



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE**  
**ALIMENTOS**

**EDILBERTO CORDEIRO DOS SANTOS JUNIOR**

**DESENVOLVIMENTO DE MASSA TIPO TALHARIM ADICIONADA DE**  
**CMS DESIDRATADA DE TILÁPIA E TOMATE EM PÓ**

**FORTALEZA**

**2015**

EDILBERTO CORDEIRO DOS SANTOS JUNIOR

DESENVOLVIMENTO DE MASSA TIPO TALHARIM ADICIONADA DE CMS  
DESIDRATADA DE TILÁPIA E TOMATE EM PÓ

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos. da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Área de concentração: Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Prof<sup>ª</sup>. PhD Elisabeth Mary Cunha da Silva.

Coorientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Dorasílvia Ferreira Pontes.

Fortaleza

2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

- 
- S234d Santos Junior, Edilberto Cordeiro dos.  
Desenvolvimento de massa tipo talharim adicionada CMS desidratada de tilápia e tomate em pó /  
Edilberto Cordeiro dos Santos Junior. – 2015.  
85f. : il., color. ; 30 cm.
- Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias,  
Departamento de Tecnologia de Alimentos, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de  
Alimentos, Fortaleza, 2015.  
Área de Concentração: Ciência e Tecnologia de Alimentos.  
Orientação: Profa. PhD. Elizabeth Mary Cunha da Silva.  
Coorientação: Prof. Dra. Dorasilva Ferreira Pontes.
1. Massa alimentícia. 2. Alimentos – Avaliação sensorial. 3. Tilápia. I. Título.

EDILBERTO CORDEIRO DOS SANTOS JUNIOR

DESENVOLVIMENTO DE MASSA TIPO TALHARIM ADICIONADA DE CMS  
DESIDRATADA DE TILÁPIA E TOMATE EM PÓ

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos, da Universidade Federal do Ceará, Área de concentração: Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Aprovada em: \_\_/\_\_/\_\_\_\_.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof<sup>ª</sup>. PhD. Elisabeth Mary Cunha da Silva (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup> Dorasílvvia Ferreira Pontes (Coorientadora)  
Universidade Federal do Ceará – UFC

---

Prof. Dr Bartolomeu Warlane Silva de Souza -Membro  
Universidade Federal do Ceará – UFC

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup> Neuma Maria de Sousa Pinheiro – Membro  
Universidade Federal do Ceará – UFC

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup> Gerla Castelo Branco Chinelate – Membro  
Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE

A meus pais, Edilberto Cordeiro e Terezinha Santos.

A meus avós maternos, Emanuel Sobrinho e Maria do Carmo (*In Memoriam*).

.

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Ceará - UFC, especialmente ao Departamento de Tecnologia de Alimentos e ao Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de alimentos, por todo o suporte laboratorial e pelo espaço acadêmico no qual construí bons relacionamentos de amizade e profissionais que perdurarão indefinidamente.

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

À professora Dra. Elisabeth Mary Cunha da Silva, pela excelente orientação, desde a origem dos projetos que foram embrião para o desenvolvimento e conclusão desta dissertação, por ter contribuído de maneira sólida nos processos e conservação de alimentos e seu exemplo de compromisso com os projetos desenvolvidos.

À Professora Dorasílvia por sua capacidade excepcional de gerenciar equipe de gabarito científico elevado e conseguir apresentar soluções práticas providenciais;

À minha família, que me fez herdar um conjunto de valores éticos e crença no poder de realização do ser humano, dotado de inteligência criativa que o torna capaz de construir pontes entre a realidade e os sonhos. Por me apoiar, mesmo com a ausência física, que sempre me motivou a alcançar os sonhos e mantendo os pés no chão e me fazendo acreditar que a felicidade é inevitável a quem vivem em harmonia com as diferentes inteligências existentes que visam o bem comum.

Aos professores, pesquisadores do Departamento de Tecnologia de Alimentos os quais contribuíram com minha formação durante o curso de mestrado que aqui vale mencioná-los:

Professor Claudio Ernani, por sua enorme contribuição na compreensão dos fundamentos da química de alimentos bem como o espaço amigável no laboratório de cereais onde além de me enturmar numa boa equipe de trabalho científico, fiz ótimas amizades;

Professor José Maria por dispor o Laboratório de Controle de Qualidade de Alimentos para realização de alguns experimentos.

Aos técnicos do laboratório de cereais, José Augusto e Rejane Albuquerque por serem sempre disponíveis e prestativos para auxiliar nos trabalhos, com alegria contagiante e otimismo e confiança no potencial dos mestrandos e doutorandos.

À MSc Maria do Socorro Chacon Mesquita, responsável técnica do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), no Centro de Pesquisas em Aquicultura

Rodolpho Von Ihering, em Pentecoste-CE, por sua inestimável contribuição e concessão da Carne Mecanicamente Separada (CMS) de tilápia.

Aos técnicos do laboratório de Carnes e Pescado, Luiz Bitu e Rose, por terem contribuído de modo incontável e indispensável para a execução do projeto de pesquisa deste trabalho, com muita atenção e paciência.

À equipe de amigos e exemplos para mim: Rafael Audino Zambelli por ter me influenciado a vir fazer o mestrado na UFC que de longe já o admirava por suas qualidades como colega acadêmico e companheiro de movimento estudantil, por sua inteligência, honestidade e dedicação acadêmica. E dessa admiração surgiu a oportunidade de contribuições profissionais e pessoais consolidando uma amizade da qual serei imensamente grato. Luan Ícaro Freitas Pinto a quem casualmente, e não ao acaso, o destino o tornou também um grande amigo e colaborador com seu exemplo de otimismo e perspicácia na compreensão de problemas práticos. O brilhantismo desses amigos me faz acreditar que quando unimos nossas virtudes nos tornamos mais fortes.

Aos colegas de mestrado, pois tornaram os estudos mais divertidos e menos exaustivos os quais aprendi a admirar: Afra Maria, Ana Livia Brasil, Darmia Lemos, Elaine Baptista, Janaína, Kelvi Miranda, Marcos Venances. Tenho imensa satisfação em tê-los conhecidos.

Aos amigos do Programa de Mestrado em Ciências dos Materiais do Campus de Bom Jesus/UFMA, Imperatriz. Ao mestrando Johnatam de Oliveira Carvalho, aos professores Ricardo Jorge Cruz Lima e Marta Célia Dantas Silva por disponibilizarem seus laboratórios e equipamentos.

À professora Maria de Livramento de Paula, por seus conselhos iniciais para eu me adaptar à cidade de Fortaleza.

Agradecimento especial à Gleice Gadelha e sua equipe laboratorial, Layane Marciel Alves, Pedro Everaldo, Luma Nunes que colaborou imensamente durante aplicação de teste sensorial e por suas amizades.

Aos alunos de iniciação científica, Violeta Coelho, Evelhyn Rebouças, Sara Saraiva, Carlos Alberto Neto e os demais que trabalharam algum período com nossa equipe de pesquisa por seus auxílios e aprendizado em equipe.

Aos amigos e companheiro Djany Sousa e Fernando Barros pela boa convivência e solidariedade durante o nosso período de mestrado na UFC.

Ao Seu Luiz Gonzaga, por suas assistências de informação e amizade de muita conversa descontraída e sua enorme gentileza.

Ao secretário da Pós-Graduação, Paulo Mendes, por seus serviços diligentes com gentileza e compreensão.

Ao José Pereira, “*Pererinha*”, por suas gentilezas e assistências em questões documentais.

A todos os provadores voluntários que nos ajudaram na avaliação dos testes sensoriais dos produtos desenvolvidos, mediante este trabalho, e em tantos outros para os quais os convidei.

