



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
FACULDADE DE FARMÁCIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DE ALIMENTOS

MASSA ALIMENTÍCIA INCORPORADA DE DESCARTE
DE TOMATE LIOFILIZADO: DESENVOLVIMENTO E
CARACTERIZAÇÃO.

ROGÉRIO DE JESUS SILVA

Salvador – Bahia
2016

ROGÉRIO DE JESUS SILVA

**MASSA ALIMENTÍCIA INCORPORADA DE DESCARTE
DE TOMATE LIOFILIZADO: DESENVOLVIMENTO E
CARACTERIZAÇÃO.**

Orientadora: Prof^ª Dra. Itaciara Larroza Nunes
Co-orientadora: Prof^ª Dra. Clícia Maria de Jesus Benevides

Dissertação apresentada ao Programa de pós-graduação em Ciências de Alimentos, Faculdade de farmácia, Universidade Federal da Bahia, como requisito obrigatório para a obtenção do grau de mestre.

**Salvador - Bahia
2016**

Sistema de Bibliotecas - UFBA

Silva, Rogério de Jesus.

Massa alimentícia incorporada de descarte de tomate liofilizado: desenvolvimento e caracterização / Rogério de Jesus Silva. - 2016.

73 f.: il.

Inclui apêndices.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Itaciara Larroza Nunes.

Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. Clícia Maria de Jesus Benevides.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal da Bahia, Faculdade de Farmácia, Salvador, 2016.

1. Massas alimentícias. 2. Licopeno. 3. Colheita. 4. Tomate. 5. Alimentos - Qualidade.
I. Nunes, Itaciara Larroza. **II.** Benevides, Clícia Maria de Jesus. **III.** Universidade Federal da Bahia. Faculdade de Farmácia. **IV.** Título.

CDD - 664.755

CDU - 664.69



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
FACULDADE DE FARMÁCIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DE ALIMENTOS

TERMO DE APROVAÇÃO

ROGÉRIO DE JESUS SILVA

MASSA ALIMENTÍCIA INCORPORADA DE DESCARTE DE TOMATE LIOFILIZADO: DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos (nível Mestrado Acadêmico) da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Ciência de Alimentos.

Aprovada em 15 de março de 2016.

BANCA EXAMINADORA

Dr^a. Itaciara Larroza Nunes
Universidade Federal da Bahia
Orientadora

Dr^a. Mariângela Vieira Lopes
Universidade do Estado da Bahia

Dr^a. Ryzia de Cássia Vieira Cardoso
Universidade Federal da Bahia

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, A Deus, pelo dom da vida, por estar sempre ao meu lado e iluminando meu caminho, tornando possível esta nova conquista.

A minha família, em especial, aos meus pais João e Lizenir que são o pilar da minha vida e que fizeram tudo que estava ao alcance para que eu pudesse chegar até aqui e aos meus avós Josefino e Analina e Joaquim e Maria, por todo o carinho, amor e dedicação.

A minha eterna parceira, amiga e grande amor Élia Karina, que sempre esteve ao meu lado, que me deu colo, me deu bronca, me deu carinho, e que tem grande parte nesta conquista.

A minha orientadora Itaciara Nunes, pelos conhecimentos passados a minha pessoa, pelas inúmeras chances corrigir eventuais erros, por acreditar no meu potencial e pelo exemplo de profissional, incrementando a minha vontade de vencer e ser o melhor em tudo que eu fizer.

Aos meus colegas do mestrado e do grupo de pesquisa, em especial a Elaine Janaina, a Larissa Assunção, a Camila Duarte e Andréa Pinho, que sempre estiveram unidos a fim de fortalecer e tornar possível a realização dos trabalhos.

A aluna de nutrição Rafaela Barbosa, pelo suporte e auxílio no experimento, e principalmente pela amizade e pelos conselhos.

Aos professores do Programa, Em especial, a professora Alaíse Gil, a professora Maria Spinola, professor Renato Cruz, ao professor Ederlan e professora Janice Druzian, pela disponibilidade e suporte sempre que necessário para o andamento do experimento.

A minha Co-orientadora Clícia Benevides, pela parceria na realização deste experimento.

A UNEB e todos os seus funcionários, por ceder seus laboratórios e pela prontidão sempre que necessário, em especial a professora Ligia Radomille por ceder o laboratório de análise sensorial e pela orientação para a análise.

Ao professor Rafael Costa e ao IF BAIANO pela realização de análises importantes para o andamento do projeto, Ao professor Rafael em especial, pelo carinho, ensinamentos e o tempo a que me foi dedicado.

A professora Thereza Bittencourt pelo suporte estatístico e por estar sempre pronta a me atender, sempre como muita boa vontade.

A FAPESB pelo apoio financeiro ao projeto e pela concessão da bolsa de estudos.

E por fim, a todos que direta ou indiretamente contribuíram para esta conquista tão importante em minha vida.

O meu muito obrigado!!!

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	11
REFERÊNCIAS	13
2.OBJETIVOS	14
2.1.Objetivo Geral	14
2.2.Objetivos específicos	14
CAPÍTULO I	15
FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
1. Massas Alimentícias	16
2. Desperdício de frutas e hortaliças	18
3. Tomate	19
4. Carotenoides	20
REFERÊNCIAS	25
CAPÍTULO II	28
REVISÃO SISTEMÁTICA: INFLUÊNCIA DA UTILIZAÇÃO DE MATÉRIAS-PRIMAS VEGETAIS NÃO CONVENCIAIS NA QUALIDADE TECNOLÓGICA E SENSORIAL DE MASSAS ALIMENTÍCIAS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA	28
RESUMO.....	29
1.0. INTRODUÇÃO.....	29
2.0. MATERIAL E MÉTODOS.....	32
3.0. RESULTADOS	32
3.1.Descrição dos estudos.....	33
3.2. Níveis de adição das matérias primas	33
4.0. DISCUSSÃO	39
5.0. CONSIDERAÇÕES FINAIS	42
6.0. AGRADECIMENTOS.....	42
REFERÊNCIAS	43
CAPÍTULO III	45
ARTIGO: EFEITO DA INCORPORAÇÃO DE TOMATE LIOFILIZADO NAS CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS E NO INCREMENTO DA CAPACIDADE ANTIOXIDANTE DE MASSA FRESCA.....	45
RESUMO.....	46
INTRODUÇÃO.....	46
MATERIAL E MÉTODOS.....	48
Material.....	48
Métodos	48
Obtenção do tomate liofilizado.....	48

Elaboração das massas.....	48
Composição química	49
Qualidade do cozimento	49
Textura.....	49
Cor	50
Carotenoides totais	50
Atividade antioxidante.....	50
Análises microbiológicas.....	51
Análise Sensorial	51
Análise estatística	52
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	52
Composição química	52
Qualidade do cozimento	54
Textura.....	56
Cor	57
Carotenoides totais	59
Atividade antioxidante.....	59
Correlação da cor, carotenoides totais e atividade antioxidante.....	60
Análises microbiológicas.....	61
Análise Sensorial.....	62
CONCLUSÃO.....	64
AGRADECIMENTOS.....	64
REFERÊNCIAS	65
CONCLUSÃO GERAL	67
APÊNDICES.....	68

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura 1. Parte da produção inicial perdida ou desperdiçada em diferentes fases da cadeia de fornecimento alimentar para frutas e vegetais, em diferentes regiões. Fonte: FAO (2011)..... 18

CAPÍTULO II

Figura 1. Fluxograma representando o processo de seleção dos estudos incluídos na revisão sistemática..... 33

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1. Composição centesimal da massa alimentícia comum e de massas alimentícias adicionadas de diferentes matérias-primas.....	17
Tabela 2. Estudos <i>in vivo</i> e <i>in vitro</i> do licopeno na prevenção e/ou tratamentos de doenças crônicas.....	24

CAPÍTULO II

Tabela 1. Sumarização dos estudos incluídos na revisão.....	34
--	----

CAPÍTULO III

Tabela 1. Caracterização química do tomate liofilizado.....	53
Tabela 2. Tempo ótimo de cozimento (TOC), perda de sólidos solúveis, absorção de água, aumento de volume e textura (firmeza, dureza e adesividade) do espaguete cozido.....	54
Tabela 3. Resultados de carotenoides totais (CT), Atividade Antioxidante (%AA) e cor dos espaguetes crus e cozidos.....	58
Tabela 4. Correlações entre os parâmetros de cor (L*, a* e b*), carotenoides totais (CT) e atividade antioxidante (%AA) nas massas cruas e cozidas.....	60
Tabela 5. Resultado da avaliação microbiológica das massas cruas.....	61
Tabela 6. Resultados da análise sensorial pelo teste de aceitação.....	63

APRESENTAÇÃO DO TRABALHO

Esta dissertação encontra-se dividida em: resumo; abstract; introdução geral; objetivos (geral e específicos); capítulo I (revisão bibliográfica); capítulo II (Revisão sistemática: *Influência da utilização de matérias-primas vegetais não convencionais na qualidade tecnológica e sensorial de massas alimentícias: uma revisão sistemática*); capítulo III (Artigo: *Efeito da incorporação de tomate liofilizado nas características tecnológicas e no incremento da capacidade antioxidante de massa fresca*); conclusão geral e anexos.

RESUMO

O objetivo desse estudo foi analisar os efeitos da incorporação de ingredientes vegetais não convencionais no desenvolvimento de massas alimentícias, através de uma revisão sistemática, e desenvolver formulações de macarrão tipo espaguete fresco, utilizando tomate liofilizado, obtido a partir de frutos sem valor comercial, mas em condições seguras de consumo e/ou processamento, além de avaliar a qualidade tecnológica, nutricional, microbiológica e sensorial. Na revisão sistemática foram compiladas e analisadas as publicações científicas que estudaram o desenvolvimento e os efeitos da incorporação de diferentes tipos de farinha de vegetais no processamento de macarrão disponíveis na base *Science Direct*. Para a busca foi utilizada a combinação dos descritores: massas alimentícias, vegetais, incorporação, qualidade no cozimento, enriquecimento, influência, adição e seus correspondentes na língua inglesa. Em 99,5% dos trabalhos incluídos foram desenvolvidas massas do tipo espaguete e em 0,5% do tipo *fettuccini*, sendo estudadas 42 matérias-primas diferentes (18 tipos de frutas e hortaliças, 16 espécies de leguminosas e 8 tipos de cereais, castanhas, raízes e tubérculos), com níveis de adição de até 75% de substituição da farinha de trigo utilizando leguminosas e de 5 a 25% para as frutas e hortaliças. Diversos tipos de matérias-primas possibilitaram o desenvolvimento de produtos com qualidade satisfatória. No estudo experimental foram desenvolvidas massas frescas do tipo espaguete adicionadas de 5, 10 e 15% de tomate liofilizado (TL) em substituição parcial da farinha de trigo, denominadas ESP5, ESP10 e ESP15, respectivamente, além do controle (ESP_{padrão}) com 100% de farinha de trigo. Foram realizadas análises de composição centesimal, qualidade do cozimento, textura, cor, carotenoides totais, atividade antioxidante, microbiológica e sensorial. A adição do TL provocou a diminuição significativa ($p > 0,05$) do teor de proteínas e o aumento do teor de cinzas e de fibras, no entanto, não afetou os lipídeos e carboidratos. Comparando-se a ESP_{padrão} com às demais verificou-se que o aumento de TL provocou a diminuição do tempo de cozimento (12,22 a 10,72 min.), aumento da perda de sólidos (4,94 a 7,44%), diminuição da absorção de água (102,45 a 86,35%) e do volume (2,17 a 1,92), além de diminuir a firmeza (3,05 a 2,02 N) e a dureza (47,47 a 38,87 N) e aumentar a adesividade (0,21 a 0,48 Nsec.). Para cor a adição de TL provocou a diminuição de L* e aumento de a* e b*. As amostras cruas e cozidas diferiram entre si ($p < 0,05$) para L* entre a ESP_{padrão} e ESP5, já para a* e b* houve diferença ($p < 0,05$) em todas as amostras. A redução do teor de carotenoides com a cocção foi significativa ($p < 0,05$) em todas as amostras, e para atividade antioxidante houve diferença após a cocção apenas para ESP_{padrão}. As amostras apresentaram contagem microbiológica dentro dos limites estabelecidos pela legislação. No teste de aceitação, a amostra ESP_{padrão} obteve médias equivalentes a “indiferente” para aparência e cor, os demais atributos apresentaram médias acima de 6 (gostei ligeiramente), as amostras ESP5, ESP10 e ESP15 não diferiram ($p < 0,05$) entre si, sendo que, todas média ficaram acima de 6. Todos os produtos desenvolvidos apresentaram qualidade tecnológica e atividade antioxidante satisfatória, qualidade microbiológica e boa aceitação sensorial, principalmente com relação à cor. Diante dos estudos analisados e dos experimentos realizados conclui-se que é possível aproveitar tomate proveniente de descarte por liofilização e posterior aplicação em espaguete fresco, agregando valor nutricional e tecnológico, bem como, apresentando uma nova alternativa para a redução das perdas pós-colheita deste fruto.

Palavras-chave: massa fresca, licopeno, perdas pós-colheita, tomate em pó, qualidade tecnológica.

ABSTRACT

The aim of the study was to analyze the effects of the incorporation of non-conventional vegetable ingredients in the development of pasta, through a systematic review and develop fresh spaghetti type pasta formulations using freeze-dried tomatoes obtained from fruits of no commercial value, but in safe conditions of use and/or processing, evaluating the technological, nutritional and sensory quality. In the systematic review were compiled and analyzed scientific publications that studied the development and the effects of the incorporation of different types of vegetable flour in noodle processing available on *Science Direct* base. For the search was conducted combination of descriptors: pasta, vegetables, development, quality in cooking, enrichment, influence, and their corresponding at English. In 99.5% of the included studies were developed spaghetti type pasta and 0.5% of fettuccini type, being studied 42 different raw materials (18 kinds of fruits and vegetables, 16 species of legumes and 8 types of cereals, nuts, roots and tubers), with added levels of up to 75% wheat flour replacement using legumes, and 5-25% for fruits and vegetables. All kinds of raw materials enabled the development of products with satisfactory quality. In the experimental studies were carried Fresh spaghetti type pasta added 5, 10 and 15% of lyophilized tomato (TL) in partial substitution of wheat flour, called ESP5, ESP10 and ESP15, respectively, and control (ESP_{padrão}) with 100% of wheat flour. Proximate composition analyzes were performed, cooking quality, texture, color, carotenoids, antioxidant activity, microbiological and sensory. The addition of TL caused the significant ($p > 0.05$) protein content and increased ash content and dietary fiber, however, did not significantly ($p > 0.05$) lipids and carbohydrates. Comparing the ESP_{padrão} with the other it was found that the increase in TL caused the decrease in cooking time (from 12.22 to 10.72 min.), Increasing the loss of solids (4.94 to 7.44%), decreased water absorption (102.45 to 86.35%) and volume (2.17 to 1.92), and decrease the firmness (3.05 to 2.02 N) and the hardness (47, 47 to 38.87 N) and increasing the adhesiveness (from 0.21 to 0.48 nsec.). To color the addition of TL caused the decrease of L * and increasing a * and b *. The raw and cooked samples differ from each other ($p < 0.05$) for L * between ESP_{padrão} and ESP5, as for a * and b * difference ($p < 0.05$) in all samples. The reduction of the content of carotenoids with the cooking was significant ($p < 0.05$) in all samples, and antioxidant activity was no difference after cooking, except to ESP_{padrão}. Samples showed microbiological count within the limits established by legislation. In the acceptance test, the ESP_{padrão} sample showed the lowest average for differing appearance ($p < 0.05$) of ESP10, which obtained the best acceptance in this parameter and color ($p < 0.05$) that differed from all samples with TL, which received the best ratings. The other parameters (taste, texture and overall quality) showed no significant difference ($p > 0.05$) between samples. All developed products presented technological quality and satisfactory antioxidant activity, microbiological quality and good sensory acceptance, especially with regard to color. On the analyzed studies and experiments we found that you can enjoy tomatoes from disposal for lyophilization and subsequent application in fresh spaghetti, adding nutritional and technological value, as well as presenting a new alternative to reduce post-harvest losses this fruit.

Keywords: fresh pasta, lycopene, post-harvest losses, tomato powder, technological quality.

1. INTRODUÇÃO GERAL

No Brasil, a fome e o desperdício de alimentos são dois dos maiores problemas para a manutenção da segurança alimentar. Ao mesmo tempo em que grande parte da população vive em situação de risco por conta da falta de alimentos, ocorre o desperdício de muito do que é produzido (GONDIM et al., 2005; MELO e FARIA, 2014; GODFRAY e CHARLES, 2010).

O país está entre os maiores produtores mundiais de alimentos, colhendo cerca de 121,45 milhões de toneladas de alimentos em 2011 (FAOSTAT, 2015). Em contrapartida, também se encontra entre os países que mais perdem alimentos no mundo, pois as taxas de desperdício chegam a ultrapassar 40%, e estão relacionadas às condições climáticas, de armazenamento e manuseio, nas diferentes etapas da cadeia produtiva (VILELA et al., 2003).

Tais perdas podem ser atribuídas aos diversos segmentos da cadeia de abastecimento alimentar. Na produção e comercialização de frutas e hortaliças são geradas perdas decorrentes de danos mecânicos, imperfeições e muitas vezes apenas ocasionadas por atributos físicos como tamanho e forma. Neste caso, um fator agravante corresponde ao fato de que na maioria das vezes estes produtos ainda apresentam condições seguras de consumo e/ou de processamento, porém, não apresentam nenhum valor comercial, o que favorece o desperdício de alimentos.

No caso do tomate é de extrema importância o seu aproveitamento não só por questões socioeconômicas e ambientais, mas também por apresentarem elevado teor nutricional e atividade antioxidante, devido à presença de carotenoides, em especial o licopeno. Estes compostos bioativos são considerados essenciais na dieta do ser humano, pois a sua ingestão está relacionada a inúmeros benefícios à saúde, como na prevenção de doenças cardiovasculares e diversos tipos de câncer (DAOOD, 2009; MATERSKA e PERUCKA, 2005; AWAD e FINK, 2000; KRINSKY et al., 2004). Além disso, a sua incorporação pode contribuir para o aumento do valor agregado do produto elaborado.

A produção de massas alimentícias pode ser uma alternativa em potencial para minimizar essas perdas pós-colheita, visto que a tecnologia de produção deste alimento permite a incorporação de ingredientes não convencionais (CHILLO et al., 2008; KAUR et al., 2013; KUMAR e PRABHASANKAR, 2015).

O macarrão é consumido em todo o mundo, sendo a produção mundial estimada em 13,6 milhões de toneladas, em 2012. Dentre os países de maior consumo *per capita*, destaca-se o Brasil, com cerca de 6,29 kg/ano, em 2014(I.P.O., 2015). Este alimento apresenta diversas vantagens nutricionais como altos teores de carboidratos complexos e baixo teor de gordura, além de boa aceitabilidade sensorial (CHILLO et al., 2008).

