oleifera*. **South African Journal of Botany**, (Available online 28 August 2019, 13 p.). <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2019.08.021>.

PAIVA, P. M. G.; PONTUAL, E. V.; NAPOLEÃO, T. H.; COELHO, L. C. B. B. Tecidos de *Moringa oleifera* Lam. como fontes de proteínas bioativas: lectinas e inibidores de proteases. In: ARAÚJO, A. A.; FALAVIGNA-GUILHERME, A. L.; VIEIRA, A. M. S.; LIMA, A. K. V. O.; SOUSA, A. A.; et al. **Potencialidades da *Moringa oleifera* Lam.** São Cristóvão, Universidade Federal de Sergipe, v. 4, Cap. 9, p. 201-227, 2018.

PAKADE, V.; CUKROWSKA, E.; CHIMUKA, L. Comparison of antioxidant activity of *Moringa oleifera* and selected vegetables in South Africa. **South African Journal of Science**, v. 109, a. 3/4, p. 1-5, 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/sajs.2013/1154>.

PÁRAMO-CALDERÓN, D. E.; APARICIO-SAGUILÁN, A.; AGUIRRE-CRUZ, A.; CARRILHO-AHUMADA, J.; HERNÁNDEZ-URIBE, J. P.; ACEVEDO-TELLO, S.; TORRUCO-UCO, J. G. Tortilha added with *Moringa oleifera* flour: physicochemical, texture, properties and antioxidant capacity. **LWT - Food Science and Technology**, v. 100, p. 409-415, 2019.

PARVATHY, U.; BINDU, J.; JOSHY, C. G. Development and optimization of fish-fortified instant noodles using response surface methodology. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 52, p. 608–616, 2017. doi:10.1111/ijfs.13313.

PASSOS, R. M.; SANTOS, D. M. C.; SANTOS, B. S.; SOUZA, D. C. L.; SANTOS, J. A. B.; SILVA, G. F. Qualidade pós-colheita da Moringa (*Moringa Oleifera* Lam) utilizada na forma in natura e seca. **Revista Gestão, Inovação e Tecnologias**, v. 3, n. 1, p. 113–120, 2012.

PAUCAR-MENACHO, L. M.; SILVA, L. H.; BARRETTO, P. A. A.; MAZAL, G.; FAKHOURI, F. M.; STEEL, C. J.; COLLARES-QUEIROZ, F. P. Desenvolvimento de massa alimentícia fresca funcional com a adição de isolado proteico de soja e povidexose utilizando páprica como corante. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 4, p. 767-778, 2008.

PÉREZ, A.; SÁNCHEZ, T.; ARMENGOL, N.; REYES, F. Características y potencialidades de *Moringa oleifera*, Lamark. Una alternativa para la alimentación animal. **Pastos y Forrajes**, v. 33, n. 4, p. 1-16, 2010.

PUKALSKAS, A.; VAN BEEK, T. A.; VENSKUTONIS, R. P.; LINSSEN, J. P. H.; VAN VELDHUIZEN, A.; GROOT, A. de. Identification of radical scavengers in sweet grass (*Hierochloa odorata*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, n. 10, p. 2914–2919, 2002.

RAKHESH, N.; FELLOWS, C. M.; SISSONS, M. Evaluation of the technological and sensory properties of durum wheat spaghetti enriched with different dietary fibres. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 95, p. 2–11, 2015. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6723>.

RAMAN, J. K.; ALVES, C. M.; GNANSOUNOU, E. A review on moringa tree and vetiver grass – Potential biorefinery feedstocks. **Bioresource Technology**, v. 249, p.1044–1051, 2018.

RANGEL, M. S. A. ***Moringa oleifera*: uma planta de uso múltiplo**. Aracajú: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 1999. 41 p.