“O que um peixe sabe sobre a água da qual ele nada a vida inteira?” (Albert Einstein)

## RESUMO

As massas alimentícias estão entre os principais alimentos com alto teor de carboidratos consumidos pela população brasileira, com média *per capita* e anual de 6,2 kg. O seu consumo é proporcional ao poder aquisitivo da população, podendo ser desenvolvidas com melhores características nutricionais com adição de outros ingredientes tais como, carne mecanicamente separada (CMS) de tilápia. Neste trabalho foram desenvolvidas 11 formulações de massa tipo talharim com adição de até 15% de CMS e 7,5% de tomate em pó, sendo selecionadas três formulações após os testes de cozimento. As massas foram caracterizadas por análises físicas, físico-químicas, termogravimetria, calorimetria, microbiológica e sensoriais. Para o preparo da CMS, foi realizado a lavagem, secagem, trituração e peneiramento. A massa consistiu da mistura dos ingredientes sólidos e líquidos em máquina misturadora de massa semi-industrial. Após o corte das massas, estas foram secas em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C. Nos testes de cozimento, observou-se que devido à adição de CMS e tomate em pó, houve aumento nos seguintes parâmetros: peso variou de 186,87% a 220,17%, volume de 193,33% a 234,00%, tempo de cozimento entre 4,33 e 9,23 minutos e perda de sólidos entre 0,011% e 0,86%. Com relação às análises físicas e físico-químicas, para a composição centesimal foram obtidos os seguintes resultados: proteínas variaram entre 9,93% e 14,79%, gordura, entre 8,61% e 11,25%, cinzas entre 1,80% e 2,78%, umidade entre 7,78% e 5,22% e carboidratos de 71,74% a 64,52%. Houve um aumento do índice de acidez de 1,04 mL a 11,43 mL de NaOH/100 g e do índice de açúcares redutores de 1,72 g a 2,91 g/100 g. Para as análises físicas, a atividade de água variou entre 0,36 a 0,44 e as análises térmicas mostraram que a formulação padrão obteve a maior perda de massa (12,25%) no intervalo de 23,37 °C a 200 °C indicando que sua estabilidade térmica é menor que as demais formulações. Todas as formulações apresentaram diferenças significativas com exceção nas análises sensoriais nos testes de aceitação e impressão global, não se obtendo definição quanto à intenção de compra das formulações. Portanto, o processo tecnológico do desenvolvimento de massas tipo talharim foi eficiente, resultando numa análise sensorial satisfatória. A massa alimentícia adicionada de CMS desidratada de tilápia quando comparada com a uma massa tipo talharim convencional, mostrou-se ser uma ótima alternativa para o consumo de massa alimentícia com melhor valor nutricional.

**Palavras-chaves:** Tilápia (*Oreochromis niloticus*); Carne Mecanicamente Separada; Massa Alimentícia; Tomate em pó; Aceitabilidade

## ABSTRACT

Pasta is among the main foods with high carbohydrate content consumed by Brazilian population, an average per capita of 6.2 kg per year. Its consumption is proportional to the purchasing power of the population. Pasta can be developed with improved nutritional characteristics added with other ingredients such as *mechanically deboned meat* (MDM) from tilapia and tomato powder. MDM was prepared by washing cycles to remove fat and undesirable aromatic compounds; the drying step took place in an oven with forced air circulation for 8 hours at 65 °C. After that, the dried MDM was ground and sieved to provide appropriate particle size. Eleven formulations of pasta type “talharim” were developed using surface response, with addition of up to 15% of MDM and 7.5% tomato powder, and the cooking characteristics such as swelling, loss of solids and cooking time were evaluated. The masses were characterized by physical, physico-chemical, thermogravimetry, calorimetry, microbiological and sensory. Through statistical analyses were selected three formulations that showed the best results for those parameters. The selected formulations were: F2 (MDM =12.5% and Tomato powder = 2.5%), F3 (MDM = 7.5% and Tomato powder = 7.5%), F4 (MDM =12.5% and Tomato powder = 7.5%) to compare with the standard formulation F0 (MDM = 0% and Tomato powder = 0%). The results showed that the addition of MDM and tomato powder promoted the increase of pasta weight of up 220.17% and produced a volume increase of up to 234%. The cooking time ranged from 4.33 min to 9.23 min and loss solids from 0.011% to 0.86%. For the chemical composition, the following results were obtained: proteins ranged from 9.93% to 14.79%, fat ranged from 8.61% to 11.25%, ash ranged from 1.80% to 2.78%, moisture from 7.78% to 5.22% and carbohydrates from 71.74% to 64.52%. It was observed that with the increasing proportions of MDM and tomato powder in formulations there was an increase in acidity numbers and reducing sugars and a decrease in water activity. In relation to sensorial analysis, there was no significant difference among formulations with respect to the attributes color, flavor, texture and overall acceptance. It can be concluded that the addition of the tomato powder up 7.5% and MDM up to 12,5% into “talharim” dough is a good alternative to improve nutritional values of these foods without affecting its sensory and cooking characteristics.

**Key words:** tilapia (*Oreochromis niloticus*); mechanically deboned meat, noodles; tomato powder, acceptance.

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 2 – Máquina semi-portátil de massas alimentícias.....  | 33 |
| Figura 3– Fluxograma de desenvolvimento de massas alimentícias tipo talharim enriquecidas com CMS desidratada.....          | 35 |
| Figura 4– Efeito do tomate em pó e de CMS desidratada (g/100 g de trigo) no aumento de peso das massas alimentícias. ....   | 46 |
| Figura 5– Efeito do tomate em pó e da farinha de CMS no aumento de volume das massas alimentícias.....                      | 50 |
| Figura 6– Efeito do tomate em pó e de CMS desidratada (g/100 g de trigo) no tempo de cozimento das massas alimentícias..... | 52 |
| Figura 7– Efeito do tomate em pó e CMS desidratada (g/100 g de trigo) na perda de sólidos das formulações. ....             | 55 |
| Figura 8 – Análises térmicas (DTA e TG/DTG) da formulação F2.....   | 65 |
| Figura 9– Análise térmica (DSC) da formulação de F2. ....   | 66 |
| Figura 10– Análises térmicas (DTA e TG/DTG) da formulação F3. ....  | 67 |
| Figura 11– Análise térmica (DSC) da formulação F3.....  | 68 |
| Figura 12 – Análises térmicas (DTA e TG/DTG) da formulação F4.....  | 69 |
| Figura 13– Análise térmica (DSC) da formulação F4.....  | 70 |
| Figura 14– Análises térmicas (DTA e TG/DTG) da formulação P.....  | 71 |
| Figura 15– Análise térmica (DSC) da formulação P.....   | 72 |

## SUMÁRIO

|   |    |
|---|----|
| <b>1 INTRODUÇÃO</b> .....   | 18 |
| <b>2 OBJETIVOS</b> .....  | 20 |
| <b>2.1 GERAL</b> .....  | 20 |
| <b>2.2 ESPECÍFICOS</b> .....  | 20 |
| <b>3 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....  | 21 |
| <b>3.1 MASSAS ALIMENTÍCIAS</b> .....  | 21 |
| <b>3.2 TILÁPIA</b> .....  | 22 |
| <b>3.3 CARNE MECANICAMENTE SEPARADA (CMS) DE PESCADO</b> .....                            | 23 |
| <b>3.4 TOMATE EM PÓ COMO INGREDIENTE FUNCIONAL</b> .....                                  | 24 |
| <b>3.5 ENRIQUECIMENTO DE MASSAS ALIMENTÍCIAS</b> .....                                    | 26 |
| <b>3.6 DESENVOLVIMENTO E A ACEITABILIDADE DE NOVOS PRODUTOS</b> .....                     | 27 |
| <b>3.7 DELINEAMENTO COMPOSTO CENTRAL ROTACIONAL (DCCR)</b> .....                          | 29 |
| <b>3.8 ANÁLISES TÉRMICAS</b> .....  | 29 |
| <b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....   | 31 |
| <b>4.1 MATERIAL</b> .....   | 31 |
| <b>4.2 METODOLOGIA</b> .....  | 31 |
| <b>4.2.1 Preparo das amostras</b> .....   | 31 |
| <b>4.3 ETAPAS DO PROCESSAMENTO</b> .....  | 34 |
| <b>4.3.1 Análises da qualidade das massas alimentícias</b> .....                          | 36 |
| <b>4.3.2 Análise estatística do delineamento composto central rotacional (DCCR)</b> ..... | 37 |
| <b>4.3.3 Análises físicas</b> .....   | 37 |
| <b>4.3.4 Análises físico-químicas</b> .....   | 38 |
| <b>4.3.5 Composição centesimal</b> .....  | 39 |
| <b>4.3.6 Análises termogravimétricas e calorimetria exploratória diferencial</b> .....    | 39 |
| <b>4.3.7 Análise microbiológica</b> .....   | 40 |
| <b>4.3.8 Análise sensorial</b> .....  | 41 |
| <b>5.RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....   | 42 |
| <b>5.1 QUALIDADE DO COZIMENTO DAS FORMULAÇÕES</b> .....                                   | 42 |
| <b>5.1.1 Aumento de peso</b> .....  | 42 |
| <b>5.1.2 Aumento de volume</b> .....  | 46 |
| <b>5.1.3 Tempo de cozimento</b> .....   | 50 |
| <b>5.1.4 Perdas de sólidos</b> .....  | 53 |
| <b>5.2 ANÁLISES FÍSICAS</b> .....   | 57 |
| <b>5.3 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS</b> .....   | 61 |
| <b>5.4 Análises térmicas</b> .....  | 64 |
| <b>5.5 REALIZAÇÃO DE ANÁLISE MICROBIOLÓGICA</b> .....                                     | 73 |
| <b>5.6 ANÁLISE SENSORIAL</b> .....  | 73 |
| <b>6 CONCLUSÃO</b> .....  | 76 |
| <b>REFERÊNCIAS</b> .....  | 77 |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>APÊNDICE A- TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....</b>                                      | <b>83</b> |
| <b>APÊNDICE B - FICHA DE AVALIAÇÃO SENSORIAL .....</b>  | <b>84</b> |
| <b>APÊNDICE C- DELINEAMENTO DO TESTE SENSORIAL.....</b>   | <b>85</b> |
| <b>APÊNDICE D - ANÁLISE SENSORIAL DE MACARRÃO ADICIONADO DE CMS<br/>DE PESCADO E TOMATE EM PÓ .....</b> | <b>87</b> |
| <b>APÊNDICE E - RESPOSTAS DE QUESTIONÁRIO DE PERFIL DE PROVADORES .</b>                                 | <b>88</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