No entanto, a incorporação de ingredientes não convencionais às massas alimentícias pode resultar também em perdas na qualidade, como por exemplo, maior perda de sólidos no cozimento, modificação da textura e menor aceitação sensorial. Além disso, pode provocar alterações nas propriedades reológicas e, conseqüentemente, tornando os produtos consideravelmente mais quebradiços (CHILLO et al. (2008).

As massas alimentícias devem apresentar firmeza, resistência, boa elasticidade e baixa viscosidade, mantendo a integridade após o processo de cocção e, conseqüentemente, não apresentarem elevadas perdas de rendimento durante o cozimento. Estes indicadores de qualidade são mensurados por meio de métodos como tempo ótimo de cozimento, perda de sólidos na água de cozimento, absorção de água, aumento de volume, perfil de textura, entre outros (BRUNEEL et al., 2010; MARCHYLO et al., 2004; MARTI et al., 2010).

Atualmente, são poucos os experimentos encontrados na literatura com o objetivo de buscar soluções para o desperdício do tomate a partir da fabricação de novos produtos alimentícios. Desta forma, torna-se oportuno e relevante estudar a viabilidade do aproveitamento deste fruto no desenvolvimento de massas alimentícias.

REFERÊNCIAS

- AWAD, A. B.; FINK, C. S. Recent advances in nutritional sciences phytosterols as anticancer dietary components: evidence and mechanism of action 1, 2. **Cancer**, v.130, p. 2127-2130, 2000.
- BRUNEEL, C. et al. The impact of the protein network on the pasting and cooking properties of dry pasta products. **Food Chemistry**, v. 120, p. 371-378, 2010.
- CHILLO, S. et al. Quality of spaghetti in base *Amaranthuswholemeal* flour added with quinoa, broad bean and chickpea. **Journal of Food Engineering**, v. 84, p. 101-107, 2008.
- DAOOD, H. G. Analytical and technological aspects of bioactive compounds in spice red pepper. **Acta Alimentaria**, v.38, p.87-97, 2009.
- FAOSTAT (2015). FAOSTAT disponível em <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/browse/G2/*/E>. acesso em: 22/02/2016.
- GODFRAY, H., CHARLES, J. Food security: the challenge of feeding 9 billion people. **Science**, v. 327, p. 812-818, 2010.
- GONDIM, J.A.M. et al. Composição centesimal e de minerais em cascas de frutas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.25, p.825-827, 2005.
- INTERNATIONAL PASTA ORGANISATION – IPO (2014). The world pasta industry status report in2013. Roma: IPO.
- KAUR, G. et al. Enrichment of pasta with different plant proteins. **Journal Food Science Technology**, v.50, p.1000-1005, 2013.
- KRINSKY, N. et al. Carotenoids in health and disease. CRC Press. Lee, T. C., CHEN, T., ALID, G., & CHICHESTER, C. O. Stability of vitamin A and provitamin A in extrusion cooking processing. **AICHE Symposium Series**, v. 74, p.192-195, 2004.
- KUMAR, S.B.; PRABHASANKAR, P.A study on noodle dough rheology and product quality characteristics of fresh and dried noodles as influenced by low glycemic index ingredient. **Journal Food Science Technology**, v. 52, p. 1404-1413, 2015.
- MARCHYLO, B. A. et al. Improving the texture of pasta. **Texture in food: volume 2: solid foods**, p. 475-500, 2004.
- MATERSKA, M., & PERUCKA, I. Antioxidant activity of the main phenolic compound isolated from hot pepper fruit (*Capsicum annumL.*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, p. 1750-1756, 2005.
- MARTI, A. et al. Rice-based pasta: a comparison between conventional pasta-making and extrusion-cooking. **Journalof Cereal Science**, v. 52, p. 404-409, 2010.
- MELO, C. M. T.; FARIA, J. V. Composição centesimal, compostos fenólicos e atividade antioxidante em partes comestíveis não convencionais de seis olerícolas. **BioscienceJournal**, Uberlândia, v. 30, p. 93-100, 2014.
- VILELA, N. J. O peso da perda de alimentos para a sociedade: o caso das hortaliças. **Horticultura Brasileira**, v. 11, p. 142-144, 2003.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

- ❖ Desenvolver formulações de macarrão tipo espaguete fresco, utilizando tomate liofilizado, obtido a partir de frutos sem valor comercial, mas em condições seguras de consumo e/ou processamento, com base em indicadores de qualidade tecnológica, nutricional, microbiológica e sensorial.

2.2. Objetivos específicos

- ❖ Realizar uma revisão sistemática sobre a utilização de matérias-primas não convencionais em massas alimentícias;
- ❖ Obter tomate liofilizado a partir de frutos sem valor comercial;
- ❖ Elaborar massas alimentícias incorporadas com tomate liofilizado;
- ❖ Avaliar a qualidade tecnológica dos produtos elaborados quanto ao tempo de cozimento, aumento de volume, absorção de água e perda de sólidos solúveis;
- ❖ Caracterizar as massas alimentícias elaboradas quanto à cor e a textura;
- ❖ Determinar a composição centesimal do tomate liofilizado e das massas alimentícias;
- ❖ Determinar a concentração de carotenoides totais nas massas alimentícias incorporadas de tomate liofilizado;
- ❖ Avaliar a atividade antioxidante das massas alimentícias elaboradas;
- ❖ Avaliar o perfil microbiológico das massas alimentícias elaboradas;
- ❖ Avaliar a aceitação sensorial das massas alimentícias elaboradas.

CAPÍTULO I

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1. Massas alimentícias

Segundo a RDC nº 263 que aprova o "Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos" (BRASIL, 2005) as massas alimentícias são os produtos obtidos da farinha de trigo (*Triticumaestivum* L.) e/ou de outras espécies do gênero (*Triticum*) e/ou derivados de trigo durum (*Triticumdurum*L.) e/ou derivados de outros cereais, leguminosas, raízes e ou tubérculos, resultantes do processo de empasto e amassamento mecânico, sem fermentação.

As massas alimentícias podem ser adicionadas de outros ingredientes, acompanhadas de complementos isolados ou misturados à massa, desde que não descaracterizem o produto e podem também ser designadas como macarrão. A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) ainda classifica o macarrão quanto ao teor de umidade em dois tipos: seco e fresco. O macarrão fresco é aquele que apresenta cerca de 30% de umidade, previamente submetido a uma secagem incipiente, e devido à elevada perecibilidade, a mesma legislação recomenda a aplicação das Boas Práticas de Fabricação (BPF's) na sua produção. A qualidade higiênico-sanitária, bem como, o prazo de validade e a segurança de massas alimentícias frescas podem ser estabelecidos por meio de testes microbiológicos (BRASIL, 2001).

De acordo com a RDC nº 12 da ANVISA (BRASIL, 2001), que aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos, os limites máximos para *Salmonellaspp.*, *Bacilluscereus*, *Staphylococcuscoagulase* positiva e coliformestermotolerantes, em massas alimentícias são: Ausência, 5×10^3 , 5×10^3 e 1×10^2 , respectivamente.

Em termos de mercado, o Brasil está entre os três maiores produtores de macarrão do mundo. De acordo com dados da Associação Brasileira das Indústrias de Massas Alimentícias (ABIMA, 2015), a produção de massas alcançou cerca de 1,3 milhões de toneladas no ano de 2014, representando um volume de vendas de cerca de 650 milhões de reais para massas alimentícias frescas neste mesmo ano.

O macarrão é largamente consumido em todo o mundo, e no Brasil o consumo *per capita* foi de aproximadamente 6,29 Kg, em 2014. Ainda segundo a ABIMA (ABIMA, 2015), o macarrão faz parte da alimentação escolar e da cesta básica de praticamente todos os brasileiros, provavelmente, por apresentar diversas vantagens nutricionais como altos teores de carboidratos complexos, baixo teor de sódio e de gordura e boa aceitabilidade sensorial (CHILLO et al., 2008). No entanto, observa-se

também a deficiência de nutrientes essenciais como vitaminas, ácidos graxos essenciais, aminoácidos, entre outros (MARCO et al., 2014; NICOLETTI, 2007)

Na Tabela 1, pode ser observada a composição nutricional da massa alimentícia comum e de massas alimentícias adicionadas de outros ingredientes, com o objetivo de agregar valor nutricional.

Tabela 1- Composição centesimal da massa alimentícia comum e de massas alimentícias adicionadas de diferentes matérias-primas.

Tipo	U(%)	CHO (%)	F.A. (%)	LIPÍD. (%)	PROT. (%)	Referência
Macarrão tradicional	11,0	77,0	2,3	2,0	10,0	TACO (2006)
Massa fresca enriquecida com fava (50%)	10,0	56,7	8,4	1,44	21,0	Tazart et al. (2016)
Macarrão de arroz com feijão comum (40%)	8,60	60,3	8,90	1,70	16,20	Giuberti et al. (2015)
Macarrão enriquecido com farinha de eilha (40%)	6,62	78,73	1,25	1,24	12,16	Kumar e Prabhasankar (2015)
Massa fresca enriquecida com banana verde (30%)	44,5	39,6	2,33	1,61	12,50	Choo et al. (2010)
Massa fresca enriquecida com casca de maracujá (5%)	31,13	52,45	5,22	1,34	9,22	Fogagnoli e seravalli (2014)
Massa fresca enriquecida com spirulina (10%)	25,76	29,15	7,87	17,00	14,50	Danesi et al. (2010)

Nota: As siglas U, CHO, F.A, LIPID. e PROT., representam: umidade, carboidratos, fibras alimentares, lipídeos e proteínas, respectivamente.

Nos últimos anos, vários trabalhos foram desenvolvidos com o objetivo de estudar a incorporação de ingredientes em massas alimentícias, a fim de melhorar a qualidade nutricional e as propriedades funcionais. Choo et al. (2010) avaliaram a utilização de farinha de banana verde e β -glucana em formulações de macarrão fresco com o objetivo de substituir a farinha de trigo, bem como, verificar a influência nas características nutricionais deste produto.

Danesi et al. (2010) estudaram a influência da substituição parcial da farinha de trigo pela *spirulina* no processamento de massas, e destacaram o aumento do teor de proteínas e gorduras saudáveis no produto final. Esses avanços têm demonstrado diversas possibilidades de incorporação de ingredientes alternativos, principalmente, matérias-primas de origem vegetal (MIRHOSSEINI et al. 2015; GULL et al. 2015; MENON et al. 2015).

O desenvolvimento de massas enriquecidas/adicionadas também tem a função de diminuir os custos de fabricação, visto que, em muitos países a farinha de trigo apresenta custo elevado, devido a condições desfavoráveis de clima, principalmente em países mais quentes, como o Brasil. Em adição, permite identificar novas formas de utilização de matérias-primas ricas nutricionalmente, com o intuito de diminuir as perdas pós-colheita e, conseqüentemente, o desperdício de alimentos (CHILLO et al., 2008).

2. Desperdício de frutas e hortaliças

De acordo com a FAO cerca de 1,3 bilhões de toneladas de alimentos são descartadas a cada ano, o que representa aproximadamente 30% de toda a produção mundial (FAO, 2011). Em países em desenvolvimento, como o Brasil, as taxas de desperdício podem chegar a 40% e estão relacionadas ao armazenamento e manuseio inadequados, desde a colheita até o consumidor final (GUSTAVSON et al., 2011; PARFITTI et al., 2010).

As perdas de alimentos acontecem em vários estágios de produção, pós-colheita e processamento da cadeia de abastecimento alimentar. As perdas pós-colheita podem ser definidas como aquelas que ocorrem após a colheita em virtude da falta de comercialização ou do consumo do produto em tempo hábil, sendo classificada como desperdício de alimentos (FAO, 2011). A Figura 1 ilustra as perdas de frutas e vegetais nos diversos estágios, da produção ao consumo.

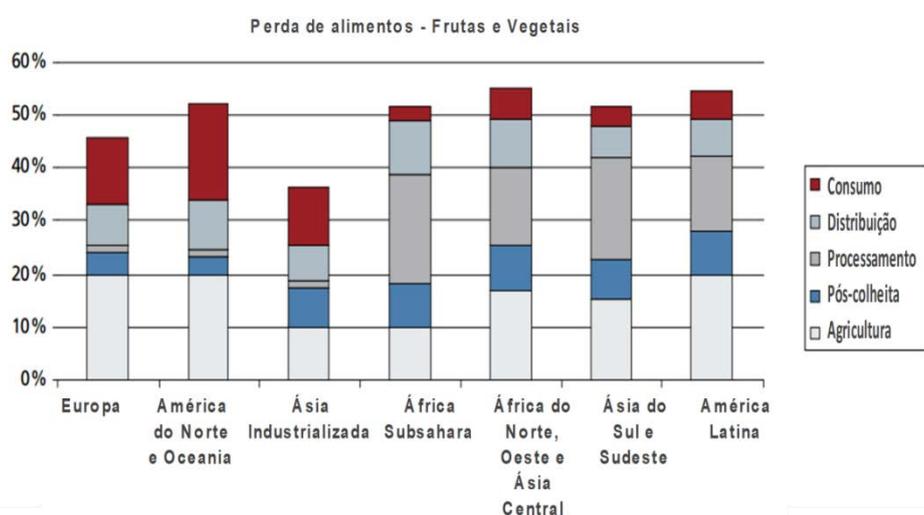


Figura 1- Parte da produção inicial perdida ou desperdiçada em diferentes fases da cadeia de fornecimento alimentar para frutas e vegetais, em diferentes regiões do mundo. Fonte: FAO (2011).

Segundo Parfitt et al. (2010), as estimativas de desperdício de alimentos variam de acordo com o grau de perecibilidade dos produtos, nível de desenvolvimento dos países e sua capacidade de infraestrutura em toda a cadeia produtiva, desde a produção até o consumo de alimentos, estando distribuídas e estimadas entre o campo (10%), manuseio e transporte (50%), centrais de abastecimento e comercialização (30%) e supermercados e mesa dos consumidores (10%).

Estudos recentes vêm buscando descrever os diferentes estágios em que ocorrem as maiores perdas de alimentos, bem como avaliar as melhores formas de reduzir o desperdício (GUSTAVSSON et al., 2011; GARRONE et al., 2014; BROW et al., 2014; PARFITT et al., 2010; ERIKSSON et al., 2012). Apesar disso, observa-se que são limitados os meios de controle e redução de perdas, pois é uma questão complexa que envolve diferentes fatores e problemas de cada país. No entanto, trabalhos científicos têm mostrado a importância de se desenvolver alternativas de utilização dos resíduos e/ou descarte de frutas e hortaliças na produção de derivados, desenvolvimento de novos produtos e produtos específicos com elevado grau de pureza (como por exemplo, pigmentos naturais), como alternativa de se reduzir o desperdício de alimentos.

Ao realizar uma meta-análise com estudos sobre a fome e o desperdício de alimentos, Affognon et al. (2015) ressaltaram que dos estudos avaliados, cerca de 50 a 70% dos trabalhos buscavam o aumento da produção agrícola, e que pesquisas para a redução do desperdício de alimentos recebem pouca atenção e são insuficientes. O desperdício representa a utilização desnecessária dos recursos naturais como grandes áreas territoriais, água e energia. Além disso, produzir alimentos que não são consumidos leva à emissão desnecessária de dióxido de carbono e a perda do valor econômico dos alimentos produzidos (FAO, 2011).

Desta forma, o aproveitamento das folhas, talos, cascas e de vegetais descartados em condições de utilização, além de reduzir o desperdício de alimentos também torna possível a complementação da dieta, agrega valor econômico a esses vegetais e contribui para a redução da fome de determinada parcela da sociedade (NAVES et al., 2010; GONDIM et al., 2005).

3. Tomate

O tomate, denominado botanicamente *Lycopersicon esculentum* Mill, pertence à família das solanáceas, é originário da América do Sul e cultivado em quase todo o mundo (DAVIES, 1976). A cultura do tomate tem lugar de destaque na economia

nacional, sendo um dos principais produtos olerícolas. No cenário de produção mundial o país está entre os nove maiores produtores, alcançando em 2014 uma produção 4,3 milhões de toneladas (IBGE, 2015).

Este fruto apresenta aproximadamente 95,1% de umidade, 1,1% de proteínas, 0,2% de lipídeos, 3,1% de carboidratos, 1,2% de fibras alimentares e 0,5% de cinzas, além de ácidos orgânicos (cítrico, málico e ascórbico), açúcares, fibra insolúvel (celulose) e solúvel (pectina), vitaminas do complexo B, minerais (Ca, K, Mg e P), e carotenoides (GIORDANO et al., 2000; NEPA- UNICAMP, 2006).

As clorofilas e os carotenoides são os responsáveis pela coloração dos tomates. Nos estádios iniciais, as clorofilas fornecem a cor verde e, com o amadurecimento, estas são degradadas e os carotenoides sintetizados. Nos tomates, os carotenoides representam aproximadamente 0,8% da composição total do fruto, e os principais são o licopeno que pode variar entre 79 e 88%, pigmento responsável pela cor vermelha, e o β -caroteno que representa cerca de 7% do teor total de carotenoides, responsável pela cor amarela. O teor de licopeno aumenta com a maturação dos tomates quando os cloroplastos se transformam em cromoplastos e a sua síntese incrementa resultando no aparecimento da cor vermelha (ANESE et al., 2002).

A espécie apresenta diversas propriedades funcionais, considerando-se as evidências epidemiológicas que o apontam como sendo responsável pela redução do risco de certos tipos de câncer. O fruto, além dos carotenoides, contém outras substâncias antioxidantes como ácido ascórbico e compostos fenólicos, que exercem papel preventivo, especialmente contras as doenças crônicas não transmissíveis (BORGUINI e SILVA, 2005).

4. Carotenoides

Os carotenoides são pigmentos lipofílicos com ligações duplas conjugadas quase exclusivamente com a configuração *trans*, em contraste com os lipídeos saturados, que têm ligações duplas não conjugadas principalmente de configuração *cis* (SKIBSTED, 2012). Esses compostos são tetraterpenoides de 40 carbonos formados pela união cauda-cabeça de oito unidades isoprenoides, exceto na posição central. A cadeia poliênica pode ter de 3 a 15 ligações duplas conjugadas, sendo que o comprimento do cromóforo, ou sistema de ligações duplas conjugadas, determina o espectro de absorção e a cor da molécula (FRASER e BRAMLEY, 2004; RODRIGUEZ-AMAYA, 1999).

Estas substâncias podem ser acíclicas (como o licopeno), monocíclicas (como o γ -caroteno) ou bicíclicas (como o α - e β -caroteno). Os carotenoides hidrocarbonetos são denominados simplesmente de carotenos e aqueles com funções químicas oxigenadas são chamados de xantofilas (RODRIGUEZ-AMAYA, 1999).