RASHED, M. M.; MASJUKI, H. H.; KALAM, M. A.; ABDULLAH ALABDULKAREM; RAHMAN, M. M.; IMDADUL, H. K.; RASHEDUL, H. K. Study of the oxidation stability and exhaust emission analysis of *Moringa olifera* biodiesel in a multi-cylinder diesel engine with aromatic amine antioxidants. **Renewable Energy**, v. 94, p. 294-303, 2016.

RE, R.; PELLEGRINI, N., PROTEGGENTE, A.; PANNALA, A.; YANG, M.; RICEEVANS, C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 26, n. 9-10, p. 1231-1237, 1999.

REIS, T. A. **Caracterização de macarrão massa seca enriquecida com farinha de polpa de pescado**. 2013. 83f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2013.

REIS, R. C.; MINIM, V. P. R. Testes de aceitação. In: MINIM, V. P. R. (Ed.). **Análise Sensorial: estudos com consumidores**. 3ª ed. atualizada e ampliada. Viçosa:Editora UFV, cap. 3, p. 65-81, 2013.

RODRÍGUEZ-PÉREZ, C.; QUIRANTES-PINÉB, R.; FERNÁNDEZ-GUTIÉRREZ, A.; SEGURA-CARRETERO, A. Optimization of extraction method to obtain a phenolic compounds-rich extract from *Moringa oleifera* Lam leaves. **Industrial Crops and Products**, v. 66, p. 246–254, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.01.002>>.

SAUCEDO-POMPA, S.; TORRES-CASTILLO, J. A.; CASTRO-LÓPEZ, C.; ROJAS, A.; SÁNCHEZ-ALEJO, E. J. Moringa plants: Bioactive compounds and promising applications in food products. **Food Research International**, v. 111, p. 438–450, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.05.062>>.

SANTOS, C. A. B.; NOGUEIRA, E. M. S.; MOURA, G. J. B.; ANDRADE, M. J. G. **Conservação dos recursos naturais**. Paulo Afonso: SABEH, 2016. 138 p.; il.

SEŹCYK, L.; SWIECA, M.; GAWLIK-DZIKI, U.; CZYZ, J. Effect of fortification with parsley (*Petroselinum crispum* Mill.) leaves on the nutraceutical and nutritional quality of wheat pasta. **Food Chemistry**, v. 190, p. 419–428, 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.05.110>.

SENGEV, A. I.; ABU, J. O.; GERNAH, D. I. Effect of *Moringa oleifera* leaf powder supplementation on some quality characteristics of wheat bread. **Food and Nutrition Sciences**, v. 4, n. 3, p. 270–275, 2013.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa, MG :UFV, 2002. 235 p.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A.; TANIWAKI, M. H.; SANTOS, R. F. S.; GOMES, R. A. R. Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água. 4 ed. – São Paulo: Varela, 2010. 624 p.

SIMONATO, B.; TREVISANA, S.; TOLVE, R.; FAVATI, F.; PASINI, G. Pasta fortification with olive pomace: effects on the technological characteristics and nutritional properties. **LWT - Food Science and Technology**, v. 114, p. 108368, 2019.

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic Phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 16, n. 3, p. 144-158, 1965.

SOUCI, S. W.; FACHMAN, W.; KRAUT, H. **Food composition and nutrition tables**. 6 ed., Stuttgart: Medpharm, 2000.

SOUTO, P. C.; MAIOR JÚNIOR, S. G. S., Origem, botânica e morfologia da moringa. In: ARAÚJO, A. A.; FALAVIGNA-GUILHERME, A. L.; VIEIRA, A. M. S.; LIMA, A. K. V. O.; SOUSA, A. A.; et al. **Potencialidades da *Moringa oleifera* Lam**. São Cristovão, Universidade Federal de Sergipe, v. 4, cap. 1, p. 15-36, 2018.

SPINELLI, S.; PADALINO, L.; COSTA, C.; NOBILE, M. A. D.; CONTE, A. Food by-products to fortified pasta: A new approach for optimization. **Journal of Cleaner Production**, v. 215, p. 985-991, 2019.