A aquicultura é uma das atividades de produção de alimentos de origem animal que mais tem crescido no mundo nos últimos anos, segundo relatório da *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO, 2013). Uma das razões para este crescimento tem sido a demanda global por alimentos associados à imagem de saudável para o consumo. Neste particular, os alimentos com altos teores em proteína animal e com baixo teor calórico são amplamente qualificados como uma excelente alternativa para as necessidades da alimentação humana e manutenção de uma dieta balanceada.

O Brasil segue a tendência mundial no aumento de sua produção de pescado, que significa que este seguimento produtivo é um fator socioeconômico importante e uma alternativa para garantir a disponibilidade de alimentos saudáveis aos consumidores que exigem cada vez mais, quanto aos aspectos nutricionais de suas dietas (BRASIL, 2010).

Ainda existem diversos problemas a serem resolvidos relacionados às operações industriais, no sentido de aumentar o rendimento do pescado e manutenção da logística de modo que as condições mercadológicas sejam adequadas para garantir que a produção seja principalmente para o consumo humano e seus subprodutos sejam aproveitados além de ração animal, também como ingredientes para agregação de valor em alimentos convencionais (BRASIL, 2012).

Com o crescimento da produção do pescado, tem-se como resultado o proporcional aumento de resíduos da parte considerada não nobre, que pode ser aproveitada a fim de gerar uma forma de captação de recursos para a indústria pesqueira, aumentando o rendimento do processo produtivo. Entre os resíduos ou subprodutos, a carne mecanicamente separada (CMS) tem grande potencial de aproveitamento, por exemplo, na forma de CMS desidratada, podendo ser utilizada como ingrediente para enriquecimento de diversos alimentos, como também para a elaboração de vários produtos de pescado (REIS, 2013).

Os alimentos em massa derivados de arroz, trigo e outros cereais são considerados de elevados valores calóricos, apresentam praticidade de consumo, preço acessível, que os torna conveniente como uma das principais opções de cardápio para uma grande parcela da população. No entanto, o consumo desbalanceado desses alimentos pode gerar vários problemas ao consumidor como a obesidade e as doenças relacionadas ao excessivo consumo energético. Os alimentos em massa, os derivados de arroz e de trigo, possuem grande aceitação

pelo consumidor nacional, de modo que são a principal garantia de ingestão do valor energético nutricional para a grande maioria da população brasileira (CAVALCANTE NETO, 2012).

A dieta nacional tem uma diversidade de fontes proteicas sendo que as proteínas derivadas de fontes animais consideradas, sob o aspecto nutricional, superiores às de origem vegetal, devido um melhor balanço de aminoácidos essenciais para a dieta. Assim, enriquecer um alimento de muito consumo no país com esse tipo de proteína é de grande importância para a população (OLIVEIRIA *et al.*, 2007).

Necessita-se incentivar o aumento da produção e do consumo de alimentos derivados de pescado no mercado nacional e reforçar as pesquisas que visam minimizar os gargalos da produção, pois apesar do imenso potencial da capacidade produtiva nacional, tem-se um valor efetivo bastante modesto quando comparado com outros países exportadores de pescado e seus derivados (BENITES, 2003).

Este trabalho se justifica pela demanda de desenvolvimento de novos produtos, que cresce proporcionalmente ao crescimento populacional e ao grau de exigência de alimentos balanceados nutricionalmente. Além disso, emerge a necessidade de estudos e pesquisas que apontem alternativas para o aproveitamento de subprodutos agroindustriais, com intuito de reduzir os impactos ambientais provocados pelo descarte de resíduos industriais no ambiente.

Também vale ressaltar que, o fato de as massas alimentícias possuírem aceitação em um público bastante diverso, pode se considerar a possibilidade de implementação deste trabalho na elaboração de produtos para a merenda escolar, na forma de massa alimentícia, por exemplo, proporcionando às crianças uma ingestão diária de nutrientes necessária para o pleno seu desenvolvimento.

Outro público de comensal especial que pode se beneficiar em curto prazo será o de indivíduos idosos que por possuírem um metabolismo bastante sensível ao tipo de dieta, poderão encontrar neste tipo de produto uma refeição leve, saudável e nutritiva, sem comprometimento de suas exigências fisiológicas. Ao se considerar todos estes benefícios expostos, reforça-se a justificativa do desenvolvimento desta pesquisa cujos resultados poderão ter aplicação a curto e médio prazo no desenvolvimento de novos produtos para público consumidor amplo.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 GERAL**

Desenvolver e caracterizar massa tipo talharim adicionada de carne mecanicamente separada (CMS) e desidratada de tilápia adicionada de tomate em pó.

### **2.2 ESPECÍFICOS**

Utilizar o Delineamento Composto Central Rotacional como ferramenta para o desenvolvimento das formulações.

Selecionar dentre as formulações desenvolvidas, as três que apresentarem melhor qualidade de cozimento.

Verificar as características físicas, físico-químicas e sensoriais de formulações de massas tipo talharim.

Avaliar o comportamento térmico das amostras através de análises de termogravimetria (TG/DTG), Análise Térmica Diferencial (DTA) e Calorimetria de Varredura Diferencial (DSC).

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 MASSAS ALIMENTÍCIAS

As massas alimentícias são definidas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), como produtos alimentícios não fermentados obtidos pelo amassamento da farinha de trigo, da semolina ou da sêmola de trigo com água, com adição ou não de outras substâncias permitidas (BRASIL, 1978).

As massas recebem designações próprias segundo as suas formas, tipos e elaboração com substâncias adicionais, como massa comprida: “talharim”, "espaguete", "massa longa”, ou massa curta: massa ave-maria, concha e outras; quando preparadas pela mistura de farinha de trigo com outras farinhas, são consideradas "massas alimentícias mistas" e designadas pela espécie das farinhas constituintes da mistura (BRASIL, 1978; BRASIL 2005).

Considera-se massa alimentícia todo material farináceo oriundo do trigo, ou farinha de semolina que pode ser ou não adicionada de outros ingredientes para lhes conferir melhoria no aroma, cor ou melhorar uma etapa de processamento, como a salgada ou arejada, amassada a quente ou a frio. O teor de umidade é o critério utilizado para classificar como seca com umidade máxima de 13% ou fresca com umidade máxima de 35% (BRASIL, 2000).

As massas alimentícias estão entre os principais alimentos com alto teor de carboidratos que podem substituir parcialmente o consumo de arroz pela população brasileira.