Os carotenos, que tem a fórmula geral $C_{40}H_{56}$, ocorrem em várias formas isoméricas, como alfa (α), beta (β), gama (γ), delta (δ), épsilon (ϵ) e zeta (ζ), sendo os principais o α e β -caroteno (KHOO et al., 2011). O β -caroteno, que ocorre naturalmente com 11 ligações duplas, é de cor laranja, enquanto o α -caroteno é de cor amarela.

Os animais são incapazes de biosintetizar carotenoides, dependendo da alimentação para sua obtenção. Os carotenoides na dieta humana são, principalmente, derivados de plantas, estando localizados nas raízes, folhas, brotos, sementes, frutas e flores. Podem também, apesar de em menor grau, ser ingeridos em ovos de aves de criação doméstica e peixe, que tenham sido alimentados com produtos vegetais ou de algas (FRASER e BRAMLEY, 2004).

Nas plantas fotossintéticas, os carotenoides são encontrados universalmente nos cloroplastos dos tecidos verdes, normalmente associados com proteínas, onde sua cor é mascarada pela presença da clorofila. São também largamente distribuídos em tecidos de plantas não fotossintéticas, localizando-se normalmente nos cromoplastos, depositados em forma cristalina ou como gotículas oleosas, sendo que as xantofilas são frequentemente encontradas esterificadas com ácidos graxos. Por se encontrar associado às proteínas, nos vegetais, os carotenoides têm menor biodisponibilidade, quando comparados aos presentes nas frutas (KHOO et al., 2011).

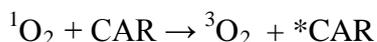
Além do poder corante, os carotenoides apresentam propriedades funcionais que formam a base de diversas funções e ações em organismos vivos. Muitos carotenoides têm atividade de pró-vitamina A (β -caroteno, α -caroteno e β -criptoxantina, por exemplo), além de atuar na proteção de células contra radicais livres e sequestrar espécies reativas de oxigênio, devido à presença de ligações duplas conjugadas em sua estrutura, sendo, portanto, importantes antioxidantes naturais (KRINSKY, 1994; STAHL e SIES, 2003).

Os carotenoides desempenham diversas funções no que diz respeito à saúde humana. De acordo com Uenojo et al. (2007), só no século XX vários carotenoides, como por exemplo, o β -caroteno, foram reconhecidos como sendo umas das principais fontes de vitamina A. Com base nisto, estudos foram estimulados no intuito de investigar a ação dos carotenoides não só como agentes antioxidantes, mas como

reguladores do sistema imune, o que fez reconhecer que estes compostos possuíam efeitos benéficos contra cânceres, doenças de coração, problemas na visão e degeneração macular (DELGADO-VARGAS et al., 2000).

Alguns carotenoides e suas respectivas funções na saúde humana podem ser citados e, dentre eles, está o licopeno, que é o caroteno predominante no tomate, e possui a capacidade de prevenir o colesterol de baixo peso molecular (LDL), assim como reduzir o risco de desenvolvimento da arteriosclerose e doenças coronárias (AGARWAL, 1998). Além disso, outras pesquisas evidenciaram que o licopeno auxilia também na redução do risco de câncer de próstata, pulmão, pele e bexiga (EDJE et al., 1997). Estudos comprovaram ainda que ao sequestrar os radicais livres e desativar o oxigênio *singlete*, o licopeno age protegendo as moléculas de lipídeos, proteínas, lipoproteínas de baixa densidade (LDL) e o ácido desoxirribonucleico (DNA) (MORA et al., 2003).

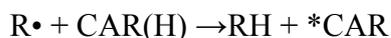
Na formação do oxigênio *singlete*, um composto em estado excitado transfere energia eletrônica para o oxigênio *tripleto*, acarretando alteração do DNA e peroxidação de lipídios (UENOJO et al., 2007). Na equação 1 está representada a ação de um carotenoide na presença de $^1\text{O}_2$.



Equação 1: Ação de um carotenoide na presença de $^1\text{O}_2$.

Fonte: Uenojo et al., (2007).

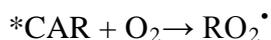
O carotenoide no estado excitado ($*\text{CAR}$) pode retornar ao estado fundamental dissipando energia na forma de calor. A equação 2 representa a transferência de elétrons que formam a reação dos carotenoides com os radicais livres.



Equação 2: Ação de um carotenoide frente à um radical livre.

Fonte: Uenojo et al., (2007).

O carotenoide excitado ($*\text{CAR}$) ao reagir com a molécula de oxigênio, como é demonstrado na equação 3, forma o peróxido.



Equação 3: Formação do peróxido por meio da reação de um carotenoide e o oxigênio. Fonte: Uenojo et al., (2007).

A supressão do oxigênio *singlete* depende da diferença de energia entre o menor orbital molecular desocupado e o maior orbital molecular ocupado e da energia de ionização, e foi estabelecida uma relação estrutura-atividade quantitativa para essa atividade (SKIBSTED, 2012). Desta forma, a capacidade de supressão do oxigênio do carotenoide é baseada no número de ligações duplas conjugadas, obtendo-se a máxima proteção daqueles que possuem nove ou mais ligações duplas, ressaltando que estudos vêm demonstrando que a natureza do radical é igual ou tem mais importância que a estrutura dos carotenoides (SKIBSTED, 2012; RODRIGUEZ-AMAYA et al., 2008; STAHL e SIES, 2003).

Segundo Melo e Faria (2014), o extrato metanólico do tomate é mais eficaz no sequestro de radicais livres do que os extratos de couve-flor, couve, batata e espinafre, sendo o seu percentual de inibição, aos 15 min da reação, superior a 70%, evidenciando ação estatisticamente semelhante ao antioxidante sintético Butil-hidroxi-tolueno (BHT), que é uma substância que causa danos à saúde e que possui restrição de uso.

A ingestão do licopeno na dieta está ligada predominantemente ao consumo de tomates *in natura* e seus derivados como sucos, extrato de tomate, *catchupe* molhos. (THOMPSON, 2000). Entretanto, podem estar presentes em outros vegetais como melancia, goiaba, melão, mamão e pitanga (DJURIC e POWELL, 2001).

Ao longo dos anos, diversos estudos *in vivo* e *in vitro* vem sendo desenvolvidos com o objetivo de analisar a eficácia e os mecanismos de ação do licopeno na prevenção e no tratamento de doenças (ZOU et al., 2014; KIM et al. (2010); CHEN et al., 2010; ARDAWI et al., 2016). Na Tabela 2, é possível observar alguns trabalhos que estudaram os efeitos do licopeno na prevenção e no tratamento de diversas doenças.

Dentre os principais mecanismos de ação nos estudos, pode-se destacar a ação antioxidante e antiinflamatória, controle das células degenerativas, inibição da síntese de colesterol e indução de enzimas hepáticas responsáveis por desintoxicações (JACOB et al. 2008; KIM et al. 2010; BREINOHLT et al. 2003). Entretanto, Erdman et al. (2009) ao realizarem uma revisão sobre os mecanismos de ação e os efeitos do licopeno sobre as doenças degenerativas, concluíram que apesar de existir o consenso a respeito dos benefícios do licopeno a saúde, deve-se considerar os efeitos sinérgicos com outras substâncias e a sua biodisponibilidade.

Tabela 2 – Estudos *in vivo* e *in vitro* do licopeno na prevenção e/ou tratamentos de doenças crônicas.

Local	Tipo de estudo	Doenças relacionadas	Referência
Coréia do sul	<i>In vivo</i>	Cardiovasculares	Kim et al. (2010)
China	<i>In vitro</i>	Aterosclerose	Chen et al. (2010)
Canadá	<i>In vitro</i>	Fertilidade	Zini et al. (2010)
Túrkia	<i>In vivo</i>	Apoptose testicular	Turk et al. (2011)
Austrália	<i>In vivo</i>	Colesterol/Pressão arterial	Ried e Fakler (2011)
China	<i>In vitro</i>	Doenças neurodegenerativas	Qu et al. (2011)
China	<i>In vitro</i>	Câncer gástrico	Yang et al. (2013)
China	<i>In vivo</i>	Câncer de próstata	Zou et al. (2014)
Turquia	<i>In vivo</i>	Torção testicular	Guzel et al. (2015)
Arábia Saudita	<i>In vivo</i>	Osteoporose	Ardawi et al. (2016)

A biodisponibilidade do licopeno é estudada indiretamente, através da detecção deste composto no sangue e nos tecidos. Estudos demonstraram que apesar do licopeno ser encontrado predominantemente sob a forma isomérica *trans*nos vegetais *in natura*, os isômeros *cis*são melhores absorvidos pelo organismo animal. Clinton et al. (1996) relataram que aproximadamente 79 a 91% do licopeno encontra-se na forma *trans*nos tomates *in natura* e seus produtos, enquanto que 50% do carotenoide encontrado no sangue e no tecido de ratos apresentavam-se sob a forma *cis*.

De acordo com Willcox et al. (2003), o tratamento térmico é responsável pela isomerização destas substâncias, além de provocar o rompimento da parede celular vegetal facilitando a sua absorção, conseqüentemente, aumentando a biodisponibilidade. Logo o consumo de subprodutos de tomate, tais como extratos e molhos proporcionam importantes benefícios à saúde.

REFERÊNCIAS

- AFFOGNON, M. et al. Unpacking Postharvest Losses in Sub-Saharan Africa: A Meta-Analysis. **World Development**, v.66, p. 49-68, 2015.
- AGARWAL, S.; RAO, A. V. Tomato lycopene and low density lipoprotein oxidation: a human dietary intervention study. **Lipids**. v.33, p.981-984, 1998.
- ANESE, M. et al. Effect of equivalent thermal treatments on the color and the antioxidant activity of tomatoes purees. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 67, p. 3442-3446, 2002.
- ARDAWI, M.M. et al. Lycopene treatment against loss of bone mass, microarchitecture and strength in relation to regulatory mechanisms in a postmenopausal osteoporosis model. **Bone**, v. 83, p. 127-140, 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE MASSAS ALIMENTÍCIAS - ABIMA. Disponível em: <http://www.abima.com.br>. Acesso em 19/12/2015.
- BORGUINI, R. G.; SILVA, M. V. Características físico-químicas e sensoriais do tomate (*Lycopersicon esculentum*) produzido por cultivo orgânico em comparação ao convencional. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 16, p. 355-361, 2005.
- BRASIL. **Resolução RDC ANVISA/MS nº. 12, de 02 de janeiro de 2001**. Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos.
- BRASIL. **RESOLUÇÃO-ANVISA Nº 263, de 22 de setembro de 2005**. Aprova o "Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos".
- BREINHOLT et al. Effects of dietary antioxidants and 2-amino-3-methylimidazo[4,5-f]-quinoline (IQ) on preneoplastic lesions and on oxidative damage, hormonal status, and detoxification capacity in the rat. **Food Chemistry Toxicology**. v.41, p.1315-1323, 2003.
- BROWN, T. et al. Reducing domestic food waste by lowering home refrigerator temperatures. **International journal of refrigeration**, v. 40, p. 246-253, 2014.
- CHEN, L. et al. Effects and mechanisms of lycopene on the proliferation of vascular smooth muscle cells. **Chinese Journal of Natural Medicines**, v. 8, p. 0218-0222, 2010.
- CHILLO, S. et al. Quality of spaghetti in base Amaranthus wholemeal flour added with quinoa, broad bean and chickpea. **Journal of Food Engineering**, v. 84, p. 101-107, 2008.
- CHOO, C.L. et al. Effects of banana flour and b-glucan on the nutritional and sensory evaluation of noodles. **Food Chemistry**, v.119, p. 34-40, 2010.
- CLINTON S.K. et al. Cis-trans Lycopene isomers, carotenoids, and retinol in the human prostate. **Cancer Epidemiol Biomarkers**, v. 5, p. 823-33, 1996.
- DANESI, E.D.G. et al. Development of Fresh Pasta with Addition of Spirulina platensis Biomass. **Journal of Biotechnology**, v. 150, p. 310, 2010.
- DAVIES, B.H. Carotenoids. In: "**Chemistry and Biochemistry of Plant Pigments**". T.W. GOODWIN (Ed.), v.2. Academic Press, London. p. 38-165, 1976.
- DELGADO-VARGAS et al. Natural pigments: carotenoids, anthocyanins, and betalains-characteristics, biosynthesis, processing, and stability. **Critical Reviews Food Science Nutrition**. v.40, p.173-289, 2000.
- DJURIC, Z. AND L.C. POWELL. Antioxidant capacity of lycopene-containing foods. **International Journal Food Science Nutrition**, v.52, p.143-149, 2001.
- EDGE, R. et al. The carotenoids as anti-oxidants – a review. **J. Photochemistry and Photobiology Biology**, v. 41, p. 189-200, 1997.
- ERDMAN, J.W. et al. Are the health attributes of lycopene related to its antioxidant function? **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v. 483, p. 229-235, 2009.

- ERIKSSON, M. et al. Food losses in six Swedish retail stores: Wastage of fruit and vegetables in relation to quantities delivered. **Conservation and Recycling** v.68, p.14-20, 2012.
- FAO. **Global food losses and food waste: extent, causes and prevention**. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Roma, 2011.
- FRASER, P. D.; BRAMLEY, P. M. The biosynthesis and nutritional uses of carotenoids. **Progress in Lipid Research**, v. 43, p. 228-265, 2004.
- FOGAGNOLI, G.; SERAVALLI, E.A.G. Aplicação de farinha de casca de maracujá em massa alimentícia fresca. **Brazilian Journal Food Technology**, v. 17, p. 204-212, 2014.
- GARRONE, P. et al. Opening the black box of food waste reduction. **Food Policy** v. 46, p. 129-139, 2014.
- GIORDANO, L. B. et al. Escolha de cultivares e plantio. In: SILVA, J. B. C. da; GIORDANO, L. B. (Ed.). **Tomate para processamento industrial**. Brasília: EMBRAPA, p. 36-59, 2000.
- GIUBERT, G. et al. Cooking quality and starch digestibility of gluten free pasta using new bean flour. **Food Chemistry**, v. 175, p. 43-49, 2015.
- GONDIM, J.A.M. et al. Composição centesimal e de minerais em cascas de frutas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.25, p.825-827, 2005.
- GULL, A. et al. Effect of millet flours and carrot pomace on cooking qualities, color and texture of developed pasta. **LWT - Food Science and Technology**, v. 63, p. 470-474, 2015.
- GURZEL, M. et al. Effectiveness of lycopene on experimental testicular torsion. **Journal of Pediatric Surgery**, 2015.
- GUSTAVSSON J. et al. **Global food losses and food waste**. Rome, Italy: FAO; 2011.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Rio de Janeiro: IBGE, v. 26, p. 1-86, 2015.
- JACOB K. et al. Influence of lycopene and vitamin C from juice on biomarkers of oxidative stress and inflammation. **Britanic Journal Nutrition**. v.99, p.137-46, 2008
- KHOO, H. *et al.* Carotenoids and Their Isomers: Color Pigments in Fruits and Vegetables. **Molecules**, v. 16, p. 1710-1738, 2011.
- KIM, O.Y. et al. Independent inverse relationship between serum lycopene concentration and arterial stiffness. **Atherosclerosis**, v. 208, p. 581-586, 2010.
- KRINSKY, N. I. The biological properties of carotenoids. **Pure & Appl. Chemistry**, v. 66, p. 1003-1010, 1994.
- KUMAR, S.B.; PRABHASANKAR, P. A study on noodle dough rheology and product quality characteristics of fresh and dried noodles as influenced by low glycemic index ingredient. **Journal Food Science and Technology**, v. 52, p. 1404-1413, 2015.
- MARCO, E. R. et al. Effects of spirulina biomass on the technological and nutritional quality of bread wheat pasta. **Food Science and Technology**, v. 58, p. 102-108, 2014.
- MELO, C. M. T.; FARIA, J. V. Composição centesimal, compostos fenólicos e atividade antioxidante em partes comestíveis não convencionais de seis olerícolas. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, p. 93-100, 2014.
- MENON, R. et al. Cooking behavior and starch digestibility of NUTRIOSE (resistant starch) enriched noodles from sweet potato flour and starch. **Food Chemistry**, v.182, p.217-223, 2015.
- MIRHORSSEINI, H. et al. Effect of partial replacement of corn flour with durian seed flour and pumpkin flour on cooking yield, texture properties, and sensory attributes of gluten free pasta. **LWT - Food Science and Technology**, v. 63, p. 184-190, 2015.

- MORA, L. O. et al. The effects of oral glutamine on cisplatin-induced genotoxicity in Wistar rat bone marrow cells. **Mutation Research Genetic Toxicology**, v. 518, p. 65-70, 2003.
- NAVES, L. P. et al. Nutrientes e propriedades funcionais em sementes de abóbora (*Cucurbita maxima*) submetidas a diferentes processamentos. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, p.185-190, 2010.
- NEPA-UNICAMP. **Tabela brasileira de composição de alimentos**, Versão II. -- 2. ed. -- Campinas, SP, p.113, 2006.
- NICOLETTI, A. M. et al. Uso de subprodutos agroindustriais no desenvolvimento de macarrão nutricionalmente melhorado. **Alimentos e Nutrição**, v.18, p. 421-429, 2007.
- PARFITT J. et al. Food waste within food supply chains: quantification and potential for change to 2050, Phil. **Transactions of Royal Society**, v.365, p.3065–81, 2010.
- QU, M. et al. Lycopene protects against trimethyltin-induced neurotoxicity in primary cultured rat hippocampal neurons by inhibiting the mitochondrial apoptotic pathway. **Neurochemistry International**, v. 59, p. 1095-1103, 2011.
- RIED, K.; FRAKLER, P. Protective effect of lycopene on serum cholesterol and blood pressure: Meta-analyses of intervention trials. **Maturitas**, v. 68, 299-310,2011.
- RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **A guide to carotenoid analysis in food**. Washington, DC: International Life Sciences Institute Press, p.64, 1999.
- RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. et al. **Fontes de carotenóides: tabela brasileira de composição de carotenóides em alimentos**. Brasília: Ministério de Meio Ambiente/Secretaria de Biodiversidade e Florestas, p.99, 2008.
- SKIBSTED, L. H. Carotenoids in Antioxidant Networks. Colorants or Radical SCAVENGERS. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 60, p. 2409-2417, 2012.
- STAHL, W.; SIES, H. Antioxidant activity of carotenoids. **Molecular Aspects of Medicine**, v. 24, p. 345-51, 2003.
- UENOJO, M. et al. Pectinases: aplicações industriais e perspectivas. **Química Nova**, São Paulo, v.30, p.388-394, 2007.
- TAZRART, K. et al. Nutrient composition and in vitro digestibility of fresh pasta enriched with Viciafaba. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 47, p. 8-15, 2016.
- THOMPSON, K. A. et al. Cultivar, maturity, and heat treatment on Lycopene content in tomatoes. **Journal of Food Science**. v.65, p.791-795, 2000.
- TURK, G. et al. Lycopene and ellagic acid prevent testicular apoptosis induced by cisplatin. **Phytomedicine**, v.18, p. 356-361, 2011.
- WILLCOX JK, CATIGNANI GL, LAZARUS S. Tomatoes and cardiovascular health. **Crit Rev Food Science Nutrition**, v.43, p.1-18, 2003.
- YANG, T. et al. The role of tomato products and lycopene in the prevention of gastric cancer: A meta-analysis of epidemiologic studies. **Medical Hypotheses**, v. 80, p. 383-388, 2013.
- ZINI, A. et al. Lycopene supplementation in vitro can protect human sperm deoxyribonucleic acid from oxidative damage. **Fertility and Sterility**, v. 94, p. 1033-1036, 2010.
- ZOU, Y. et al. Effects of E/Z isomers of lycopene on experimental prostatic hyperplasia in mice. **Fitoterapia**, v. 99, p. 211-217, 2014.