SURASANI, V. K. R.; SINGH, A.; GUPTA, A.; SHARMA, S. Functionality and cooking characteristics of pasta supplemented with protein isolate from pangas processing waste. **LWT - Food Science and Technology**, v. 111, p. 443–448, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.05.014>>.

TEIXEIRA, E. M. B.; CARVALHO, M. R. B.; NEVES, V. A.; SILVA, M. A.; ARANTES-PEREIRA, L. Chemical characteristics and fractionation of proteins from *Moringa oleifera* Lam. leaves. **Food Chemistry**, v. 147, p. 51–54, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.09.135>>.

TEIXEIRA, L. V. Análise sensorial na indústria de alimentos. **Revista Instituto de Laticínio “Cândido Tostes”**, v. 64, n. 366, p.12-21, jan/fev, 2009.

UDECHUKWU, M. C.; ABBEY, L.; NWODO, U.; UDENIGWE, C. C. Potential of *Moringa oleifera* seeds and leaves as functional food ingredients for human health promotion. **Journal of Food and Nutrition Research**, v. 57, n. 1, p. 1–14, 2018.

VERGARA-JIMÉNEZ, M.; ALMATRAFI, M. M.; FERNANDEZ, M. L. Bioactive components in *Moringa oleifera* leaves protect against chronic disease. **Antioxidants**, v. 6, n. 4, p. 1-13, 2017. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-3921/6/4/91>. Acesso em: 07 nov. 2019.

VERNON, L. P. Spectrophotometry determination of chlorophylls and pheophytins in plant extracts. **Analytical Chemistry**, v. 32, n. 9, p. 1144–1150, 1960.

VIMERCATI, W. C. **Elaboração, cinética de secagem e caracterização físico-química e tecnológica de massas alimentícias**. 2018. 111 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos – Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2018.

VIOTTI, P. V.; MOREIRA, W. M.; SANTOS, O. A. A.; BERGAMASCO, R.; VIEIRA, A. M. S.; VIEIRA, M. F. Diclofenac removal from water by adsorption on *Moringa oleifera* pods and activated carbon: Mechanism, kinetic and equilibrium study. **Journal of Cleaner Production**, v. 219, p. 809-817, 2019.

VON GADOW, A.; JOUBERT, E.; HANSMANN, C. F. Comparison of the antioxidant activity of aspalathin with that of other plant phenols of rooibos tea (*Aspalathus linearis*), α -Tocopherol, BHT, and BHA. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 45, n. 3, p. 632–638, 1997.

WHO. World Health Organization. **Guidelines on food fortification with micronutrients**/edited by Lindsay Allen . . . [et al.], 2006. Disponível em: <<https://apps.who.int/iris/handle/10665/43412>>. Acesso em: 10 jan. 2020.

YANG, R. Y.; CHANG, L. C.; HSU, J. C.; WENG, B. B.; PALADA, M. C.; CHADHA, M. L.; LEVASSEUR, V. Nutritional and functional properties of moringa leaves from germplasm, to plant, to food, to health. In: Moringa and other highly nutritious plant resources: Strategies, standards and markets for a better impact on nutrition in Africa. **International workshop, Accra, Ghana**, 16-18 November 2006. Disponível em: <http://www.moringanews.org/doc/GB/Papers/Ray_Yu_Text_GB.pdf>. Acesso em: 10 nov. de 2019.

ZHAO, S., ZHANG, D. Supercritical fluid extraction and characterisation of *Moringa oleifera* leaves oil. **Separation and Purification Technology**, v. 118, p. 497-502, 2013.

ZUNGU, N.; ONSELEN, A. V.; KOLANISI, U.; SIWELA, M. Assessing the nutritional composition and consumer acceptability of *Moringa oleifera* leaf powder (MOLP)-based snacks for improving food and nutrition security of children. **South African Journal of Botany**, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.sajb.2019.07.048>>.