Seu consumo pela população brasileira apresenta uma tendência de crescimento proporcional ao crescimento populacional com uma média *per capita* e anual de 6,2 kg. O intenso consumo de massas no Brasil o coloca em um patamar de um dos maiores consumidores do mundo com um valor de 1,3 milhões de toneladas por ano. Mas, um ponto a ser destacado é que estes alimentos não possuem alto valor nutritivo, apesar de saborosos, de fácil preparo e preço acessível (SIMAPESP, 2012; DENARDIN *et al.*, 2009).

De acordo com estatísticas da Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães & Bolos Industrializados – ABIMAPI, o Brasil detém o terceiro maior montante no valor de vendas de massas alimentícias com 2190,60 bilhões de dólares, num cenário no qual os Estados Unidos se posicionam em segundo lugar com 2741,70 bilhões e Itália em primeiro com 3568,00 bilhões de dólares (ABIMAPI, 2015).

As massas alimentícias são produtos relevantes nesse setor, evidenciado por seus consumos em todas as famílias brasileiras, com destaque para as regiões do norte e nordeste

que juntas representaram 36% do volume do consumo nacional de massa alimentícia e os relatórios da ABIMA apontam o percentual de crescimento em torno de 5%, que indica que o mercado de massas já está consolidado, tendo atualmente como desafio, difundir o consumo de massas frescas que ainda se restringe ao cardápio da região sul do país (ABIMA, 2013).

A Tabela 1 apresenta os valores de vendas nacionais em bilhões de reais referentes aos anos de 2009 a 2013.

Tabela 1-Vendas de Massas Alimentícias Brasileiras (em bilhões de R\$).

| <b>Tipos de Massas</b> | <b>2009</b> | <b>2010</b> | <b>2011</b> | <b>2012</b> | <b>2013</b> |
|------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>Secas</b>           | 3,835       | 3,692       | 3,710       | 3,729       | 4,221       |
| <b>Instantâneas</b>    | 1,643       | 1,766       | 1,870       | 1,950       | 2,121       |
| <b>Frescas</b>         | 0,401       | 0,456       | 0,539       | 0,549       | 0,604       |
| <b>Total</b>           | 5,879       | 5,915       | 6,119       | 6,228       | 6,946       |

Fonte: ABIMA & NIELSEN, 2015, adaptado.

O consumo de massas alimentícias tem possibilidade de aumentar à medida que o poder aquisitivo da população aumenta, visto que a dificuldade maior para a aquisição de massas frescas é o seu alto valor agregado, porém o consumidor se dispõe consumir produtos que atendam aos requisitos de praticidade e vantagens nutricionais, como a incorporação de outros ingredientes em suas formulações para melhorar a ingestão de nutrientes que favorecem a manutenção da saúde humana (ABIMA, 2013; REIS, 2013).

### 3.2 TILÁPIA

Tilápia é a denominação comum dos três gêneros da família de peixes ciclídeos: *Oreochromis*, *Sarotherodone* *Tilápia* e as espécies que são mais importantes para a aquicultura são do gênero *Oreochromis*, inclusive a tilápia do Nilo, *O. niloticus* (WANTANABE *et al.*, 2002).

Estima-se que existam mais de 100 espécies de tilápia e sua alta resistência às diversas condições ambientais que a torna de um elevado valor para a aquicultura, devido a sua capacidade de adaptação mesmo em condições extremas de adversidades, que faz com que seu gênero e espécie sejam um dos principais fatores para sua comercialização (LAZARD; RGNON, 1997).

A tilápia *O. niloticus* está amplamente distribuída pelo território brasileiro e é criada nos mais diversos sistemas de produção. A intensificação da produção desta espécie no Brasil e o estabelecimento pelo Ministério da Agricultura de um programa de desenvolvimento da cadeia produtiva, principalmente para combater a importação de pescado, têm demandado ainda mais pesquisas e a produção das linhagens geneticamente melhoradas, criadas em nossos ambientes (OLIVEIRIA *et al.*, 2007).

No Brasil, a tilápia foi introduzida pela primeira vez em 1953, quando a “*Light*”, uma empresa canadense que atuava no século XX em São Paulo, principalmente no ramo de energia e agropecuária, com preocupação em relação às questões dos impactos ambientais ocasionados por suas represas receberam alevinos de tucunarés e tilápias, que iriam juntar-se à pobre ictiofauna pré-existente (piaus, carás, mandis, lambaris e traíras).

Inicialmente a tilápia foi utilizada como agente biológico para a manutenção da qualidade da água do manancial, através da geração de um ambiente ecologicamente equilibrado. Para esse fim, a *Tilapia rendalli* do Congo foi importada ao Brasil para ser criadas em represas. Posteriormente, em 1971, o Departamento Nacional de Obras Contra a Seca (DNOCS) introduziu exemplares da espécie tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) visando ao peixamento dos reservatórios públicos da região Nordeste. O baixo índice de crescimento da espécie *T. rendalli* e a alta prolificidade e consanguinidade da *O. niloticus* foram os principais entraves encontrados, o que levaram à disseminação da tilápia nos reservatórios brasileiros e os baixos índices de produtividade (OLIVEIRIA *et al.*, 2007).

Durante as etapas de abate de pescado e cortes para processamento industrial é gerado uma grande quantidade de resíduos que se tornam prejuízo econômico, e estes desperdícios podem ser reduzidos quando se aplicam medidas de aproveitamento na forma de subprodutos, como de ingredientes para elaboração de novos produtos com redução de custo. Conseqüentemente, isto implica na redução de impacto ambiental uma vez que esses materiais passam a ter um novo destino que não seja o descarte indiscriminado no meio ambiente (BENITES, 2003).

### **3.3 CARNE MECANICAMENTE SEPARADA (CMS) DE PESCADO**

Desde a década de 40, o Japão utiliza a tecnologia da Carne Mecanicamente Separada (CMS) devido à necessidade de aproveitamento dos subprodutos cárneos, aliada principalmente com a alta demanda de produtos derivados do pescado, cujo objetivo imediato

era aumentar o rendimento de espécies de pescado que tinham altos desperdícios. Diante disso, passaram a aplicar a técnica de CMS em aparas da filetagem industrial do pescado e nos espinhaços que antes se consideravam descartáveis (TENUTA - FILHO; JESUS, 2003).

A CMS consiste em uma tecnologia simples na qual se obtém maior aproveitamento da carne em comparação aos métodos convencionais e como resultado, tem-se uma matéria prima disponível e versátil para o desenvolvimento de novos produtos. Esta técnica pode ser aplicada eficazmente para recuperar uma parcela do pescado, que seria descartado e que a viabiliza para agregar valor em outros produtos (GONÇALVES, 2011).

Entretanto, deve ser levada em consideração a prévia higienização em água corrente do peixe eviscerado e descabeçado para evitar que o sangue e as vísceras entrem em contato durante a produção da polpa, a remoção das partes escuras da carne, lavar a polpa e incorporar os aditivos para estabilizar e diminuir as alterações de cor, textura e sabor durante o armazenamento sob congelamento (GONÇALVES, 2011).

### **3.4 TOMATE EM PÓ COMO INGREDIENTE FUNCIONAL**

O Ministério da Saúde, através da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), regulamentou os Alimentos Funcionais através das seguintes resoluções: ANVISA/MS 16/99; ANVISA/MS 17/99; ANVISA/MS 18/99; ANVISA/MS 19/99. Em tais regulamentos estabelece-se que os alimentos funcionais podem ter dois tipos de alegações: alegação de propriedade funcional e alegação de propriedade de saúde. A primeira é relativa ao papel metabólico ou fisiológico que o nutriente ou não nutriente tem no crescimento, desenvolvimento, manutenção e outras funções normais do organismo humano. A última é a que afirma, sugere ou implica na existência da relação entre o alimento ou ingrediente com doença ou condição relacionada à saúde (BRASIL, 1999).

Os carotenoides são pigmentos naturais, com coloração que varia no espectro do amarelo ao vermelho, que têm sido largamente utilizados como corantes em alimentos, bebidas, cosméticos e rações animais. Além disso, estes pigmentos possuem comprovada atividade de vitamina A e com evidências de outras propriedades biológicas, terapêuticas além de ser preventiva para diversos tipos de distúrbios e enfermidades em humanos (MERCADANTE e NUNES, 2004).