CAPÍTULO II

**INFLUÊNCIA DA UTILIZAÇÃO DE MATÉRIAS-PRIMAS VEGETAIS NÃO
CONVENCIAIS NA QUALIDADE TECNOLÓGICA E SENSORIAL DE
MASSAS ALIMENTÍCIAS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA**

RESUMO

Objetivou-se compilar e analisar as publicações científicas que estudaram o desenvolvimento e os efeitos da incorporação de diferentes tipos de matérias-primas vegetais no processamento de macarrão. O recurso prático de análise foi a coleta de artigos publicados em periódicos inseridos na base de dados *Science direct*, utilizando a combinação dos descritores massas alimentícias, vegetais, incorporação, qualidade no cozimento, enriquecimento, influência, adição e seus correspondentes na língua inglesa. Dos 24 trabalhos incluídos, em 99,5% foram desenvolvidas massas do Tipo Espaguete e em 0,5% do Tipo Fettuccini. Os artigos científicos estudaram 42 matérias-primas diferentes, das quais 18 foram frutas e hortaliças, 16 foram de espécies leguminosas e 8 incluíram cereais, castanhas, raízes e tubérculos; os níveis de adição destas matérias primas tenderam a ser maiores, podendo chegar a 75% de substituição da farinha de trigo utilizando leguminosas, já para as frutas e hortaliças a maioria variou ente 5 e 25% de substituição. Diversos tipos de matérias-primas utilizadas possibilitaram o desenvolvimento de produtos com qualidade satisfatória, buscando atender às exigências de inovação pelos consumidores.

Palavras-chave: vegetais, subprodutos, aproveitamento de resíduos, farinha, enriquecimento, massas alimentícias, qualidade no cozimento.

1.0.INTRODUÇÃO

Segundo a RDC nº 263, que aprova o "Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos" massas alimentícias são os produtos obtidos da farinha de trigo (*Triticumaestivum* L.) e ou de outras espécies do gênero (*Triticum*) e ou derivados de trigo durum (*Triticumdurum*L.) e ou derivados de outros cereais, leguminosas, raízes e ou tubérculos, resultantes do processo de empasto e amassamento mecânico, sem fermentação. As massas alimentícias podem ser adicionadas de outros ingredientes, acompanhadas de complementos isolados ou misturados à massa, desde que não descaracterizem o produto. Podendo também ser designadas como macarrão (BRASIL, 2005).

O macarrão é largamente consumido em todo o mundo e, no Brasil, o consumo *per capita* foi de aproximadamente 6,29 kg em 2014 (ABIMA 2015). Ainda segundo a Associação Brasileira das Indústrias de Massas Alimentícias (ABIMA), o macarrão faz parte da alimentação escolar e da cesta básica de praticamente todos os brasileiros, provavelmente, por apresentar diversas vantagens nutricionais como altos teores de carboidratos complexos, baixo teor de sódio e de gordura e boa aceitabilidade sensorial (CHILLO et al., 2008). No entanto, observa-se também a deficiência de nutrientes essenciais como vitaminas, ácidos graxos essenciais, proteínas e fibras (MARCO et al., 2014).

Nos últimos anos, vários trabalhos foram desenvolvidos com o objetivo de estudar a incorporação de ingredientes em massas alimentícias, a fim de melhorar a qualidade nutricional e as propriedades funcionais, como os trabalhos de Choo et al. (2010), que avaliaram a utilização de farinha de banana verde e β -glucana em formulações de macarrão, com o objetivo de substituir a farinha de trigo, bem como, verificar a influência nas características deste produto, e de Rajeswari et al. (2013) que estudaram a influência da substituição parcial da farinha de trigo pela cebola em pó, no processamento de massas.

As massas devem apresentar firmeza, resistência, boa elasticidade e baixa viscosidade, mantendo a integridade após o processo de cocção e, conseqüentemente, não apresentar elevada perda de rendimento durante o cozimento. Tais indicadores de qualidade são mensurados por meio de métodos como tempo ótimo de cozimento, perda de sólidos na água de cozimento, absorção de água, aumento de volume, perfil de textura, entre outros (BRUNEEL et al., 2010; MARCHYLO et al., 2004; MARTI et al., 2010).

Estudos têm demonstrado diversas possibilidades de incorporação de fontes alternativas, principalmente, matérias-primas de origem vegetal (MIRHOSSEINI et al. 2015; GULL et al. 2015; MENON et al. 2015). Dentre estas, as leguminosas tem sido amplamente investigadas. Galegos-infante (2010) estudaram o efeito da adição de farinha de feijão comum em espaguete e Wojtowicz e Moscicki (2014) avaliaram o efeito da adição de diferentes espécies de leguminosas como feijão branco, feijão amarelo, ervilha e lentilha. Petitot et al. (2010) mostraram que a adição das farinhas de leguminosas induzem alterações estruturais mínimas nos produtos desenvolvidos, o que torna viável aplicação dessas fontes.

Outras matérias primas, como farelo de trigo, farinha de linhaça, concentrados ou isolados de proteína a partir de fontes como a soja, e também hortaliças como abóbora, cenoura, batata doce, brócolis, berinjela e diversos outros, tem sido alvo de estudos (BUSTOS et al. 2011; PADALINO et al. 2013; SILVA et al. 2013; BAIANO et al. 2011; LIMRROONGREUNGRAT e HUANG, 2007). O desenvolvimento desse tipo de produto (enriquecido/adicionado) também tem a função de diminuir o custo, visto que, em muitos países a farinha de trigo apresenta custo elevado. Além disso, permite identificar novas formas de utilização paraas matérias-primas empregadas, com o intuito de diminuir as perdas pós-colheita e o desperdício de alimentos.

De acordo com Marti et al. (2010), a utilização de fontes não convencionais também se deve à necessidade de se desenvolver produtos para pessoas que possuem alguma restrição de saúde, como a intolerância ao glúten, presente na farinha de trigo (HILL et al. 2005). No entanto, o desenvolvimento destes produtos é limitado tecnologicamente, devido às características estruturais que as proteínas do trigo proporcionam às massas alimentícias.

Para o desenvolvimento de massas livres de glúten, os cereais, mais utilizados são o arroz e o milho, pois, através de processos como a pré-gelatinização, e o uso de aditivos, principalmente, concentrados proteicos, tornam viável a fabricação destes alimentos. Por outro lado, produtos com tais ingredientes podem apresentar perda na qualidade após o cozimento, como elevada perda de sólidos na água de cozimento. Em estudo de Barbiroli et al. (2013) em que foram desenvolvidas massas com diferentes tipos de farinhas de arroz comerciais pré-gelatinizadas, a perda de sólidos chegou a 12,6%.

Para viabilizar a utilização dessas fontes, diversos estudos vêm utilizando combinação de diferentes matérias-primas na fabricação de massas alimentícias livres de glúten, como o macarrão de milho adicionado de farinha de cenoura, desenvolvido por Gull et al. (2015), espaguete de batata doce enriquecidos com amido resistente elaborados por Menon et al. (2015) e, ainda, massas alimentícias com combinações de diferentes espécies de sorgo e farelo de trigo, produzidos por Khan et al. (2013).

Diante deste contexto, se torna fundamental a discussão a respeito da utilização dessas matérias-primas vegetais na produção de massas alimentícias, destacando-se os principais benefícios, a manutenção da qualidade destes produtos e a influência no valor nutricional. O objetivo desta revisão sistemática foi compilar e analisar as publicações científicas que estudaram o desenvolvimento e os efeitos da incorporação de outros tipos de farinha de vegetais no processamento destes produtos.

2.0. MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizada uma revisão sistemática de literatura sobre massas alimentícias elaboradas com a incorporação de fontes vegetais alternativas. O recurso prático de análise foi a coleta de artigos publicados em periódicos inseridos na base de dados *Science direct* (ELSEVIER). A busca foi conduzida no período de Abril de 2014 a Maio de 2015, utilizando a combinação dos descritores massas alimentícias, vegetais, incorporação, qualidade no cozimento, enriquecimento, influência, adição e seus correspondentes na língua inglesa.

As publicações foram pré-selecionadas a partir dos títulos que mencionassem a utilização de fontes vegetais alternativas no desenvolvimento de massas alimentícias. Em seguida, procedeu-se com a leitura dos diversos estudos, a fim de selecionar aqueles que envolvessem metodologia experimental de elaboração de massas, e tivessem sido publicados no período de 2005 a 2015.

Foram excluídos estudos repetidos, que não foram publicados em modelo de artigo e também as revisões. A análise dos estudos foi realizada a partir da sumarização das informações em instrumento contendo os itens: autor, ano de publicação, tipo de macarrão, objetivo principal, matérias-primas utilizadas, proporção de substituição, resultados/conclusões/avanços alcançados

3.0. RESULTADOS

Após a pesquisa na base de dados, foram identificadas 1.261 publicações científicas relacionadas ao desenvolvimento de massas alimentícias (Figura 1). Sendo que foram selecionados 102 estudos de acordo com a adequação do título. Sessenta e sete artigos foram excluídos por estarem repetidos entre as diferentes combinações de descritores, porque eram livros, capítulos de livros, ou por falta de acesso ao texto completo. O remanescente, de 35 artigos, foi analisado a partir de leitura integral dos estudos e 11 estudos foram eliminados por não se adequarem ao tema da revisão. Assim, um total de 24 artigos foram incluídos neste estudo.

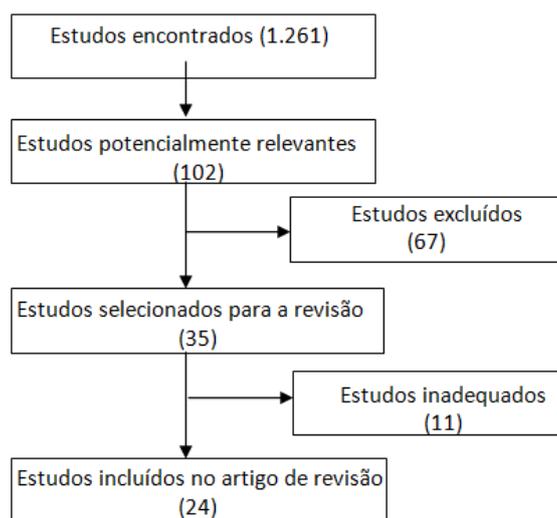


Figura 1. Fluxograma representando o processo de seleção dos estudos incluídos na revisão sistemática.

3.1. Descrição dos estudos

Na Tabela 1, está sumarizado o processo de seleção dos artigos incluídos na revisão sistemática de literatura. Os estudos procederam de 15 países, sendo eles, Itália (5/24), a Índia (4/24), a Turquia (2/24), a Malásia (2/24) e demais países: Tailândia, França, México, Taiwan, Arábia Saudita, Nova Zelândia, Austrália, Brasil, Holanda, Polônia e Argentina, com uma publicação cada um deles.

Nos trabalhos incluídos na revisão 99,5% foram desenvolvidas massas alimentícias do Tipo Espaguete sendo ou não classificados com macarrão instantâneo e apenas 0,5% do Tipo *Fettuccini*. Os artigos estudaram 42 matérias-primas de espécies vegetais diferentes, dentre estas 18 compreenderam frutas e hortaliças (cerca de 43%), 16 espécies leguminosas (aproximadamente 38 %) e oito cereais, castanhas, raízes e tubérculos (cerca de 19%).

3.2 Níveis de adição das matérias-primas

Na sumarização dos artigos (Tabela 1) pode-se observar os níveis de adição das matérias primas nas formulações dos produtos. Nota-se que a incorporação das farinhas de leguminosas tendem a ser maiores, podendo chegar a 75% de substituição da farinha de trigo, já para as frutas e hortaliças observa-se que a maioria das formulações variaram ente 5 e 25% de substituição. Quando se fala em número de variações pode-se constatar que foram estudadas de 1 a 3 formulações diferentes(aproximadamente 75%) e os demais estudos variaram as proporções 4 ou mais vezes (aproximadamente 25%).

Tabela 1. Sumarização dos estudos incluídos na revisão.

Autor/ano	Local da pesquisa	Tipo de massa alimentícia	Objetivo	Fontes vegetais utilizadas	Proporções (%)	Resultados/Conclusões/Avanços
Giubert et al. (2015)	Itália	Espaguete	Investigar o efeito do enriquecimento sobre o teor de amido resistente e do índice glicêmico.	Feijão branco (Cultivar <i>ws+lpa+lf</i>)	20 e 40	Os autores encontraram resultados positivos para a incorporação desta matéria-prima, principalmente na manutenção da qualidade tecnológica e na redução do índice glicêmico.
Gull et al. (2015)	Índia	Espaguete	Estudar os efeitos da adição de farinhas de milho e de cenoura na qualidade de cozimento, cor e textura de massas desenvolvidas.	Cenoura e milho	2, 4, 6, 8, 10, 20, 30, 40 e 50	Dentre as principais análises as amostras apresentaram perda de sólidos entre 10,0 e 24,4%, menor ganho de peso entre 32,34 e 25,07 g/100 g e diminuição da firmeza entre 4,42 e 2,14 N.
Menon et al. (2015)	Índia	Espaguete	Avaliar o efeito da incorporação de amido resistente em espaguete a base de farinha de batata doce na digestibilidade do amido e do índice glicêmico	Batata Doce e amido resistente	10, 15 e 20	Teores de até 10% de amido resistente reduziram a perda de sólidos, a digestibilidade e índice glicêmico. Entretanto, a enriquecimento combinado com o uso de goma guar, possibilitou a fabricação com níveis mais elevados.
Mirhosseini et al. (2015)	Malásia	Espaguete	Investigar o efeito da incorporação de farinha de abobora e de semente de Durian	Abobora e Durian(<i>Duriozib ethinus</i>)	25 e 50	Dentre as formulações, a amostra de 25% obteve melhor aceitação sensorial e a manutenção das características tecnológicas do espaguete sem glúten.
Marco et al. (2014)	Argentina	Espaguete	Avaliar o efeito da adição de spirulina na qualidade nutricional e tecnológica das massas	Biomassa de spirulina	5, 10 e 20	O estudo mostrou que a adição de 20% provoca alterações aceitáveis na qualidade do macarrão, além de proporcionar maiores níveis de proteína e de compostos fenólicos totais.

Continua.

Continuação.

Sant'Anna et al. (2014)	Brasil	Fettucini	Avaliar a incorporação dos bagaços de uva em pó na preparação de massas talharim	Bagaço de uva em pó	27, 50 75	Os resultados mostraram que a adição de até 25% não interfere significativamente nas características do produto. Além disso, houve um aumento significativo no conteúdo fenólico e atividade antioxidante
Wojtowicz e Moscicki (2014)	Polônia	Espaguete pré-cozido	Investigar a aplicação da tecnologia de extrusão/cozimento na fabricação de massas pré-cozidas enriquecidas com leguminosas.	Feijão branco, feijão amarelo, ervilha e lentilha	10, 20, 30, e 40	Os níveis de até 30% apresentaram propriedades físicas e sensoriais satisfatórias, principalmente textura, firmeza e organização molecular.
Yadav et al. (2014)	Índia	Espaguete	Avaliar as propriedades funcionais das farinhas nativas através das características de qualidade e aceitação do macarrão.	Colocasia(<i>Clocas íaesculenta</i>) e Castanha-de-água (<i>Eleocharisdulcis</i>)	25	De acordo com o estudo os enriquecimentos com as farinhas destas plantas nativas afetaram negativamente as características do espaguete. Porém em níveis considerados aceitáveis, apresentando viabilidade, visto que, os produtos enriquecidos apresentaram boa qualidade nutricional, além de serem isentos de glúten.
Khan et al. (2013)	Austrália	Espaguete	Avaliar o efeito da incorporação de sorgo vermelho e branco nas propriedades da massa e na qualidade do macarrão.	Sorgo vermelho e branco e farelo de trigo	20, 30 e 40	De acordo com estudo todos os níveis de adição apresentaram teores satisfatórios de fibra dietética, no entanto, houve a redução significativa do conteúdo fenólico após a cocção do espaguete.

Continua.

Continuação.

Padalino et al. (2013)	Itália	Espaguete	Fabricação e caracterização de espaguete sem glúten com base em farinha de milho e de diferentes tipos de farinhas vegetais.	Alcachofra, aspargos, abóbora, abobrinha, tomate, pimentão amarelo, pimenta vermelha, pimenta verde, cenoura, brócolis, espinafre, berinjela e erva-doce	15	Os melhores resultados foram encontrados nas amostras enriquecidas com pimentão amarelo, que apresentaram maior atividade antioxidante e menor impacto nas propriedades reológicas e no cozimento das massas.
Rajeswari et al. (2013)	Índia	Espaguete	Estudar a influência de cebola em pó no processamento de massas	Cebola em pó	5, 10 e 15	O estudo mostrou que todas as formulações obtiveram baixa perda de sólidos (3,6 a 4,9%) e qualidade e aceitabilidade semelhante ao controle. Porém as amostras enriquecidas que também utilizaram hidróxi-metil-celulose se destacou devido a maior retenção de quercitina (71%) na massa cozida.
Silva et al. (2013)	Holanda	Espaguete	Avaliar o efeito da adição de brócolis na estrutura e qualidade de espaguete com farinha de batata doce e trigo Durum.	Brócolis	4, 10 e 20	De acordo com os autores a incorporação de brócolis em pó em espaguete a base de batata doce provoca enfraquecimento da estrutura. Porém o enriquecimento em massas a base de trigo apresentou boa resistência até 20% de substituição.
Sun-Waterhouse et al. (2013)	Nova Zelândia	Talharim	Determinar a estabilidade de Polifenóis e fibra dietética do sabugueiro nas massas.	Sabugueiro (<i>SabucusNigra</i>)	25	O estudo revela que houve alterações nas características sensoriais, de texturas e no cozimento das massas. Entretanto, que a utilização do sabugueiro contribuiu para o aumento do teor de fibras dietéticas, proteínas e do teor de pólfenóis.

Continuação.