As atividades biológicas dos carotenoides têm sido relacionadas às suas propriedades antioxidantes, isto é, a sua capacidade de sequestrar o oxigênio singlete e interagir

com radicais livres. O licopeno mostrou ser mais eficiente no sequestro deste oxigênio que o  $\beta$ -caroteno (KOBORI *et al.*, 2010).

Muitos vegetais apresentam pigmentos vermelhos chamados licopeno, ( $C_{40}H_{56}$ ) que é um carotenoide que se acumula em frutos, flores e raízes de algumas espécies vegetais, incluindo, hortaliças e fruteiras. O tomate e seus produtos derivados são a principal fonte de licopeno e estudos têm demonstrado que o aumento do consumo destes pode diminuir o risco da ocorrência de doenças cardiovasculares e alguns tipos de cânceres, como o de próstata, pulmão e de sistema digestivo (OSTERLIE e LERFALL, 2005, STAJCIC *et al.*, 2014).

O licopeno tem apresentado um papel importante e preventivo em relação ao estresse oxidativo das células e foi classificado como sendo o carotenoide com maior potencial antioxidante, apontado na seguinte ordem de capacidade antioxidante: licopeno >  $\alpha$ -tocoferol >  $\alpha$ -caroteno >  $\beta$ -cryptoxantina > zeaxantina =  $\beta$ -caroteno > luteína (HEBER e LU, 2002).

O licopeno é tido como o carotenoide que possui a maior capacidade de sequestrar o oxigênio singlete, possivelmente devido à presença de duas ligações duplas não conjugadas, o que lhe oferece maior reatividade (SHAMI e MOREIRA, 2004). A principal fonte de licopeno na dieta humana é o fruto do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) e seus derivados. O licopeno possui uma estrutura química singular que lhe confere marcante ação antioxidante, o que o torna um agente preventivo de doenças degenerativas, cardiovasculares e de certos tipos de câncer.

Devido ao seu elevado poder antioxidante, o tomate em pó tem sido utilizado em muitos estudos e preparações alimentícias. Segundo Tuzcu *et al.*, (2012), a suplementação com tomate em pó impediu o crescimento e a incidência de câncer colorretal em ratos *wistar*, apresentando um papel importante contra o estresse oxidativo, podendo ser um potencial candidato na prevenção deste tipo de tumor em seres humanos. Eyiler e Oztan (2011) estudaram o uso do tomate em pó como aditivo em salsichas em detrimento do uso do nitrito e nitrato e concluíram que o uso de 2% a 4% de tomate em pó proporcionou efeito antioxidante e a coloração dos produtos, trazendo benefícios à saúde pela inclusão do licopeno e redução do uso de nitritos e nitratos.

Além do fator nutricional, a concentração do licopeno no tomate está relacionada com uma melhor percepção visual dos produtos, gerando uma forte demanda para aumentar os teores deste pigmento em frutos das cultivares tanto para consumo *in natura* quanto para processamento industrial (CARVALHO *et al.*, 2005).

O tratamento térmico e a homogeneização mecânica do tomate aumentam a absorção do licopeno nos tecidos corporais. Porém, o tratamento térmico, pode diminuir alguns

componentes benéficos, como os flavonoides, vitamina C e vitamina A. Essa melhoria da biodisponibilidade pode ocorrer devido à presença de lipídeos na dieta, à isomerização induzida pelo calor formando mais cis-isômeros e à presença de outros carotenoides, como o  $\beta$ -caroteno (WILLCOX *et al.*, 2003). A composição e a estrutura do tomate podem dificultar a liberação do licopeno a partir da matriz, podendo reduzir a biodisponibilidade do licopeno associado à quantidade de tomate (ALSHATWI *et al.*, 2010).

### 3.5 ENRIQUECIMENTO DE MASSAS ALIMENTÍCIAS

As massas alimentícias podem ser classificadas em relação ao teor de umidade em seca ou fresca. As massas tipo seca são os produtos que passam por processo de secagem durante o processamento e o limite de umidade de até 13%. No caso de massas frescas, a porcentagem mínima permitida de umidade no produto é de 35% (BRASIL, 2000).

Segundo a Associação Brasileira de Indústria de Massas Alimentícias - ABIMA, o Brasil apresenta um consumo *per capita* anual acima de 6,0 kg, cuja porcentagem das massas secas é predominante, porém com um crescente consumo das massas frescas, demonstrando ser um setor emergente com faturamento de cerca de 539 milhões de reais (ABIMA, 2013). Entretanto, as massas possuem baixo valor nutricional, pois possuem elevados teores de carboidratos e quantidade proteica inferior ao desejável para as necessidades na alimentação humana (NICOLETTI, 2007).

Assim, a simples indicação de reduzir a quantidade de consumo deste tipo de alimento não resolveria os problemas relacionados ao consumo excessivo de alimentos com alto teor calórico. A alternativa mais plausível e viável é melhorar o desenvolvimento de alimentos balanceados nutricionalmente, através da adição de subprodutos agroindustriais, para aumentar a disponibilidade proteica dos novos produtos em relação aos produtos já incorporados ao hábito alimentar do consumidor, de modo a não alterar radicalmente as características sensoriais e mantendo o preço acessível para a maioria da população brasileira (NICOLETTI, 2007).

O consumo de alimentos que possuem proteínas é de fundamental importância para o desempenho de todas as atividades metabólicas, nas quais os aminoácidos, que são a base estrutural das proteínas, têm atividades extremamente importantes. Alguns aminoácidos por não serem sintetizados pelo organismo humano fazem-se necessário sua ingestão pela

alimentação e, por essa razão, são chamados de aminoácidos essenciais, quais sejam: isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano, valina e histidina (WAY III, 2000).

O pescado, de modo geral, possui alto valor biológico e nutricional, devido ao alto teor de aminoácidos e minerais que atuam na regulação das atividades metabólicas. Esse fato torna o pescado e seus derivados uma alternativa para complementar o valor nutricional de produtos como as massas alimentícias. A farinha de polpa de peixe tem sido desenvolvida e aplicada para enriquecer pães com proteínas de pescado em suas formulações, as quais obtiveram boa aceitação sensorial, embora o processo tecnológico tenha sido prejudicado com adição de 3% de polpa seca nos pães. Como resultado, obtém-se um aumento do conteúdo proteico nesses alimentos (CENTENARO *et al.*, 2007).

Em massas alimentícias, pode ser aplicada a técnica de enriquecimento com farinha de carne de pescado defumado que também eleva significativamente o teor proteico do produto final, no qual se atinge valores acima de 8% que é o valor mínimo da legislação (MALUF *et al.*, 2010).

### **3.6 DESENVOLVIMENTO E A ACEITABILIDADE DE NOVOS PRODUTOS**

O desenvolvimento de um produto alimentício é um processo complexo e de natureza multidisciplinar em que é exigida uma percepção muito aguçada de tendência de mercado, que por sua vez, tem relação intrínseca com a necessidade do consumidor e o desejo nele criado. Este desejo pode ser avaliado pela administração de uma empresa, ou a equipe de pesquisa e desenvolvimento (P&D), os setores de marketing, produção, compras, controle de qualidade e vendas, consumidores e fornecedores, para se obter o sucesso desejado (WILLIE *et al.*, 2004).

Os consumidores têm aumentado suas expectativas quanto a novidades em produtos e diminuído sua fidelidade às marcas, o que torna o mercado de alimentos muito mais competitivo e diminuído o ciclo de vida dos produtos lançados. Isso tem obrigado as empresas a trabalhar com uma maior agilidade e eficiência no lançamento de novos produtos, no intuito de otimizar as operações industriais para que haja uma diminuição no seu tempo de desenvolvimento (WILLIE *et al.*, 2004)

O consumidor tende a se tornar mais seletivo e exigente na hora de optar pelo produto ou marca à sua disposição. Em virtude disso, as indústrias precisam inovar ou desenvolver produtos que antecipem essas necessidades para surpreender o consumidor e

ganhar mercado, frente à concorrência. Um alimento, além de seu valor nutritivo deve produzir satisfação e ser agradável ao consumidor, isso é resultante do equilíbrio de diferentes parâmetros de qualidade sensorial (MINIM, 2010).