Cabrera-Chavés et al. (2012)	Itália	Espaguete	Desenvolver formulações de macarrão de arroz enriquecidos com amaranto.	Sementes de Amaranto (<i>Amaranthus</i>)	25	A adição de até 25% melhorou as características nutricionais sem afetar significativamente a qualidade do macarrão. Para os autores a utilização de temperaturas mais elevadas na extrusão proporciona a interação das proteínas com o amido.
Li et al. (2012)	Taiwan	Espaguete	Investigar o efeito da adição nas propriedades reológicas da massa e na qualidade do macarrão.	Inhame roxo	5, 10, 15, 20 e 25	As formulações até 15% apresentaram resultados satisfatórios quanto a aceitação sensorial, a textura e qualidade tecnológica da massa.
Mahmound et al. (2012)	Arabia Saudita	Espaguete	Produzir um novo macarrão enriquecido com proteínas.	Tremoço (<i>Lupinus</i>)	5, 10, 15, 20 e 25	Os resultados obtidos mostraram alta viabilidade no desenvolvimento deste produto, pois as amostras enriquecidas apresentaram boa aceitabilidade sensorial, melhor qualidade nutricional e mantiveram a qualidade tecnológica.
Baiano et al. (2011)	Itália	Espaguete	Produzir espaguetes funcionais de semolina e farinha de soja tostada ou farinha de soja desengordurada parcialmente.	Soja	5, 10, 15, 25 e 50	Os autores relatam que as proteínas da soja foram capazes de diminuir as perdas na qualidade devido à diminuição do teor de proteínas do glúten. Além disso, os produtos obtidos obtiveram boa aceitação sensorial em relação ao controle.
Choo et al. (2014)	Malásia	Macarrão instantâneo	Determinar a viabilidade do uso da farinha de banana verde como fonte de fibra no macarrão	Banana verde e β -glucana	10 e 30	Segundo os autores as massas enriquecidas apresentaram maior atividade antioxidante, maior valor nutricional e características de cozimento semelhantes. Além disso, a avaliação sensorial não diferiu do controle.

Continua.

Continuação.

Galegos-Infante (2010)	México	Espaguete	Estudar o efeito da adição de farinha de feijão comum a semolina na qualidade de cozimento e teor de fenólicos totais de massas.	Feijão (<i>Phaseolus vulgaris L.</i>)		A incorporação das farinhas afetaram as características de cozimento (aumento de até 233,3% na perda de sólidos e a diminuição da firmeza). Também houve a diminuição do tempo de cozimento e aumento do conteúdo fenólico total.
Petitot et al. (2010)	França	Espaguete	Determinar o impacto da adição de leguminosas nas características do macarrão	Ervilha e Feijão Guandu	35	Os resultados revelam que níveis mais elevados (acima de 35%) afetaram negativamente a qualidade de cozimento e a textura dos produtos.
Chillo et al. (2008)	Itália	Espaguete	Comparar o efeito da adição de três farinhas, quinoa, fava e grão de bico, na qualidade de espaguete na base da farinha de amaranto.	Quinoa, fava e grão de bico	10,7	Todas as amostras apresentaram resultados satisfatórios para as propriedades de textura e reológicas, além de boa aceitação sensorial.
Limroongreungrat e Huang (2007)	Tailândia	Espaguete	Desenvolver um novo macarrão a partir da farinha de batata doce alcalina enriquecida com proteínas de soja	Batata doce e Soja	15, 30 e 45	O teor de perda de sólidos variou entre 9,9 e 16,6%, a firmeza entre 1,8 e 0,4 N e os teores de carotenóides entre 7,9 e 2,7 mg/100 g de acordo com a proporção de enriquecimento.
Sozer et al. (2007)	Turquia	Espaguete	Avaliar a influencia da adição do amido resistente RS ₃ e na qualidade de cozimento do espaguete	Amido resistente (patente RS ₃)	10	A substituição do farelo de trigo pelo amido resistente melhorou a qualidade sensorial do espaguete e preservou o teor de fibra dietética. Além disso, a pré-gelatinização melhorou as características de cozimento.
Herken et al. (2007)	Turquia	Espaguete	Avaliar a incorporação de feijão caupi em macarrão sob a melhoria nutricional, bem como, avaliar a estabilidade antioxidante.	FeijãoCaupi	10, 15 e 20	As amostras enriquecidas apresentaram menor aceitação sensorial em relação ao controle. Apesar disso, as características de cozimento e de textura apresentaram resultados aceitáveis.

4.0 DISCUSSÃO

Em todos os 24 estudos selecionados, o objetivo principal foi a avaliar os efeitos da adição das farinhas de fontes alternativas de vegetais, conseqüentemente a avaliação da manutenção da qualidade se torna imprescindível para a determinação da aplicabilidade destas fontes (CHILLO et al. 2008). Dentre as metodologias mais utilizadas constavam a determinação do tempo ótimo de cozimento, perda de sólidos solúveis na água de cozimento e absorção de água.

Para Leitão et al. (1990), é extremamente importante caracterizar as massas desenvolvidas quanto ao tempo ótimo de cozimento, evitando assim perdas na qualidade do produto, devido ao excesso ou ao insuficiente tempo de cozimento. Nos estudos analisados observou-se uma variação considerável no tempo necessário para o cozimento. Isto é explicado pela diferença na composição das matérias-primas e nas dimensões dos produtos, como a espessura, por exemplo.

De acordo com Ciacco e Chang (1986), para a referência do percentual de perdas de sólidos tem-se que: Muito bom (menor que 5,5%); Bom (5,5 a 6,6%); Médio (6,7 a 8,0%) e Ruim (maior que 8,0%). Dentre os estudos analisados alguns apresentaram resultados negativos como, por exemplo, Gull et al. (2015), que avaliando a influência da adição de cenoura em pó em massas relataram perdas de 7,66 a 17,20%.

No entanto, a maioria dos experimentos apresentaram resultados positivos como, por exemplo, Wójtowicz e Móscicki (2014) que demonstram perdas de sólidos entre 5,0 e 6,4%, em substituição parcial de até 30% com farinhas de lentilha e pimentão amarelo, e Sant'Anna et al. (2014) que, ao adicionar bagaço de uva em pó em massas talharim, encontraram perdas de sólidos no cozimento entre 5,38 e 6,35%.

De acordo com Hummel (1966), para massas alimentícias à base de farinha de trigo, a proporção de absorção de água deve ser de no mínimo 100% de aumento do macarrão após o cozimento, porém observou-se valores inferiores em alguns estudos selecionados, como os resultados para absorção de água de Sant'Anna et al. (2014) que não mostraram diferença estatística entre o controle e as amostras enriquecidas com bagaço de uva em pó, que ficaram entre 89,2 e 85,24%. Já nos experimentos de Marco et al. (2014), com a adição da biomassa de spirulina houve um aumento da absorção de água, e os resultados variaram de 148,7% para o controle até 158,47% para a amostra com 15% de spirulina.

Segundo Granito et al. (2004), a temperatura durante a fabricação dos produtos influencia diretamente na capacidade de absorção de água durante o cozimento, em

virtude de alterações no macarrão, decorrentes da desnaturação das proteínas. Para Kober et al. (2007), a capacidade de absorção de água também depende do tipo de amido presente e da proporção entre o teor de amilose e de amilopectina, além do tamanho dos grânulos de amido.

Observou-se também nos estudos analisados que a avaliação das propriedades de textura é de extrema importância na determinação da qualidade tecnológica dos produtos. Dentre os parâmetros mais importantes estão a firmeza, a adesividade, a coesividade, a mastigabilidade e a dureza. Segundo Li et al. (2012), a modificação nas propriedades de textura está diretamente ligada ao teor de proteínas de formação da rede de glúten, ou seja, à medida em que se aumenta a proporção de farinhas não convencionais na substituição da farinha de trigo nas massas alimentícias, menor a disponibilidade das proteínas do glúten.

Em consequência disto, podem ocorrer impactos negativos nas características tecnológicas das massas alimentícias (LI et al., 2012). Em estudo, Gull et al. (2015) perceberam que, à medida em que se aumentou a proporção da farinha de cenoura (2,0 a 50,0%) em espaguete à base de milho, ocorreu a diminuição da firmeza (4,42 e 2,14 N). Já no trabalho de Silva et al. (2013), os resultados foram aceitáveis até o incremento de 20% de brócolis em pó nas massas e Petitot et al. (2009) concluíram que as propriedades de textura das massas tiveram resultados satisfatórios até níveis de 35% de enriquecimento com farinhas de ervilhas e feijão fava.

Ainda segundo Silva et al. (2013), apesar das farinhas de vegetais afetarem a organização molecular dos produtos, a formação de uma rede de glúten de qualidade é capaz de suportar determinada quantidade de farinhas não convencionais incorporadas na massa, mesmo com a diminuição do teor de proteínas do trigo por conta do enriquecimento.

A utilização de fontes protéicas e de fibras, como por exemplo, a de soja, pode minimizar as perdas na qualidade devido a esta limitação. Alguns estudos mostraram que a incorporação desta matéria-prima, foi fundamental na manutenção das propriedades reológicas do macarrão, principalmente, em produtos livres de glúten. Limroongreungrat e Huang (2007) elaboraram amostras de massas com farinha de batata doce e soja e os resultados foram satisfatórios até 15% de enriquecimento, principalmente, para coesividade (entre 0,59 e 0,58), viscosidade (entre 7,8 e 6,8 Ns), firmeza (entre 1,8 e 1,0 N) e elasticidade (entre 1,18 e 1,15 mm).

Para Sozer et al. (2007), uma das alternativas mais viáveis de reduzir o impacto da diminuição das proteínas do glúten é a utilização de fontes de fibra dietética como o farelo de trigo e amido resistente. No estudo de Sozer et al. (2007), o enriquecimento com o amido resistente e farelo de trigo apresentaram resultados semelhantes para textura em relação ao padrão. Dentre os parâmetros pode-se destacar a dureza (3,79, 33,74 e 47,14 N), adesividade (0,40, 0,40 e 0,70 N.s.), e coesividade (0,85, 0,83 e 0,76 N.s./N.s.) nas amostras controle, com amido resistente e com farelo, respectivamente.

Outro ponto extremamente relevante é a qualidade sensorial das massas alimentícias. Nos estudos pode-se observar que diversos fatores influenciaram nas características sensoriais, como por exemplo, a cor, a textura, o sabor e o odor. No trabalho de Choo et al. (2010), a avaliação sensorial mostrou boa aceitação do macarrão enriquecido com 30% de farinha de banana verde em relação ao controle, ambos classificados positivamente quanto à aceitação global (muito bom), sabor (bom), elasticidade (bom) e firmeza (bom). Porém, as menores médias foram registradas para a cor, classificando-os como ruins, comparado ao padrão comercial, classificado como muito bom. Desta forma, observar-se que os consumidores possuem um padrão de qualidade, no que diz respeito à cor, com base nos produtos encontrados nas prateleiras.

Da mesma forma, no estudo de Mirhosseini et al. (2015), que enriqueceram amostras de massas alimentícias com farinha de abóbora e de semente de durian (*Duriozibethinus*) e os resultados na avaliação sensorial foram próximos de bons para cor, aparência, firmeza, aroma e aceitação global, quando os provadores avaliaram o padrão comercial e para as amostras controle, de 25% e 50% de adição de farinha de abóbora. Já nas formulações contendo 25 e 50% de farinha de sementes durian as médias foram as menores, consideradas como ruins, principalmente para cor. Ainda segundo estes autores, as amostras contendo durian apresentaram cor amarronzada e aspecto mais grosseiro, o que pode ter influenciado na avaliação sensorial, pois, as amostras contendo farinha de abóbora apresentavam características semelhantes aos padrões utilizados.

Com base nos estudos da Tabela 1, pode-se observar que a qualidade sensorial está relacionada com o tipo de matéria-prima de enriquecimento, ou seja, os produtos que utilizaram farinhas que preservaram mais as características das massas alimentícias mais comuns aos consumidores, obtiveram melhor avaliação. Diversos trabalhos alcançaram resultados satisfatórios, como nos experimentos de Rajeswari et al. (2013), que adicionaram cebola em pó nas massas e obtiveram dados semelhantes ao padrão

utilizado. Wojtowicz e Moscicki (2014) enriqueceram macarrão com diferentes tipos de leguminosas e obtiveram boa aceitação sensorial das amostras, com scores semelhantes ao recebidos pelo macarrão padrão.

No entanto, alguns estudos receberam avaliações negativas, como por exemplo, no de Sun-Waterhouse et al. (2013), que ao adicionar suco concentrado de sabugueiro (*Sambucusnigra*) relataram alterações indesejadas na qualidade sensorial. Yadav et al. (2014), que observaram resultados insatisfatórios quanto à qualidade sensorial para as amostras contendo 25% de farinha de colocasia (*Colocasiaesculenta*) e de castanha-de-água (*Eleocharisdulcis*) e Khan et al. (2013), que incorporaram farinhas de sorgo (*Sorghum bicolor (L.) Moench*) e de farelo de trigo, comentam avanços na qualidade nutricional, porém baixa aceitabilidade sensorial para as amostras enriquecidas.

5.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da análise dos estudos identificados foi possível discutir os principais avanços no desenvolvimento de massas alimentícias enriquecidas com diferentes farinhas de vegetais. Os experimentos revelaram novas alternativas de produção destes alimentos, ampliando a gama de matérias-primas. Além disso, os autores evidenciaram que a incorporação de ingredientes não convencionais influenciam diretamente na qualidade tecnológica do macarrão, principalmente devido à ausência ou redução do teor de proteínas do glúten. Por outro lado, diversos tipos de matérias-primas utilizadas possibilitaram o desenvolvimento de produtos com qualidade satisfatória, em função de suas características de composição química.

Os experimentos também mostraram que a qualidade sensorial está relacionada com o tipo de matéria-prima de enriquecimento, pois, os produtos que utilizaram farinhas que preservaram mais as características de massa alimentícias obtiveram maior aceitação sensorial.

Assim este permitiu sistematizar informações facilitando o acesso e a divulgação destes experimentos, retratando o cenário atual, o que torna possível orientar novos estudos que possam contribuir para o avanço da ciência.

6.0 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) pelo auxílio financeiro do projeto “Tecnologias de aproveitamento de descartes vegetais: integrando saúde, sustentabilidade e desenvolvimento social, junto a

comunidades vulneráveis de Salvador-BA” nº 7059/2012 e a bolsa de mestrado do primeiro autor.

7.0 REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE MASSAS ALIMENTÍCIAS - ABIMA. Disponível em: <http://www.abima.com.br>. Acesso em 19/05/2015.
- BAIANO, A. et al. Cooking behaviour and acceptability of composite pasta made of semolina and toasted or partially defatted soy flour. **LWT - Food Science and Technology**, v. 44, p. 1226-1232, 2011.
- BARBIROLI, A. et al. Process conditions affect starch structure and its interactions with proteins in rice pasta. **Carbohydrate Polymers**, v.92, p.1865-1872, 2013.
- BRASIL. **RESOLUÇÃO-ANVISA Nº 263, de 22 de setembro de 2005**. Aprova o "Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos".
- BRUNEEL, C. et al. The impact of the protein network on the pasting and cooking properties of dry pasta products. **Food Chemistry**, v. 120, p. 371-378, 2010.
- BUSTOS, M.C. et al. Sensory and nutritional attributes of fibre-enriched pasta. **LWT - Food Science and Technology**, v. 44, p. 1429-1434, 2011.
- CABRERA-CHÁVES, F. et al. Molecular rearrangements in extrusion processes for the production of amaranth-enriched, gluten-free rice pasta. **LWT - Food Science and Technology**, v. 47, p. 421-426, 2012.
- CIACCO, C.F.; CHANG, Y.K. **Como fazer massas**. São Paulo: Ícone, 1986. 127p.
- CHILLO, S. et al. Quality of spaghetti in base Amaranthus whole meal flour added with quinoa, broad bean and chickpea. **Journal of Food Engineering**, v. 84, p. 101-107, 2008.
- CHOO, C.L. et al. Effects of banana flour and b-glucan on the nutritional and sensory evaluation of noodles. **Food Chemistry**, v.119, p. 34-40, 2010.
- GALLEGOS-INFANTE, J.A. Quality of spaghetti pasta containing Mexican common bean flour (*Phaseolus vulgaris L.*). **Food Chemistry**, v.119, p. 1544-1549, 2010.
- GIUBERT, G. et al. Cooking quality and starch digestibility of gluten free pasta using new bean flour. **Food Chemistry**, v. 175, p. 43-49, 2015.
- GRANITO, M. G. et al. Efecto del procesamiento sobre las propiedades funcionales de Vignasinesis. **Interciência**, v. 29, p. 521-526, 2004.
- GULL, A. et al. Effect of millet flours and carrot pomace on cooking qualities, color and texture of developed pasta. **LWT - Food Science and Technology**, v. 63, p. 470-474, 2015.
- HERKEN, N.E. et al. Effect of storage on the phytic acid content, total antioxidant capacity and organoleptic properties of macaroni enriched with cowpea flour. **Journal of Food Engineering**, v. 78, p. 366-372, 2007.
- HILL, I.D. What are the sensitivity and specificity of serologic tests for celiac disease? Do sensitivity and specificity vary in different populations? **Gastroenterology**, V. 128, p. S25-S32, 2005.
- HUMMEL, C. **Macaroni products**. London: Food Trade Press, 1966. 287p.
- KHAN, I. et al. Effect of sorghum flour addition on resistant starch content, phenolic profile and antioxidant capacity of durum wheat pasta. **Food Research International**, v.54, p.578-586, 2013.
- KOBER, E. et al. Modification of water absorption capacity of a plastic based on bean protein using gamma irradiated starches as additives. **Radiation Physics and Chemistry** v.76, p. 56-60, 2007.
- LEITÃO, R. F. F. et al. **Tecnologia de macarrão**. Campinas: Tecnologia de Alimentos, 1990. 71p.