No desenvolvimento de um novo produto é imprescindível otimizar parâmetros, como forma, cor, aparência, odor, sabor, textura, consistência e a interação dos diferentes componentes, com a finalidade de alcançar um equilíbrio integral que se traduza em uma qualidade excelente que corresponda com a expectativa dos consumidores a fim de que o produto tenha boa aceitabilidade (ATHAYDE, 1999; PENNA, 1999).

O estudo do comportamento do consumidor em relação a alimentos e bebidas tem caráter multidisciplinar, pois envolve várias áreas tais como ciência e tecnologia de alimentos, nutrição, psicologia e *marketing*. A percepção das características de um produto pelo consumidor pode ser influenciada por diversos fatores individuais que afetam a percepção dos atributos sensoriais, os quais interagem com fatores fisiológicos, comportamentais e cognitivos. Dentre tais fatores está a expectativa que deve ser considerada na avaliação pelo provador (NORONHA; DELIZA; SILVA, 2005).

A expectativa é um dos principais fatores que determina a reação de um consumidor em relação aos produtos alimentícios, pois pode beneficiar ou prejudicar a percepção do produto pelo consumidor, mesmo antes que ele/ela o experimente, pois forma o contexto no qual o produto será avaliado (NORONHA; DELIZA; SILVA, 2005).

Estima-se que 66% das decisões de compra dos consumidores são tomadas nos pontos de venda. Frequentemente, em seu primeiro contato com o produto, a embalagem é um fator decisivo na compra. Assim, do ponto de vista dos profissionais de marketing, uma embalagem eficiente é aquela que, além de acondicionar devidamente o produto, é esteticamente atraente e transmite a informação desejada, destacando-se em um ambiente de vendas competitivo e gerando intenção de compra no consumidor (SCHOORMANS, ROBBEN, 1997).

Dessa forma, a embalagem e o rótulo de um produto alimentício constituem importantes fontes de informação, pois podem evocar aspectos nutricionais e sensoriais do produto, gerando expectativa no consumidor e permitindo que o mesmo faça sua escolha entre as diversas alternativas disponíveis. Dois tipos de expectativa podem ser descritos: i) a expectativa sensorial (“*sensory-based*”) na qual os consumidores acreditam que um produto possuirá certas características sensoriais e, ii) a expectativa hedônica na qual os consumidores formam uma ideia do quanto irão gostar ou desgostar de um determinado produto antes de experimentá-lo (CARDELLO, 1993).

### 3.7 DELINEAMENTO COMPOSTO CENTRAL ROTACIONAL (DCCR)

O Delineamento Composto Central (DCCR) é considerado um delineamento ótimo dentre os diferentes delineamentos padrões. Os delineamentos compostos pertencem a uma família de delineamentos eficientes, requerendo poucos ensaios para sua realização (MATEUS, BARBIN e CONAGIN, 2001).

O DCCR é uma ferramenta estatística que possibilita encontrar a direção de tendência para as respostas das variáveis independentes da formulação e simultaneamente verificar a interação entre as variáveis independentes, a fim de se otimizar o processo, determinando correlações entre as variáveis através de modelo estatístico (MENDONÇA, 2012).

Além disso, ele possui características interessantes para a busca do ponto que dê a resposta ótima, que são: um número menor de tratamentos em relação aos fatoriais completos e pode ser realizado sequencialmente, de forma a caminhar no sentido da otimização do sistema, ou seja, através da execução de uma parte do experimento (aplicando experimentos fatoriais  $2^k$  ou fração-experimento de primeira ordem) através da técnica do caminhamento ascendente ótimo (CALADO, MONTGOMERY, 2003).

### 3.8 ANÁLISES TÉRMICAS

A análise térmica constitui um conjunto de técnicas de grande interesse na caracterização de alimentos, visto que, pode fornecer dados relevantes ao processamento industrial de substâncias alimentícias em um tempo relativamente curto e com especificidade quando associadas a outras técnicas analíticas (KEATTCH, DOLLIMORE, 1975).

Na análise térmica, a amostra é submetida a um programa de temperatura em diferentes razões de aquecimento, sendo aquecida ou resfriada a uma velocidade ou temperatura constante. O uso dessas técnicas vem crescendo rapidamente nos últimos anos devido ao desenvolvimento na sua instrumentação e entre elas, encontram-se a Termogravimetria – TG e a Termogravimetria Derivada (*Differential Thermogravimetry*) – DTG. Tais técnicas medem a perda ou ganho de massa de uma substância quando esta é submetida a uma programação de temperatura controlada por *software* e equipamento específico, na qual possibilita

principalmente, estudos de desidratação e estabilidade térmica de materiais (GARCIA *et al.*, 2004).

A Análise Térmica Diferencial (DTA), semelhante à DSC, é uma técnica termo analítica. Em DTA, a amostra é colocada em um cadinho de alumina de referência ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), onde é realizada a varredura térmica fazendo comparações do comportamento térmico da amostra através da diferença de temperatura entre a amostra e uma referência. A temperatura diferencial (DT) é representada graficamente em função da temperatura ou em função do tempo, como uma curva de DTA que fornece informações a respeito das transformações físicas e químicas, tais como cristalização, fusão e sublimação (TIAN, *et al.*, 2011).

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 MATERIAL

Massa tipo talharim desenvolvida de acordo com a *American Association of Cereal Chemists* – AACC (1995).

Carne mecanicamente separada (CMS) de tilápia, obtida da estação de piscicultura do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas - DNOCS, localizado em Pentecostes, CE.

Extrato em pó de tomate, obtido da empresa *SUN FOODS LTDA.*, localizada na cidade de Campinas-SP. Sua utilização teve a finalidade tecnológica de conferir coloração, sabor característico e como ingrediente que apresenta atividade funcional.

### 4.2 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento das formulações de massas alimentícias, foi utilizado o Delineamento Composto Central Rotacional (DCCR) que de acordo com Rodrigues e Iemma (2009), faz-se necessário devido a quantidade de variáveis independentes presentes no desenvolvimento de novos produtos e processos.

Após a obtenção da CMS, esta foi congelada e transportada em caixa isotérmica de isopor com gelo aos Laboratórios de Carnes e Pescado do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza. As amostras de CMS foram armazenadas em freezer horizontal a  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  até a realização do experimento, quando então foram descongeladas dentro de geladeira a  $8 \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  e lavadas duas vezes com água destilada misturadas com gelo até atingir a temperatura de  $10 \pm 0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$  e uma terceira lavagem com uma solução de NaCl a 0,1%.

#### 4.2.1 Preparo das amostras

O preparo das formulações ocorreu de acordo com Reis, (2013). Foram utilizadas as porcentagens de ingredientes listados na Tabela 2. Com a utilização de uma balança analítica, fez-se a pesagem de cada ingrediente para incorporação proporcional de acordo com cada formulação.

A proporção de CMS, água e gelo misturados foram de 1 kg de CMS: 2 litros de água: 1 kg de gelo e uma terceira lavagem com solução de 0,1% de NaCl prensadas e em seguida, colocadas em estufas com circulação de ar à  $65 \pm 3$  °C até que a umidade atingisse 10%. Após a secagem da CMS, esta foi utilizada nas formulações de massas alimentícias.

A Tabela 2 apresenta as percentagens dos ingredientes comuns em uma formulação padrão de massa alimentícia do tipo talharim, desenvolvida à base de trigo sem substituição da farinha de trigo.

Tabela 2– Formulação padrão de massa alimentícia tipo talharim.

| <b>INGREDIENTES*</b>    | <b>%</b> |
|-------------------------|----------|
| <b>Farinha de trigo</b> | 100,00   |
| <b>Sal</b>              | 0,78     |
| <b>Azeite</b>           | 9,92     |
| <b>Ovo</b>              | 59,92    |
| <b>Água</b>             | 23,92    |

Após a pesagem dos ingredientes sólidos e medição de volume dos ingredientes líquidos, estes foram previamente misturados separadamente, para facilitar a homogeneização da mistura que foi realizada no misturador da marca Lieme. Em seguida, os ingredientes líquidos foram postos no misturador, juntamente com os ingredientes secos e foram misturados no misturador na velocidade de rotação no nível 1 por 2 minutos, depois elevou-se para os níveis 2 e 3 com intervalos de 2 e 3 minutos, respectivamente. Com o auxílio de uma proveta, acrescentou-se água suficiente para a mistura formar um único aglomerado de massa com aparência homogênea.