- LI, P. et al. Textural and sensory properties of salted noodles containing purple yam flour. **Food Research International**, v. 47, p. 223-228, 2012.
- LIMROONGREUNGRAT, K.; HUANG, Y. Pasta products made from sweetpotato fortified with soy protein. **LWT - Food Science and Technology**, v. 40, p. 200-206, 2007.
- MAHMOUND, E.A.M. et al. Production of high protein quality noodles using wheat flour fortified with different protein products from lupine. **Annals of Agricultural Science**, v. 57, p. 105-112, 2012.
- MARCHYLO, B. et al.(2004). Improving the texture of pasta. In D. Kilcast (Ed.), *Solid foods: Vol. 2. Texture in food*. New York: WoodheadPublishin Ltd and CRC Press LLC, 2004.
- MARCO, E. R. et al. Effects of spirulina biomass on the technological and nutritional quality of bread wheat pasta. **Food Science and Technology**, v.58, p. 102-108, 2014.
- MARTI, A. et al. Rice-based pasta: a comparison between conventional pasta-making and extrusion-cooking. **Journal of Cereal Science**, v. 52, p. 404-409, 2010.
- MENON, R. et al. Cooking behavior and starch digestibility of NUTRIOSE (resistant starch) enriched noodles from swet potato flour and starch. **Food Chemistry**, v.182, p.217-223, 2015.
- MIRHORSSEINI, H. et al. Effect of partial replacement of corn flour with durian seed flour and pumpkin flour on cooking yield, texture properties, and sensory attributes of gluten free pasta. **LWT - Food Science and Technology**, v. 63, p. 184-190, 2015.
- PADALINO, L. Manufacture and characterization of gluten-free spaghetti enriched with vegetable flour. **Journal of Cereal Science**, v. 57, p. 333-342, 2013.
- PETITOT, M. et al. Fortification of pasta with split pea and faba bean flours: Pasta processing and quality evaluation. **Food Research International**, v. 43, p. 634-641, 2010.
- RAJESWARI, G. et al. Influence of onion powder and its hydrocolloid blends on pasta dough, pasting, microstructure, cooking and sensory characteristics. **Food Bioscience** v.4, p.13-20, 2013.
- SANT'ANNA, V. et al. The effect of the incorporation of grape marc powder in fettuccini pasta properties. **Food Science and Technology**, v. 58, p. 497-501, 2014.
- SILVA, E. et al. Effect of matrix and particle type on rheological, textural and structural properties of broccoli pasta and noodles. **Journal of Food Engineering**, v. 119, p. 94-103, 2013.
- SOZER, N. et al. Thermal, textural and cooking properties of spaghetti enriched with resistant starch. **Journal of Food Engineering**, v. 81, p. 476-484, 2008.
- SUN-WATERHOUSE et al. Effect of adding elderberry juice concentrate on the quality attributes polyphenol contents and antioxidant activity of three fibre-enriched pastas. **Food Research International**, v. 54, p. 781-789, 2013.
- WÓJTOWICZ, A.; MÓSCIKI, L. Influence of legume type and addition level on quality characteristics, texture and microstructure of enriched precooked pasta. **LWT - Food Science and Technology**, v. 59, p. 1175-1185, 2014.
- YADAV, B.S. et al. Studies on suitability of wheat flour blends with sweet potato, colocasia and water chestnut flours for noodle making. **LWT - Food Science and Technology**, v. 57, p. 352-358, 2014.

CAPÍTULO III

**EFEITO DA INCORPORAÇÃO DE TOMATE LIOFILIZADO NAS
CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS E NO INCREMENTO DA
CAPACIDADE ANTIOXIDANTE DE MASSA FRESCA**

RESUMO

O objetivo deste estudo foi desenvolver massas frescas do tipo espaguete, adicionadas de 5, 10 e 15% de tomate liofilizado (TL) em substituição da farinha de trigo, denominadas ESP5, ESP10 e ESP15, respectivamente, além da controle (ESP_{padrão}) com 100% de farinha de trigo. Foram realizadas análises de composição centesimal, qualidade no cozimento, textura, cor, carotenoides totais, atividade antioxidante, microbiológica e sensorial. A adição do TL provocou a diminuição significativa ($p > 0,05$) das proteínas e o aumento de cinzase fibras alimentares, entretanto, não afetou os lipídeos e os carboidratos. Comparando-se a ESP_{padrão} com às demais verificou-se que o TL provocou a diminuição do tempo de cozimento (12,22 a 10,72 min.), da absorção de água (102,45 a 86,35%), do volume (2,17 a 1,92), da firmeza (3,05 a 2,02 N) e da dureza (47,47 a 38,87 N) e o aumento da perda de sólidos (4,94 a 7,44%) e da adesividade (0,21 a 0,48 Nsec.). Nacor, a adição de TL provocou a diminuição de L* e aumento de a* e b* nas massas frescas. As amostras cruas e cozidas diferiram entre si ($p < 0,05$) para L* em ESP_{padrão} e ESP5 e para a* e b* houve diferença ($p < 0,05$) em todas as amostras. Os carotenoides diminuíram significativamente ($p < 0,05$) em todas as amostras depois cozimento, e para atividade antioxidante só houve diferença após a cocção para ESP_{padrão}. As amostras apresentaram contagem microbiológica dentro dos limites estabelecidos pela legislação e boa aceitação sensorial, principalmente com relação à cor.

Palavras-chave: massa fresca, licopeno, perdas pós-colheita, tomate em pó, qualidade tecnológica.

INTRODUÇÃO

O tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) é largamente consumido e cultivado no mundo, registrando-se, em 2013 uma produção de aproximadamente 164 milhões de toneladas em todo planeta (FAOSTAT, 2015). Entretanto, existe a preocupação com as perdas pós-colheita deste fruto, que podem ser superiores a 50% (FAO, 2011).

A redução dessas perdas e/ou um melhor aproveitamento deste fruto é importante, não só por questões socioeconômicas e ambientais, mas também por seu elevado valor nutricional e atividade antioxidante, devido à presença de compostos bioativos como o licopeno, encontrado em concentrações de 30 a 400 mg/Kg do fruto, de acordo com a variedade, condições de cultivo, tipo de solo e fatores climáticos (Naviglio et al. 2008).

Esse carotenoide é um antioxidante eficaz, capaz de sequestrar radicais livres presentes no corpo humano, sendo essencial na dieta, pois, a sua ingestão está relacionada a inúmeros benefícios à saúde, entre eles, retardo do envelhecimento e prevenção de diversos tipos de câncer e doenças cardiovasculares (Daood, 2009). Sua capacidade antioxidante é duas vezes maior que a do β -caroteno e semelhante ao antioxidante sintético Butil-hidroxi-tolueno (BHT), que é uma substância que causa danos à saúde e que possui restrição de uso (Melo et al. 2006).

Atualmente, tem aumentado a busca e, conseqüentemente, o consumo de alimentos com alegações de propriedades funcionais e/ou que ofereçam benefícios à saúde, tais como os alimentos enriquecidos com compostos antioxidantes (Paz et al. 2015).

Desta forma, a produção de massas alimentícias, adicionadas de tomate, pode ser uma alternativa em potencial para o incremento das propriedades funcionais do produto e minimizar essas perdas pós-colheita, visto que a tecnologia de produção deste alimento permite a incorporação de ingredientes não convencionais (Chillo et al., 2008). Além disso, é uma tecnologia de extrema importância econômica: a produção mundial de macarrão alcançou cerca de 14 milhões de toneladas em 2012, e entre os países de maior consumo *per capita*, o Brasil destaca-se com cerca de 6,29 kg/ano em 2014 (I.P.O., 2014).

Sendo assim, diante da ausência de estudos a respeito do aproveitamento do tomate e do potencial de aplicação na produção de macarrão, o objetivo deste estudo foi desenvolver massas alimentícias utilizando tomate sem valor comercial liofilizado, e avaliar a qualidade tecnológica, nutricional, microbiológica e sensorial dos produtos elaborados.

MATERIAL E MÉTODOS

Material

Foram aproveitados tomates sem condições de comercialização, mas próprios para consumo e/ou processamento, provenientes de uma distribuidora atacadista da Central de Abastecimento da Bahia (CEASA) (Simões Filho, Bahia, Brasil).

A farinha de trigo especial (Trigo *T. aestivium*) foi gentilmente cedida pelo moinho Canuelas S.A. (Salvador, Bahia, Brasil). O ovo em pó foi doado pela Salto's Alimentos (Salto, São Paulo, Brasil).

Métodos

Obtenção do tomate liofilizado

Os tomates foram selecionados, lavados em água corrente e sanitizados em solução clorada (150 ppm/15 min.). Em seguida, foram cortados em pedaços de aproximadamente 1 cm³, congelados a -40° C/24 h, liofilizados (Liotop L101, Brasil) a -50° C, por 48h, triturados em moinho portátil (IKA A11, China) e peneirados (60 mesh) em agitador (BERTEL 220v, Brasil). O tomate liofilizado (TL) obtido foi acondicionado em sacos de polietileno e armazenado a temperatura ambiente (25° C) no escuro até o momento das análises.

Elaboração das massas

Foram elaboradas quatro formulações de espaguete fresco contendo farinha de trigo duro (100, 95, 90 e 85%) e TL (0, 5, 10 e 15%), sendo denominadas de: ESP_{Padrão}, ESP5, ESP10 e ESP15. Na formulação das massas, foram utilizados 66,67% da farinha de trigo previamente homogeneizada com os diferentes níveis de TL, 8,33% de ovo em pó e 25% de água, para todas as amostras. O processamento foi feito em uma amassadeira/extrusora (ARKE Praticce, China), sendo adicionados primeiro os ingredientes sólidos e homogeneizados 5 min. Em seguida, foi adicionada a

água, mantendo-se a homogeneização por 10 min., obtendo-se a massa crua, que permaneceu em descanso 30 min. A seguir, a mesma foi submetida à extrusão para obtenção da massa no formato de espaguete. Os produtos finais foram acondicionados em sacos de polietileno, envoltos em papel alumínio e armazenados sob refrigeração (4° C) até o momento das análises laboratoriais (\cong 24 h).

Composição físico-química

As análises físico-químicas do TL e dos produtos desenvolvidos foram realizadas de acordo com as normas do Instituto Adolfo Lutz (Zenehon et al., 2008): a determinação de proteína bruta foi realizada pelo método de Kjeldahl; os lipídios pelo método de Soxhlet; o teor de umidade pelo método gravimétrico, em estufa a 105° C; as cinzas por incineração em mufla a 550-570°C; as fibras alimentares foram determinadas pelo método enzimático-gravimétrico; e a determinação de carboidratos foi feita por diferença.

Qualidade do cozimento

As massas elaboradas foram analisadas com relação ao tempo ótimo de cozimento (TOC), a perda de sólidos na água de cozimento, à absorção de água e ao aumento de volume. Todas as análises foram realizadas de acordo com os métodos da AACC (2000).

Textura

As características de textura de massa cozida foram determinadas em analisador de textura TA.XT-express (Stable Micro System Ltd.), calibrado para uma célula de carga de 5 Kg. A análise foi repetida pelo menos cinco vezes e para cada réplica, 5 partes de massa foram cozidas no TOC e analisadas utilizando as probes ALK-B para firmeza e p/35 para dureza e adesividade. Os parâmetros foram calculados usando o software TextureExponent TEE32 (v. 3.0.4.0).

Cor

A análise colorimétrica das massas cruas e cozidas foi realizada em colorímetro (Minolta CR-400, Tokio, Japão), pelo sistema CIELAB, considerando os atributos cromáticos L (100 = branco; 0 = preto), a^* (+, vermelho; -, verde) e b^* (+, amarelo; -, azul), utilizando-se cerca de 10 g de amostra, distribuída uniformemente em uma placa de Petri de vidro (100 x 12 mm), sendo as análises realizadas em 5 pontos distintos (quintuplicatas).

Carotenoides totais

O teor de licopeno foi determinado pelo método de Fish et al. (2002), com adaptações. Pesou-se aproximadamente 0,6 g de amostra, adicionou-se 5 mL de acetona contendo 0,05% de hidroxitoluenobutilado (BHT), 5 mL de etanol a 95% e 10 mL de hexano, agitando em vortex por 1 min. Posteriormente, os tubos foram colocados em banho de gelo por 15 min. e após mantidos sob agitação (200 rpm) (agitador orbital Tecnal, TE-1400, Brasil) 20 min. Logo após, adicionou-se 3 mL de água deionizada e procedeu-se nova agitação (200 rpm/ 5 min.). A mistura foi deixada em repouso durante 5 min. e o sobrenadante recolhido e submetido à leitura da absorbância em espectrofotômetro UV-Vis Lambda 25 (Perkin Elmer, AyerRajahCrescent, Singapore), em 503 nm. Os resultados foram calculados a partir da equação 1.

$$Licopeno \left(\frac{\mu g}{g} \right) = \frac{A_{503} \times 31,2}{Peso \ da \ amostra \ (g)} \quad \text{Equação 1}$$

Onde: A_{503} = absorbância da amostra em hexano a 503 nm; 31,2= Fator de correção do coeficiente de absorvidade molar.

Atividade antioxidante

A determinação da atividade antioxidante (AA) pelo método de ABTS foi realizado de acordo com Re et al. (1999) com modificações. O extrato foi obtido pelo método de Fish e al. (2002), sem a adição de BHT em acetona. O hexano residual foi

removido e o extrato resultante foi diluído em 5 mL de tetra-hidrofurano (THF). O radical ABTS⁺ foi gerado através da reação de 5 mL da solução aquosa de ABTS (7 mM/L) e 88 µL de solução de persulfato de potássio a 140 mM/L (2,45 mM/L concentração final). A mistura permaneceu no escuro por 14h, em seguida, diluída com etanol até a absorvância de $0,7 \pm 0,02$ a 734 nm usando um espectrofotômetro UV-VIS Lambda 25 (Perkin Elmer, AyerRajahCrescent, Singapore). Cerca de 0,3 mL de amostra ou do padrão foi adicionado a 3 mL da solução de ABTS⁺ e agitada em vórtex, e a absorvância foi lida a 734 nm com uma mistura de tetrahidrofurano: etanol (01:10) como o branco. Os resultados foram calculados de acordo com a equação 2.

$$\text{Capacidade Antioxidante (\%)} = \left(\frac{A_{abts} - A_{amostra}}{A_{abts}} \right) \times 100. \quad \text{Equação 2}$$

Onde: A_{abts} é a absorvância do radical ABTS sem adição do extrato e $A_{amostra}$ é a absorvância do radical ABTS após a reação com a amostra.

Análises Microbiológicas

Foram pesquisados os seguintes microrganismos: *Salmonella* spp., *Bacillus cereus*, estafilococos coagulase positiva, coliformes totais, coliformes termotolerantes e bolores e leveduras, conforme técnicas estabelecidas pela *American Public Health Association* (DOWNES; ITO, 2001). Os resultados foram comparados com parâmetros estabelecidos pela legislação sanitária vigente (BRASIL, 2001).

Análise Sensorial

O grau de aceitação das massas alimentícias foi avaliado por meio do teste de aceitação, com uma escala hedônica de nove pontos, com extremos entre “gostei muitíssimo” e “desgostei muitíssimo”. Em cabines individuais, 60 provadores não treinados avaliaram as amostras codificadas com três dígitos, servidas de forma monádica e aleatorizada (STONE e SIDEL, 1993). As massas foram preparadas no tempo ótimo de cozimento, adicionadas de azeite, sal e alho e, após o

preparopermaneceram em banho-maria, até a finalização do teste. Os atributos sensoriais avaliados foram: aparência, cor, sabor, textura e qualidade global. O estudo conta com a aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Escola de Nutrição da Universidade Federal da Bahia, sob número do parecer 284.735.

Análise estatística

Os resultados foram expressos em valores médios \pm desvio padrão e avaliados pela Análise de Variância (ANOVA) e teste de Tukey ($p < 0,05$). Todos os experimentos foram conduzidos em, pelo menos, três repetições ($n=3$) e em triplicada (com exceção da análise de cor e textura). Para as análises de carotenoides totais, atividade antioxidante e cor também foi aplicado o Teste T *Student* ($p < 0,01$ e $p < 0,05$) para verificar a diferença entre as amostras cruas e cozidas, assim como também foi realizado o teste de correlação entre estas análises. Todos os tratamentos estatísticos foram realizados no programa SPSS (Versão 13, EUA).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Composição físico-química

O TL utilizado na preparação do espagete fresco foi caracterizado quanto à composição química, sendo os resultados apresentados na Tabela 1. A caracterização das matérias-primas é extremamente importante, pois, as características dos produtos elaborados estão diretamente associadas à composição dos ingredientes utilizados (Silva et al., 2013). Na fabricação de massas, ainda, é extremamente importante o conhecimento da umidade dos ingredientes utilizados.

De acordo com Leitão et al. (1990), para produção de massas alimentícias de qualidade, é recomendado que a umidade da massa esteja em torno de 30% e que a farinha utilizada apresente uma umidade abaixo de 14% (Mariusso, 2008). Deste modo, é essencial também que o TL utilizado neste estudo esteja na mesma faixa de umidade.

O teor de cinzas também é importante, pois teores elevados podem acarretar manchas escuras no macarrão. Assim, para a obtenção de massas de qualidade devem ser utilizadas farinhas de trigo com baixo teor de cinzas ($\cong 0,45\%$) (Leitão et al.,1990).

Tabela 1 Caracterização química do tomate liofilizado e dos produtos elaborados.

Análises (%)	Tomate	Amostras			
	liofilizado (TL)	ESP _{Padrão}	ESP5	ESP10	ESP15
Umidade	13,84± 1,46	32,03± 0,13 ^b	30,81± 0,28 ^a	32,01± 0,18 ^b	31,99± 0,12 ^b
Proteínas	7,55± 2,40	10,60± 0,47 ^a	10,10± 0,44 ^{ab}	9,60± 0,24 ^b	9,20± 0,11 ^b
Lipídeos	0,71± 0,48	0,54± 0,14 ^a	0,66± 0,10 ^a	0,46± 0,07 ^a	0,44± 0,03 ^a
Cinzas	5,43± 0,93	1,06± 0,02 ^a	1,34± 0,04 ^{ab}	1,63± 0,06 ^b	2,15± 0,07 ^c
Fibra Alimentar	24,94± 1,04	0,62± 0,14 ^a	2,22± 0,18 ^b	3,03± 0,45 ^c	4,29± 0,04 ^d
Carboidratos	43,53± 1,68	55,76± 0,49 ^a	56,18± 0,35 ^a	56,31± 0,39 ^a	57,09± 0,17 ^a

Nota= ESP_{Padrão}= amostra controle sem a adição de tomate liofilizado; ESP5= amostra com 5% de tomate liofilizado; ESP10= amostra com 10% de tomate liofilizado; ESP15= amostra com 15% de tomate liofilizado.

^{a-c}Médias na mesma linha seguidas por letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0,05$).

As amostras de espagete fresco apresentaram boa qualidade em relação à umidade, pois todos os resultados (Tabela 1) mostram-se abaixo de 35%, limite máximo recomendado pela legislação (BRASIL, 2005). O teor de proteínas reduziu e o conteúdo de cinzas aumentou de modo significativo ($p < 0,05$) em ESP10 e ESP15, devido ao aumento da proporção de TL na massa, pois este apresentou um percentual proteico médio de 7,55% e de 5,43% de cinzas, respectivamente. Já para lipídeos e carboidratos não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras (Tabela 1).

A incorporação do TL na massa também provocou um incremento significativo ($p < 0,05$) no teor de fibras alimentares. Houve um aumento de aproximadamente 4, 5 e 7 vezes em ESP5, ESP10 e ESP15, respectivamente, em relação a ESP_{padrão} que apresentou 0,62% na sua composição.

Qualidade do cozimento

Os resultados referentes à qualidade do cozimento dos espaguetes formulados estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 Tempo ótimo de cozimento (TOC), perda de sólidos solúveis, absorção de água, aumento de volume e textura (firmeza, dureza e adesividade) do espaguete cozido.

	Amostras			
	ESP _{padrão}	ESP5	ESP10	ESP15
TOC (min)	12,22± 0,19 ^c	12,05± 0,19 ^c	11,39± 0,10 ^b	10,72± 0,10 ^a
Perdas de Sólidos (%)	4,94 ± 0,04 ^a	5,45 ± 0,08 ^{ab}	6,07 ± 0,33 ^b	7,44 ± 0,33 ^c
Absorção de Água (%)	102,45± 0,22 ^d	93,55± 1,15 ^c	90,04± 1,05 ^b	86,35± 0,9 ^a
Aumento de volume (g/g)	2,17± 0,03 ^b	2,05± 0,08 ^{ab}	1,97± 0,13 ^{ab}	1,92± 0,03 ^a
Firmeza (N)	3,05 ± 0,11 ^c	2,84 ± 0,14 ^c	2,45 ± 0,16 ^b	2,02 ± 0,06 ^a
Dureza (N)	47,47 ± 2,10 ^b	44,75 ± 4,18 ^{ab}	39,82 ± 0,36 ^a	38,87 ± 0,07 ^a
Adesividade (N.sec)	0,21± 0,02 ^a	0,29± 0,04 ^b	0,39± 0,02 ^c	0,48± 0,04 ^d

Nota= ESP_{padrão}= amostra controle sem a adição de tomate liofilizado; ESP5= amostra com 5% de tomate liofilizado; ESP10= amostra com 10% de tomate liofilizado; ESP15= amostra com 15% de tomate liofilizado.

Médias na mesma linha seguidas por letras diferentes indicam de diferença significativa ($p < 0,05$) ($n=3$).

O aumento na proporção de tomate liofilizado reduziu de forma significativa ($p < 0,05$) o TOC, exceto com relação à amostra ESP5, que teve comportamento similar ao ESP_{padrão}. A redução verificada para ESP10 foi similar à relatada por Petitot et al. (2010) em amostras de macarrão enriquecidas com farinha de fava (9,3 min. para o controle e 8,5 min. para amostra enriquecida). Padalino et al. (2013) relataram redução do TOC de 10,0 min (espaguete controle) para 7,0 min (amostra enriquecida 15% com farinha de pimentão amarelo), valor superior ao apresentado pela ESP15 (redução de 1,5 min.). A diferença na composição das matérias-primas e nas dimensões (ex. espessura) justificam essas variações (Silva et al., 2013).

Segundo Ciacco e Chang (1986) o padrão de referência para classificação da perda de sólidos é: Muito bom (menor que 5,5%); Bom (5,5 a 6,6%); Médio (6,7 a 8,0%) e Ruim (maior que 8,0%). Desta forma, pode-se observar (Tabela 2) que, apesar da perda de sólidos aumentar significativamente ($p < 0,05$) com a adição do TL os resultados foram satisfatórios, pois apenas a ESP15 com 7,44% de perda de sólidos foi enquadrada na categoria “Médio”.

Os dados de perdas de sólidos foram semelhantes aos reportados por Wójtowicz e Móscicki (2014) (5,0 a 6,4%), para formulações de espaguete com até 30% com farinhas de lentilha e pimentão amarelo e por Sant’Anna et al. (2014) (5,38 a 6,35%), em massas do tipo *fettuccini*, com até 75% de bagaço de uva em pó. Segundo Aravind et al. (2012), durante o cozimento da massa, o amido e outras substâncias solúveis, são lixiviadas para a água de cozimento. Além disso, este comportamento pode ser afetado pelo enfraquecimento da rede de glúten (Silva et al., 2013).

Foi possível observar uma redução significativa ($p < 0,05$) na capacidade de absorção de água, com o aumento do TL nas formulações (Tabela 2.). Esse comportamento foi verificado também por Sant’Anna et al. (2014), que obtiveram resultados entre 89,2 e 85,24%, para a massa *fettuccini* padrão e enriquecida com 75% de bagaço de uva em pó, respectivamente. De acordo com Kober et al. (2007) a capacidade de absorção de água em produtos farináceos pode estar relacionada com o teor e o tipo de amido presente, principal responsável pela absorção de água, explicando a redução da capacidade de absorção, que pode ser decorrente da substituição da farinha de trigo pelo TL.

O aumento de volume está diretamente relacionado com a absorção de água, ou seja, quanto maior a absorção de água maior o inchamento dos grânulos, e, conseqüentemente, o aumento do volume (Sun-Waterhouse et al., 2013). No presente

estudo, o volume da massa diminuiu à medida em que se aumentou a proporção de TL (Tabela 2), provavelmente devido à redução do teor de amido pela substituição parcial da farinha de trigo na formulação.

Textura

De acordo com a Tabela 2, a firmeza (N) foi significativamente superior ($p < 0,05$) para o $ESP_{\text{Padrão}}$ em relação às demais amostras, exceto em relação à ESP5. Tais resultados são semelhantes aos reportados por Gull et al. (2015) os quais citam que, à medida em que aumentavam a proporção da farinha de cenoura (2,0 a 50,0%) na formulação de espaguete à base de milho, a firmeza diminuía (4,42 a 2,14 N).

Com relação à dureza (N), o valor para o $ESP_{\text{Padrão}}$ foi significativamente superior ($p < 0,05$) às amostras ESP10 e ESP15, porém, as amostras ESP5, ESP10 e ESP15 não diferiram entre si. Por sua vez, a adesividade (N.sec) aumentou progressivamente com o incremento da proporção do TL, sendo todas as amostras diferentes do $ESP_{\text{Padrão}}$ ($p < 0,05$) (Tabela 2.).

No estudo de Sozer et al. (2007), as amostras de macarrão enriquecido com amido resistente e farelo de trigo também apresentaram diminuição da dureza (47,14, 33,74 e 3,79 N) e aumento da adesividade (0,40, 0,40 e 0,70 N.s.) nas amostras controle (à base de trigo), com amido resistente e com farelo, respectivamente. Tais resultados podem ser explicados pela diminuição do teor de proteínas de formação da rede de glúten, devido ao aumento da proporção de farinhas não convencionais, ocorrendo má formação do glúten e, conseqüentemente diminuição da dureza e aumento da adesividade (Li et al., 2012).

Entretanto, Silva et al. (2013) ao enriquecerem amostras de macarrão com brócolis em pó, mostraram que apesar da substituição(até 20%) afetar a organização

molecular dos produtos, a formação de uma rede de glúten de qualidade foi capaz de suportar determinada quantidade de farinhas não convencionais incorporadas na massa.

Cor

Os resultados obtidos para os parâmetros de cor L^* , a^* e b^* estão apresentados na Tabela 3. Observa-se uma diminuição significativa ($p < 0,05$) na luminosidade (L^*) em ESP5, ESP10 e ESP15, com o aumento de TL nas formulações cruas e cozidas, enquanto os parâmetros a^* e b^* apresentaram aumento progressivo, com aumento das tonalidades vermelha e amarela, respectivamente, em função da coloração vermelha do TL, sendo que todas as amostras diferiram significativamente ($p < 0,05$) entre si.

Comparando-se cada amostra antes e após a cocção foi possível verificar que para o parâmetro L^* houve diferença significativa apenas para $ESP_{padrão}$ e ESP5 ($p < 0,05$) (Tabela 3.). Os valores de a^* e b^* reduziram significativamente com o cozimento para todas as amostras. Este comportamento é explicado pela alteração na estrutura química dos carotenoides, que sob temperatura elevada sofrem isomerização da forma *trans* para *cis*, com relativa perda de cor (Delgado-Vargas, 2000).

Além disso, com o aumento da quantidade de água, o volume do macarrão aumentou consideravelmente, conseqüentemente, houve uma maior dispersão dos pigmentos após a cocção. Resultados semelhantes foram encontrados por Sant'Anna et al. (2014) em massas *fettuccini* com bagaço e de uva em pó, e Petitot et al. (2010) em macarrão fortificado com farinha de ervilha.

Tabela 3 Resultados de carotenoides totais (CT), Atividade Antioxidante (AA) e cor dos espaguetes crus e cozidos.

Amostra	CT ($\mu\text{m/g}$) (base seca)		AA (%)		Cor					
					<i>L</i> *		<i>a</i> *		<i>b</i> *	
					Cru	cozido	Cru	cozido	cru	cozido
ESP _{padrão}	Nd	Nd	70,33±0,71 ^{aC}	61,39±0,91 ^{bD}	80,06±0,04 ^{aA}	73,98±1,04 ^{bA}	7,28 ±0,18 ^{aD}	4,29±0,35 ^{bD}	24,42±0,55 ^{aD}	18,11±0,78 ^{bD}
ESP5	55,59±0,69 ^{aC}	49,33±0,88 ^{bC}	71,32±1,21 ^{aC}	72,50±0,68 ^{aC}	70,07±1,04 ^{aB}	66,50±0,78 ^{bBC}	23,96±0,78 ^{aC}	11,86±0,41 ^{bC}	38,74±0,36 ^{aA}	32,94±1,24 ^{bC}
ESP10	95,96±2,29 ^{aB}	83,74±2,11 ^{bB}	77,11±1,62 ^{aB}	78,38±1,37 ^{aB}	69,75±1,22 ^{aB}	68,02±1,19 ^{aB}	29,13±0,69 ^{aB}	19,87±0,86 ^{bB}	36,00±0,58 ^{aB}	43,36±0,65 ^{bB}
ESP15	130,66±1,10 ^{aA}	117,84±1,57 ^{bA}	80,68±1,32 ^{aA}	82,19±0,79 ^{aA}	65,36±0,49 ^{aC}	64,85±0,61 ^{aC}	37,70±0,04 ^{aA}	25,45±0,80 ^{bA}	33,50±0,48 ^{aC}	46,57±0,82 ^{bA}

ESP_{padrão}= amostra controle sem a adição de tomate liofilizado; ESP5= amostra com 5% de tomate liofilizado; ESP10= amostra com 10% de tomate liofilizado; ESP15= amostra com 15% de tomate liofilizado.

^{a-b} As letras indicam diferença estatística ($p < 0,05$) entre massas cruas e cozidas pelo Teste T Student.

^{A-B} As letras indicam diferença estatística ($p < 0,05$) entre as amostras na mesma coluna pelo Teste de Tukey.

Nd= não detectado.

Carotenoides totais

Na Tabela 3 observa-se, que todas as amostras diferiram ($p < 0,05$) entre si quanto ao teor de carotenoides, ocorrendo um aumento progressivo com a adição do TL. Quando comparadas antes e após a cocção, as amostras cozidas apresentaram teor de carotenoides significativamente menor ($p < 0,05$), possivelmente decorrente da perda de sólidos e das alterações na estrutura química dos carotenoides em função da temperatura aplicada na cocção.

Apesar da perda significativa, as porcentagens de retenção de carotenoides das amostras ESP5, ESP10 e ESP15 foram de 88,74, 87,27 e 90,20%, respectivamente, resultados superiores aos descritos por Paladino et al. (2013). Nesse trabalho a retenção de carotenoides totais foi de apenas 11,53% em espaguete enriquecido com pimentão amarelo, pois o macarrão foi submetido a secagem (65° C), etapa não aplicada no presente estudo.

Atividade antioxidante

Com base nos resultados apresentados na Tabela 3, foi possível verificar que tanto as amostras cruas quanto as cozidas apresentaram elevada AA, sendo que houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as mesmas quando aplicado Teste de Tukey, observando-se um incremento da AA decorrente do aumento da proporção de TL, com exceção da ESP_{padrão} e ESP5 cruas que não diferiram ($p > 0,05$) entre si. E através do Teste T, foi verificado que apenas a ESP_{padrão} apresentou uma redução significativa da AA ($p < 0,05$), de aproximadamente 9% após a cocção, em relação à ESP_{padrão} crua.

A atividade antioxidante da amostra ESP_{padrão} pode ser decorrente de compostos bioativos presentes na farinha trigo e no ovo em pó, como por exemplo, compostos fenólicos, flavonoides e outros carotenoides. A redução desta atividade pode

ter ocorrido em consequência da maior sensibilidade destes compostos à temperatura (Yaoguang et al., 2015; Nimalaratne et al., 2016) em comparação com o licopeno.

A preservação da atividade antioxidante das formulações com TL (ESP5, ESP10 e ESP15) pode ser explicada com base no estudo de Dewanto et al. (2002), em que amostras de extrato de tomate foram submetidas a tratamento térmico a 88° C por 30 min e a atividade antioxidante aumentou. Desta forma, sugere-se que a adição do tomate liofilizado, rico em licopeno, provocou um incremento da atividade antioxidante, bem como, maior estabilidade após o cozimento da massa.

Correlação da Cor, Carotenoides totais e Atividade Antioxidante

Na Tabela 4 é possível observar a forte correlação ($p < 0,01$) entre os parâmetros de cor L^* e a^* com CT e %AA, enquanto a correlação dos resultados de b^* com os CT e %AA foi moderada ($p < 0,05$) para as amostras cruas e forte ($p < 0,01$) para as cozidas. Os valores negativos do parâmetro L^* significam que o mesmo reduz com o aumento do CT e da %AA. As correlações positivas para a^* e b^* demonstram um aumento desses parâmetros com maior conteúdo de CT e maior % AA.

Tabela 4. Correlações entre os parâmetros de cor (L^* , a^* e b^*), carotenoides totais (CT) e atividade antioxidante (%AA) nas massas cruas e cozidas.

	CTcru ($\mu\text{m/g}$)	CTcoz ($\mu\text{m/g}$)	Lcru*	acru*	bcru*	Lcoz*	acoz*	bcoz*	%AA cru	%AA coz.
CTcru ($\mu\text{m/g}$)	1									
CTcoz ($\mu\text{m/g}$)	0,999**	1								
Lcru*	-0,943**	-0,940**	1							
acru*	0,988**	0,986**	-0,980**	1						
bcru*	0,596*	0,590*	-0,773**	0,691*	1					
Lcoz*	-0,857**	-0,849**	0,926**	-0,916**	-0,805**	1				
acoz*	0,995**	0,997**	-0,919**	0,971**	0,538	-0,807**	1			
bcoz*	0,985**	0,985**	-0,945**	0,977**	0,682*	-0,846**	0,978**	1		
%AA cru	0,922**	0,921**	-0,795**	0,864**	0,303	-0,620*	0,944**	0,889**	1	
%AA cozido	0,986**	0,984**	-0,953**	0,985**	0,690*	-0,873**	0,975**	0,994**	0,884**	1

**indicam forte correlação ($p < 0,01$); *indicam correlação moderada ($p < 0,05$).

Os resultados das correlações entre os CT e a %AA também mostraram forte relação ($p < 0,01$) do aumento da concentração de carotenoides com o aumento da atividade antioxidante das amostras cruas e cozidas.

Análises Microbiológicas

As análises microbiológicas foram realizadas com o intuito de avaliar as condições higiênico-sanitárias das massas, após sua fabricação. Os resultados obtidos e os padrões utilizados são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5. Perfil microbiológico das massas frescas incorporadas de tomate liofilizado.

	Microorganismo					
	S	ECP/g	BC	CT	CTL	BL
	UFC/g	UFC/g	UFC/g	UFC/g	UFC/g	UFC/g
Limites Máximos*	Aus.	5×10^3	5×10^3	-	10^2	-
ESP _{Padrão}	Aus.	Aus.	$3,5 \times 10^1$	$0,5 \times 10^1$	Aus.	$4,0 \times 10^2$
ESP5	Aus.	Aus.	$1,0 \times 10^1$	$1,0 \times 10^2$	Aus.	$7,0 \times 10^2$
ESP10	Aus.	Aus.	$3,9 \times 10^2$	$6,0 \times 10^2$	Aus.	$5,65 \times 10^3$
ESP15	Aus.	Aus.	$1,0 \times 10^1$	$8,5 \times 10^1$	Aus.	$1,3 \times 10^3$

ESP_{Padrão}= amostra controle sem a adição de tomate liofilizado; ESP5= amostra com 5% de tomate liofilizado; ESP10= amostra com 10% de tomate liofilizado; ESP15= amostra com 15% de tomate liofilizado.

AUS.= Ausência; S= *Salmonella* spp.; ECP= estafilococos coagulase positiva; BC= *Bacillus cereus*; CT= Coliformes totais; CTL= Coliformes termotolerantes; BL= Bolores e leveduras.

*Limites estabelecidos pela ANVISA (BRASIL, 2001).

De acordo com os resultados, foi possível observar a ausência de *Salmonella* spp. (S), estafilococos coagulase positiva (ECP/g) e coliformes termotolerantes (CTL) em todas as amostras, estando de acordo com o padrão exigido pela legislação. Amostras de massa fresca com farinha de pescado defumado avaliadas por Maluf et al., (2010) também não apresentaram contaminação por esses microrganismos.

Para *Bacillus cereus*, foram encontrados valores entre 10^1 (ESP5 e ESP15) e $3,9 \times 10^2$ (ESP10), dados semelhantes aos relatados por Comelli et al. (2011), para massas

frescas comerciais. No entanto, tais resultados são aceitáveis considerando o limite máximo de $5,0 \times 10^3$ estabelecido pela legislação (BRASIL, 2001). De acordo com Rajkovic et al. (2013), os riscos de toxinfecções por *Bacillus cereus* ocorrem com contagens acima de 10^3 , sendo que, no maior número de casos apresentados a contagem fica acima de 10^5 . A presença deste tipo de microrganismo em produtos farináceos é comum, visto que, é encontrado no solo e, durante o processo de moagem do trigo podem ocorrer contaminações, como comprovado por Berghofer et al. (2003) com resultados na ordem de 10^2 em diferentes etapas de fabricação da farinha de trigo.

A determinação de bolores e leveduras (BL) e de coliformes totais (CT) não é exigida pela legislação, no entanto, a presença de valores elevados destes microrganismos nos alimentos é um indicativo das condições higiênico-sanitárias de produção. A amostra ESP10 apresentou a maior contagem para bolores e leveduras ($5,65 \times 10^3$) e coliformes totais ($6,0 \times 10^2$) (Tabela 5.). Esses valores são próximos aos reportados por Sanguinetti et al. (2015) para massa fresca, de $7,7 \times 10^2$ e $4,9 \times 10^2$, respectivamente. Nesse sentido, é importante ressaltar também que os produtos analisados serão consumidos pela população após processo de cocção, o que reduz significativamente a carga microbiana presente.

Análise sensorial

Os resultados do teste de aceitação estão apresentados na Tabela 6. Em relação à aparência e à cor, a amostra ESP_{padrão} apresentou as menores médias diferindo ($p < 0,05$) apenas da ESP10, que obteve a melhor aceitação para aparência, e de todas as amostras com TL, que obtiveram as melhores avaliações para cor. Os demais parâmetros (sabor, textura e qualidade global) não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$) entre as amostras.