O amassamento da matéria prima realizou-se com auxílio de uma máquina portátil em que a massa alimentícia é prensada entre dois cilindros de aço inoxidável, com regulagem da espessura da massa entre os cilindros. Essa operação foi feita com repetição para redução da espessura na qual a massa passou por três prensagens sucessivas e gradativas para atingir o terceiro nível de graduação da máquina.

A moldagem foi feita através da laminação na mesma máquina, porém em outros cilindros especiais para cortes, como apresentado na Figura 1 com fixação do tamanho de aproximadamente 20 cm.

Figura 1 – Máquina semi-portátil de massas alimentícias.



Fonte: Mercado Livre, 2015.

Em seguida, as massas alimentícias obtidas no processamento de amassamento e laminação das formulações, foram colocadas para secar em estufa de circulação forçada de ar na temperatura de  $65 \pm 3$  °C por 12 horas. A secagem de cada formulação foi realizada em batelada. Após esse intervalo de tempo, as massas secas foram embaladas separadas em sacos de polietileno e armazenadas em refrigeração a  $7 \pm 2$  °C, para posteriormente serem analisadas.

A Tabela 3 apresenta os valores codificados e reais das variáveis que foram estudadas no planejamento experimental.

Tabela 3— Variáveis e níveis do planejamento experimental completo 2<sup>2</sup>.

| Variáveis Independentes                  | Níveis codificados e reais das variáveis independentes |      |       |       |                   |
|--|--|------|-------|-------|-------------------|
|  | $-\alpha = -1,41$                                      | -1   | 0     | +1    | $+\alpha = +1,41$ |
| <b>CMS* (%) – X<sub>1</sub></b>          | 5,00   | 7,50 | 10,00 | 12,50 | 15,00             |
| <b>Tomate em pó* (%) – X<sub>2</sub></b> | 0,00   | 2,50 | 5,00  | 7,50  | 10,00             |

\*Em relação a adição à de farinha de trigo nas formulações padrão de massa alimentícia tipo talharim (base 100 % farinha de trigo).

Fonte: Autor

A Tabela 4 se refere à matriz do Delineamento Composto Central Rotacional – DCCR com os valores percentuais de CMS e tomate em pó, calculados em relação a 100 g de massa de trigo utilizada em cada formulação.

Os demais ingredientes foram adicionados em proporções fixas e adicionais em relação a 100 g de trigo, sendo um ovo de peso médio 60 g, 10 mL de azeite de oliva extra-virgem e 1,25 g de sal. Inicialmente foram adicionados 20 mL de água destilada completando a quantidade de água para cada formulação, de acordo com a necessidade para a homogeneização e amassamento.

Tabela 4– Matriz do delineamento experimental com valores codificados (X1 e X2) para CMS e tomate em pó.

| <b>Formulação</b> | <b>X<sub>1</sub></b> | <b>X<sub>2</sub></b> | <b>CMS (%)</b> | <b>Tomate em pó (%)</b> |
|-------------------|----------------------|----------------------|----------------|-------------------------|
| <b>F1</b>         | -1                   | -1                   | 7,5            | 2,5                     |
| <b>F2</b>         | +1                   | -1                   | 12,5           | 2,5                     |
| <b>F3</b>         | -1                   | +1                   | 7,5            | 7,5                     |
| <b>F4</b>         | +1                   | +1                   | 12,5           | 7,5                     |
| <b>F5</b>         | -1,41                | 0                    | 5              | 0                       |
| <b>F6</b>         | +1,41                | 0                    | 15             | 0                       |
| <b>F7</b>         | 0                    | -1,41                | 10             | 0                       |
| <b>F8</b>         | 0                    | +1,41                | 10             | 10                      |
| <b>F9</b>         | 0                    | 0                    | 10             | 5                       |
| <b>F10</b>        | 0                    | 0                    | 10             | 5                       |
| <b>F11</b>        | 0                    | 0                    | 10             | 5                       |

Em relação a substituição de farinha de trigo nas formulações padrão de massa alimentícia tipo talharim (base 100% farinha de trigo).

Fonte: Autor.

### 4.3 ETAPAS DO PROCESSAMENTO

O desenvolvimento do projeto seguiu-se o fluxograma elaborado conforme a Figura 2. Após a pesagem da CMS, realizou-se a lavagem com água. A proporção de CMS, água e gelo misturados foi de 1 kg de CMS: 2 litros de água: 1 kg de gelo, com uma repetição, fazendo-se a homogeneização manual por 5 minutos da mistura CMS com água e gelo. Em seguida, com o uso de uma peneira de nylon, a CMS foi filtrada para separar a parte sólida da água de lavagem. Fez-se ainda uma terceira lavagem com uma solução salina a 0,1% de NaCl e após a homogeneização por mais 5 minutos, foi feita a filtração da mistura (CMS em solução de NaCl a 0,1%) em peneira de *nylon*.

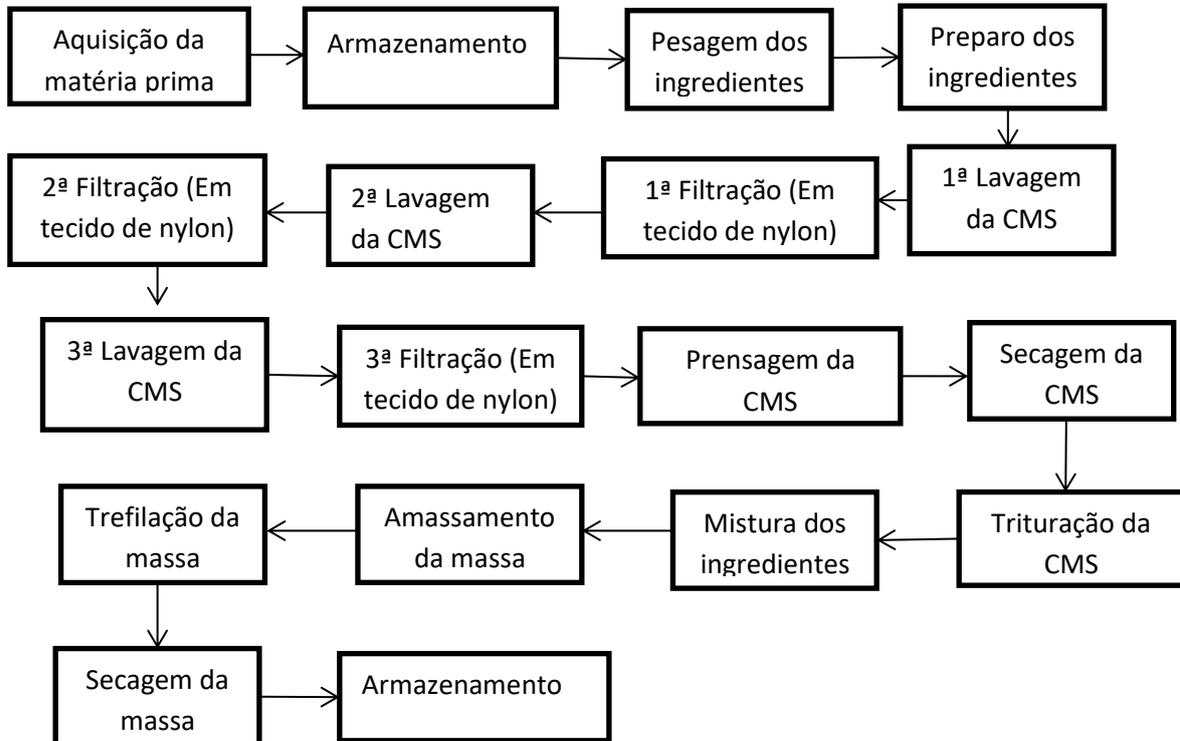
A parte pastosa separada na peneira foi prensada com auxílio de uma prensa mecânica, com o objetivo de retirar o excesso de líquido restante ainda retido da lavagem, desse modo obteve-se a CMS lavada.

A CMS lavada foi distribuída em uma bandeja de alumínio e posta em estufa com circulação forçada de ar a  $65 \pm 3$  °C por 10 horas para desidratar. Após sua retirada da estufa, realizou-se a pesagem para estimar o rendimento do processamento. Em seguida, a CMS desidratada (concentrada) foi armazenada em um freezer à temperatura  $-15,0 \pm 1,0$  °C.