Com base na escala hedônica disponibilizada aos provadores, todas as médias ficaram acima de “Gostei Ligeiramente” indicada como nota 6, com exceção da amostra ESP_{padrão} que apresentou médias entre “Indiferente” e “Gostei ligeiramente” indicadas como nota 5 e 6, respectivamente.

Tabela 6. Resultados da análise sensorial pelo teste de aceitação.

	Aparência	Cor	Sabor	Textura	Qualidade Global
ESP_{padrão}	5,53 ^b	5,53 ^b	6,35 ^a	6,40 ^a	6,22 ^a
ESP5	6,23 ^{ab}	6,87 ^a	6,68 ^a	6,77 ^a	6,52 ^a
ESP10	6,47 ^a	6,85 ^a	6,17 ^a	6,50 ^a	6,32 ^a
ESP15	6,28 ^{ab}	6,58 ^a	6,22 ^a	6,32 ^a	6,37 ^a

Nota= ESP_{padrão}= amostra controle sem a adição de tomate liofilizado; ESP5= amostra com 5% de tomate liofilizado; ESP10= amostra com 10% de tomate liofilizado; ESP15= amostra com 15% de tomate liofilizado.

Médias na mesma linha seguidas por letras diferentes indicam de diferença significativa ($p < 0,05$) ($n=3$) pelo Teste Tukey.

Esses dados foram semelhantes aos relatados por Mirhosseini et al. (2015), que obtiveram resultados satisfatórios para cor, aparência e qualidade global, na avaliação sensorial de massa alimentícia padrão (comercial) e de amostras adicionadas de farinha de abóbora (25% e 50%). Nas formulações contendo 25 e 50% de farinha de sementes durian, as médias foram inferiores, sendo consideradas como ruins, principalmente para cor.

Segundo os autores, as amostras contendo durian apresentaram cor tendendo ao marrom e aspecto mais grosseiro, já as enriquecidas com farinha de abóbora apresentaram coloração semelhante ao padrão comercial utilizado. No presente estudo, a melhor aceitação da cor para as amostras adicionadas de TL também pode estar relacionada à coloração mais próxima aos produtos disponíveis no comércio.

CONCLUSÃO

A adição de tomate liofilizado em espaguete fresco provocou alterações significativas na qualidade tecnológica das amostras. Apesar disto, com base na comparação com outros estudos, pode-se inferir que os produtos desenvolvidos, apresentaram características de qualidade no cozimento aceitáveis.

As alterações nos parâmetros de cor, após o cozimento, indicaram a perda de carotenoides, no entanto, a porcentagem de retenção dos mesmos permaneceu elevada e a cocção não afetou a atividade antioxidante. As correlações entre estes parâmetros comprovaram a associação entre o teor de carotenoides, a cor e a atividade antioxidante. Os produtos também apresentaram qualidade microbiológica satisfatória. Com base na análise sensorial, foi possível verificar que, de forma geral, houve uma boa aceitação sensorial, destacando-se a cor do macarrão cozido, pois, a adição do TL conferiu às formulações, coloração semelhante aos produtos comercializados, e conseqüentemente, houve melhor aceitação em relação ao padrão (produzido sem adição de corantes).

Portanto, verifica-se a viabilidade da produção de massas alimentícias com tomate liofilizado, que, além de ajudar na redução das perdas pós-colheita do tomate, contribuem para o desenvolvimento de produtos que apresentam maior valor agregado e valor nutricional, em resposta a uma demanda por alimentos com maior benefício e proteção à saúde.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) pelo auxílio financeiro do projeto “Tecnologias de aproveitamento de descartes vegetais: integrando saúde, sustentabilidade e desenvolvimento social, junto a comunidades vulneráveis de Salvador-BA”(nº 7059/2012) e pela bolsa de mestrado do primeiro autor. Ao Laboratório de Microbiologia (UFBA - Faculdade de Farmácia,

Salvador-BA) pela colaboração nas análises microbiológicas, ao Laboratório de Bromatologia (IF BAIANO- *Campus* Guanambi-BA) pelo suporte na realização das análises de textura e cor e ao Laboratório de Análise Sensorial (UNEB- *Campus* Salvador-BA) por ceder gentilmente o espaço para a realização da análise sensorial.

REFERÊNCIAS

- AACC (2000) Approved laboratory methods. American Association of Cereal Chemists, Minnesota, USA.
- Aravind, N., et al. (2012). Effect of insoluble dietary fibre addition on technological, sensory, and structural properties of durum wheat spaghetti. **Food Chem** 130: 299-309.
- Berghofer, L.K. et al. (2003). Microbiology of wheat and flour milling in Australia. **Int J Food Microbiol** 85: 137-149.
- BRASIL. Resolução **RDC ANVISA/MS nº. 12, de 02 de janeiro de 2001**. Aprova o “Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos”.
- BRASIL. **RESOLUÇÃO-ANVISA Nº 263, de 22 de setembro de 2005**. Aprova o "Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos".
- Ciacco, C.F.; Chang, Y.K. **Como fazer massas**. (1986) São Paulo: Ícone, 127.
- Chillo, S. et al. (2008). Quality of spaghetti in base Amaranthus whole meal flour added with quinoa, broad bean and chickpea. **J Food Eng** 84: 101-107.
- Comelli, C. et al. (2011). Avaliação microbiológica e da rotulagem de massas alimentícias frescas e refrigeradas comercializadas em feiras livres e supermercados. **Alim Nutr** 22: 251-258.
- Daood, H. G. (2009). Analytical and technological aspects of bioactive compounds in spice red pepper. **Acta Aliment** 38:87–97.
- Delgado-vargaset al. (2000). Natural pigments: carotenoids, anthocyanins, and betalains--characteristics, biosynthesis, processing, and stability Crit. **Rev Food Sci Nutr** 40: 173-289.
- Dewanto, V. et al (2002). Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity. **J Agric Food Chem** 50: 3010-3014.
- Downes, F.P.; Ito, K. (2001). **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. American Public Health Association, NW, Washington.
- FAO. (2011). Global food losses and food waste: extent, causes and prevention. **FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS**. Roma.
- FAOSTAT (2015). **FAOSTAT** online database at <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/browse/G2/*/E>.
- Fish, W.W. et al. (2002). A quantitative assay for lycopene that utilizes reduced volumes of organic solvents. **J Food Comp Anal** 15: 309-317.
- Gull, A. et al. (2015). Effect of millet flours and carrot pomace on cooking qualities, color and texture of developed pasta. **LWT - Food Sci Technol** 63: 470-474.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. (2008). **Métodos físicos químicos para análise de alimentos**. 4 ed. São Paulo. 1020.
- INTERNATIONAL PASTA ORGANISATION – IPO (2014). The world pasta industry status report in 2013. Roma: IPO.

- Kober, E. et al. (2007). Modification of water absorption capacity of a plastic based on bean protein using gamma irradiated starches as additives. **RadPhysChem**76: 56-60.
- Leitão, R.F.F. et al. (1990). **Tecnologia de macarrão**. Campinas: Tecnologia de Alimentos, 1990. 71p.
- Li, P. et al. (2012) Textural and sensory properties of salted noodles containing purple yam flour. **Food Res Int** 47: 223-228.
- Maluf, M.L.F. et al. (2010). Elaboração de massa fresca de macarrão enriquecida com pescado defumado. **RevInst Adolfo Lutz** 69: 84-90.
- Mariusso, A.C.B. (2008). Estudo do enriquecimento de massas alimentícias com subprodutos agroindustriais visando o melhoramento funcional e tecnológico de massas frescas. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 100p.
- Melo, E. A. et al. (2006). Capacidade Antioxidante de Hortaliças Usualmente Consumidas. **CiêncTecnol Aliment** 26: 639-644.
- Mirhorsseini, H. et al. (2015). Effect of partial replacement of corn flour with durian seed flour and pumpkin flour on cooking yield, texture properties, and sensory attributes of gluten free pasta. **LWT - Food Sci and Technol** 63: 184-190.
- Naviglio, D. et al. (2008). Characterization of High Purity Lycopene from Tomato Wastes Using a New Pressurized Extraction Approach. **J Agric Food Chem** 56: 6227-6231.
- Nimalaratne, C. et al. (2016). Effects of storage and cooking on the antioxidant capacity of laying hen eggs. **Food Chem** 194: 111-116.
- Padalino, L. et al. (2013). Manufacture and characterization of gluten-free spaghetti enriched with vegetable flour. **J Cereal Sci** 57: 333-342.
- Paz, M. et al. (2015). Brazilian fruit pulps as functional foods and additives: Evaluation of bioactive compounds. **Food Chem**172: 462-468.
- Petitot, M. et al. (2010). Fortification of pasta with split pea and faba bean flours: Pasta processing and quality evaluation. **Food Res Int** 43: 634-641.
- Re et al. (1999). Atividade antioxidante aplicando um ensaio descoloração cátion radical ABTS melhorada Grátis. **RadicBiol Med** 98: 1231-1237.
- Rajkovic et al. (2013). Toxin producing *Bacillus cereus* persist in ready-to-reheat spaghetti Bolognese mainly in vegetative state. **Int J Food Microbiol**167: 236-243.
- Sanguinetti et al. (2015). Gluten-free fresh filled pasta: The effects of xanthan and guar gum on changes in quality parameters after pasteurisation and during storage. **LWT - Food SciTechnol** 64: 678-684.
- Sant'anna, V. et al. (2014). The effect of the incorporation of grape marc powder in fettuccini pasta properties. **LWT - Food SciTechnol** 58: 497-501.
- Silva, E. et al. (2013). Effect of matrix and particle type on rheological, textural and structural properties of broccoli pasta and noodles. **J Food Eng** 119: 94-103.
- Sozer, N. et al. (2008) Thermal, textural and cooking properties of spaghetti enriched with resistant starch. **J Food Eng** 81: 476-484.
- Stone, H. S.; Sidel, J. L. (1993). **Sensory evaluation practices**. San Diego: Academic Press. 308p.
- Sun-Waterhouse et al. (2013). Effect of adding elderberry juice concentrate on the quality attributes, polyphenol contents and antioxidant activity of three fibre-enriched pastas. **Food Res Int** 54: 781-789.
- Wójtowicz, A.; Mósciki, L. (2014) Influence of legume type and addition level on quality characteristics, texture and microstructure of enriched precooked pasta. **LWT - Food SciTechnol** 59: 1175-1185.

Yaoguang, L. et al. (2015), Total phenolic, flavonoid content, and antioxidant activity of flour, noodles, and steamed bread made from different colored wheat grains by three milling methods. **Crop J** 3: 328-334.

CONCLUSÃO GERAL

Através da revisão sistemática (Capítulo 2) foi possível verificar os principais avanços no desenvolvimento de massas alimentícias enriquecidas com diferentes farinhas de vegetais. Os experimentos revelaram novas alternativas de produção destes alimentos, ampliando a gama de matérias-primas. Além disso, os autores evidenciam que a incorporação de ingredientes não convencionais influenciam diretamente na melhora, na diminuição ou na manutenção da qualidade tecnológica do macarrão.

No experimento, a adição de tomate liofilizado em espagete fresco provocou alterações significantes na qualidade tecnológica das amostras, apesar disto, com base na comparação com outros estudos pode-se inferir que todos os produtos desenvolvidos, apresentaram características de qualidade no cozimento aceitáveis. As alterações nos parâmetros de cor após o cozimento indicaram a perda de carotenoides, no entanto, a porcentagem de retenção dos mesmos permaneceu elevada e a cocção não afetou a atividade antioxidante. Além disso, as correlações entre estes parâmetros comprovaram a relação entre o teor de carotenoides, a cor e a atividade antioxidante. Os produtos também apresentaram qualidade microbiológica satisfatória e boa aceitação sensorial, principalmente em relação à cor.

Portanto, foi possível verificar a viabilidade da produção de massas alimentícias com tomate liofilizado, com destaque para a amostra com 10% de TL. Os espaguetes desenvolvidos, além de ajudar na redução das perdas pós-colheita do tomate, contribuem para o desenvolvimento de produtos que apresentam maior valor agregado e valor nutricional, em resposta a uma demanda por alimentos com maior benefício e proteção à saúde.

Por fim, é importante ressaltar a necessidade de estudos posteriores, principalmente, sobre a vida de prateleira dessas massas, da estabilidade do licopeno e da capacidade antioxidante. Além disso, a aplicação do tomate liofilizado no desenvolvimento de outros produtos.

Apêndice 1. Ficha Sensorial utilizada no teste de aceitação sensorial (Figura 1).

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA/ UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA/ UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA
ESCOLA DE NUTRIÇÃO-UFBA**

Fichas Análise sensorial/Teste de Aceitação e Intenção de Compra

Nome: _____ Idade: _____ Data: ____/____/____

1) Você está recebendo QUATRO amostras de macarrão codificadas aleatoriamente e servidas de forma monádica (uma de cada vez). Por favor, prove-as e utilizando as notas de 1 a 9 (escala abaixo) expresse a sua opinião quanto a APARÊNCIA, COR, SABOR, TEXTURA E QUALIDADE GLOBAL.

9 – Gostei muitíssimo 6 – Gostei ligeiramente 3 – Desgostei moderadamente
8 – Gostei muito 5 – Nem gostei/ Nem desgostei 2 – Desgostei muito
7 – Gostei moderadamente 4 – Desgostei ligeiramente 1- Desgostei muitíssimo

<p style="text-align: center;">256</p> <p>Atributos Valor</p> <p>APARÊNCIA..... _____</p> <p>COR..... _____</p> <p>SABOR..... _____</p> <p>TEXTURA..... _____</p> <p>QUALIDADE GLOBAL _____</p>	<p style="text-align: center;">105</p> <p>Atributos Valor</p> <p>APARÊNCIA..... _____</p> <p>COR..... _____</p> <p>SABOR..... _____</p> <p>TEXTURA..... _____</p> <p>QUALIDADE GLOBAL _____</p>
<p style="text-align: center;">420</p> <p>Atributos Valor</p> <p>APARÊNCIA..... _____</p> <p>COR..... _____</p> <p>SABOR..... _____</p> <p>TEXTURA..... _____</p> <p>QUALIDADE GLOBAL _____</p>	<p style="text-align: center;">321</p> <p>Atributos Valor</p> <p>APARÊNCIA..... _____</p> <p>COR..... _____</p> <p>SABOR..... _____</p> <p>TEXTURA..... _____</p> <p>QUALIDADE GLOBAL _____</p>

Comentários _____

Figura 1.

Apêndice 2. Termo de consentimento entregue aos provedores (Figura 2).



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA/ UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA/
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA
ESCOLA DE NUTRIÇÃO-UFBA**

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)
ANÁLISE SENSORIAL
TESTE DE ACEITAÇÃO E DE INTENÇÃO DE COMPRA DE MACARRÃO.**

Nome do Projeto: Tecnologias de aproveitamento de descartes vegetais: integrando saúde, sustentabilidade e desenvolvimento social, junto a comunidades vulneráveis de Salvador-BA

Prezado (a) Sr. (a):

Eu fui convidado(a) a participar voluntariamente da pesquisa intitulada "Tecnologias de aproveitamento de descartes vegetais: integrando saúde, sustentabilidade e desenvolvimento social, junto a comunidades vulneráveis de Salvador-BA", sob a responsabilidade da pesquisadora Profa. Ryzia de Cassia Vieira Cardoso.

Fui esclarecido(a) que o objetivo geral da pesquisa é promover a geração e a transferência de tecnologias para o aproveitamento de descartes de alimentos vegetais, buscando a integração de princípios de saúde, sustentabilidade e desenvolvimento social, junto a comunidades vulneráveis de Salvador-BA.

Estou ciente que participarei da análise sensorial de produtos desenvolvidos- macarrão adicionado de tomate em pó - na qual será realizado o Teste de Aceitação e de Intenção de Compra. Os produtos a serem experimentados serão produzidos sob cuidados higiênicos, submetidos a análises microbiológicas e liberados para análise sensorial quando adequados para consumo, de forma livre e de acordo com minha vontade, assinando esse Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Fui informado(a) que os dados serão coletados em laboratório e também que os pesquisadores comprometem-se a utilizar as informações obtidas exclusivamente para os fins estabelecidos no projeto, incluindo a elaboração de relatórios e a publicação dos resultados, sejam eles favoráveis ou não.

Fui alertado (a) ainda que não receberei nenhum pagamento pela minha participação, podendo desistir em qualquer etapa e retirar meu consentimento sem penalidades, prejuízo ou perdas e que os dados fornecidos permanecerão sob sigilo absoluto, assegurando o meu anonimato.

Estou ciente que terei acesso aos dados registrados e reforço que não fui submetido (a) a coação, indução ou intimidação. Informo ainda, que concordo com o que foi dito e estou recebendo cópia deste papel.

Finalmente, fui informado(a) que, em caso de dúvida ou maiores esclarecimentos, poderei entrar em contato com a pesquisadora Profa. Ryzia de Cassia Vieira Cardoso, na Escola de Nutrição da UFBA, localizada na Av. Araújo Pinho 32, Canela, Salvador ou pelos telefones (71) 3283-7700/7719, email ryzia@ufba.br, ou no Comitê de Ética em Pesquisa da Escola de Nutrição/UFBA, na Av. Araújo Pinho 32, Canela, Salvador telefone 3283-7704 ou pelo email cepnut@ufba.br.

Local _____, Data ____/____/____

Nome do entrevistado: _____

Declaro que recebi de forma voluntária e apropriada o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para participação nesta pesquisa.

Local _____, Data ____/____/____

Pesquisador Responsável/ Ryzia de Cassia V. Cardoso - Tel. (71) 3283-7700/7719

E-mail: ryzia@ufba.br

Figura 2.

Apêndice 3. Fotos do experimento: Figura 1. Foto do tomate liofilizado; Figura 2. Foto dos extratos de licopeno obtidos para a quantificação e análise da atividade antioxidantes das massas; Figura 3. Foto da fabricação do espaguete; Figura 4. Foto das amostras ESP_{padrão}, ESP5, ESP10 e ESP15(esquerda para a direita, respectivamente) em três repetições.



Figura 1.



Figura 3.

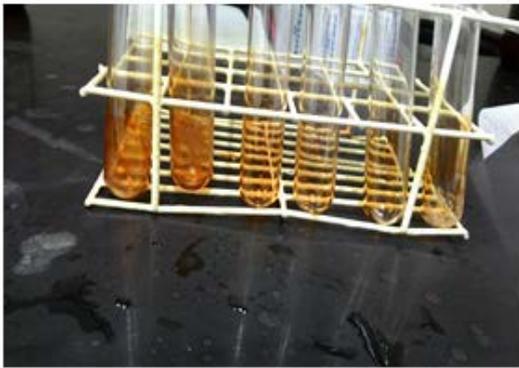


Figura 2.



Figura 4.

Apêndice 4. Espectros obtidos na análise dos carotenoides da formulação ESP10, antes e após o processo de cocção.