Na elaboração das massas alimentícias, a CMS desidratada obtida foi processada em um mini processador, para melhorar a granulometria para incorporação na massa alimentícia

do tipo talharim. A Figura 2 apresenta fluxograma das operações para o desenvolvimento de massa alimentícia enriquecido com CMS desidratada de tilápia.

Figura 2– Fluxograma de desenvolvimento de massas alimentícias tipo talharim enriquecidas com CMS desidratada.



Para o preparo das formulações foram usadas as proporções dos ingredientes listados na Tabela 3. Com a utilização de uma balança analítica realizou-se a pesagem de cada ingrediente que foi incorporado proporcionalmente a cada formulação, segundo Reis (2013) e adaptado para este trabalho.

Em seguida os ingredientes secos foram misturados em um misturador (marca Lieme) com acréscimo de água, tomate em pó em pequenas quantidades até que a mistura se apresentasse como uma massa de consistência homogênea, com o controle de tempo e velocidade de rotação do motor do misturador no nível 1, 2 e 3, com os respectivos tempos de 2, 2 e 3 minutos.

O amassamento da matéria-prima foi realizado com auxílio de uma máquina semi portátil do modelo Máquina e Macarrão Hercules PM30-000 Inox. Em seguida, os macarrões obtidos foram postos para secar em estufa com circulação de ar à temperatura de  $65 \pm 3$  °C por 12 horas. Após este período as massas secas foram embaladas em embalagem de polietileno sendo separadas por formulação.

#### 4.3.1 Análises da qualidade das massas alimentícias

As massas alimentícias foram avaliadas com relação aos aspectos de qualidade de cozimento de acordo com os parâmetros recomendados pela AACC (2000), e que também serviram de referência para o preparo das amostras para os testes. Os referidos parâmetros foram:

- tempo de cozimento: determinado pelo cozimento de 10 g de amostra em 140 mL de água destilada em ebulição, até atingir a qualidade visual adequada em consequência da gelatinização do amido em toda seção da massa. Esse ponto será determinado pela compressão de amostras do produto cozido, a cada 30 segundos entre duas lâminas de vidro até o desaparecimento do eixo central, seguindo a metodologia da AACC (2000) e adaptações;
- aumento da massa do produto cozido: determinado pela pesagem da amostra antes e após o cozimento, levando-se em consideração o tempo para o cozimento ideal de cada amostra. O valor do aumento da massa é a razão entre a massa da pasta cozida e a massa da pasta crua (10 g), expresso em porcentagem (CALVACANTE NETO, 2012);
- aumento do volume do produto cozido: o aumento de volume das massas foi determinado através dos volumes das massas antes e após o cozimento. 10 g de cada amostra que foram imersas em cerca de 140 mL de hexano e em seguida, mede-se o volume de hexano deslocado pela massa crua e pela massa cozida, determinando-se assim o aumento de massa por diferença porcentual (AACC, 2000);
- perda de sólidos na água de cozimento: a quantidade de sólidos perdidos na água de cozimento foi determinada pela secagem de 25 mL de amostra cozida, em estufa a 105 °C até peso constante e o resultado será expresso em porcentagem dos sólidos perdidos (AACC, 2000).

### 4.3.2 Análise estatística do delineamento composto central rotacional (DCCR)

A avaliação dos resultados dos parâmetros físicos no desenvolvimento das formulações através do DCCR foi realizada por superfície de respostas e suas respectivas curvas de contorno, através da análise de variância – *Analysis of Variance* (ANOVA), teste de médias ao nível de 5% de significância e análise de regressão, utilizando o *software STATISICA 7.0*.

Para saber se houve diferenças mínimas significativas entre as amostras foi utilizado o teste de comparação de médias chamado teste de *Tukey* em que se calcula o valor da diferença mínima significativa (dms) entre médias de amostras (MINIM, 2010).

Para avaliar os efeitos das variáveis nos parâmetros físicos dos macarrões, foi utilizado o modelo de regressão de segunda ordem dado pela equação:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_{11} X_1^2 + \beta_{22} X_2^2 + \beta_{12} X_1 X_2 \quad (1)$$

Onde: Y = Variável dependente;

$X_1$  = CMS desidratada;

$X_2$  = Tomate em pó;

$\beta_0$  = Constante do intercepto;

$\beta_1$  e  $\beta_2$  = Coeficiente de efeitos lineares;

$\beta_{11}$  e  $\beta_{22}$  = Coeficiente de efeitos quadráticos e

$\beta_{12}$  = Coeficiente de efeito de interação entre as variáveis.

Os resultados das variáveis dependentes, respostas de cada um dos 11 tratamentos, foram tratados por análise de regressão múltipla para a obtenção de modelos matemáticos e, para validação desses modelos foi utilizada a análise de variância (ANOVA).

Através dos modelos, foi avaliada a significância da regressão pelo teste F, falta de ajuste não significativa e o coeficiente de determinação ( $R^2$ ).

### 4.3.3 Análises físicas

Os resultados obtidos na aplicação do teste de cozimento foram submetidos à análise estatística com utilização do programa *Statistica 7.0* e através do método DCCR foi possível verificar a influência dos níveis dos tratamentos na variância do delineamento para cada variável independente e então escolher através das suas respostas do teste de cozimento,

tendo em vista os seguintes critérios: tempo de cozimento, aumento de peso, aumento volume, perda de sólidos.

As formulações de massas alimentícias tipo talharim foram avaliadas através dos parâmetros: composição centesimal (umidade, cinzas, proteínas, lipídeos, carboidratos), pH, atividade de água, teor de amidos e açúcares totais, segundo a metodologia da *American Association of Cereal Chemists - AACCC* (1995):

- atividade de água: foi obtida por medidor de atividade de água AQUALAB, da marca Decagon Devices, modelo 4TE na temperatura de 25 °C, conforme recomendações do fabricante, tomando como referência a umidade relativa do vapor de água equivalente a 1,0;
- análise de cor: para a determinação da cor foi utilizado o colorímetro Konica Minolta spectrophometer, modelo CR410, configurado para medir os parâmetros  $L^*a^*b^*$  a variável Chroma ( $C^*$ ) e o ângulo Hue ( $H_0^*$ ) (COMMISSION INTERNATIONAL DE L'ECLAIRAGE, 1986).

#### 4.3.4 Análises físico-químicas

As formulações foram analisadas quanto à acidez titulável de acordo com as recomendações do Instituto Adolf Lutz (2008). As amostras foram trituradas separadamente em cadinho de porcelana sendo pesadas 10 g de cada amostra e transferidas para um Erlenmeyer de 250 mL as quais foram dissolvidas em água destilada cuidadosamente, até a marca de 100 mL. Fez-se agitação por 30 minutos com auxílio de um agitador magnético e após a agitação acrescentou-se 2 gotas de indicador fenolftaleína na solução e 1 mL de solução saturada e neutra de cloreto de cálcio. Em seguida fez a titulação da solução com hidróxido de sódio com concentração de 0,01 molar contida numa bureta de 50 mL. Mediu-se o volume gasto para neutralizar a solução para fazer o cálculo de conversão da porcentagem da acidez total. O resultado foi expresso em mL de NaOH/100 g de matéria seca (IAL, 2008).

A determinação do potencial hidrogeniônico (pH): para determinar o pH, 10 g de cada amostra foram diluídas em 90 mL de água destilada e homogeneizadas sob agitação por 30 minutos com auxílio de agitador magnético. As medidas de pH foram realizadas através da leitura em pHmetro digital da marca Hanna Instruments, modelo 8417, calibrado com solução tampão de pH 4 e pH 7 (IAL, 2008).

#### 4.3.5 Composição centesimal

- umidade: foi determinada por gravimetria com secagem em estufa a temperatura de  $105 \pm 1$  °C por 5 h;
- cinzas: o teor de cinzas foi determinado em forno mufla à temperatura de 550°C, até peso constante (AACC, 1995);
- proteína: foi determinado através do método Kjeldahl (AACC 1995);
- gordura: determinada pelo método de Soxhlet utilizando hexano como solvente (AACC, 1995).
- carboidratos: o teor de carboidratos foi obtido pelo método da diferença no qual se calcula a porcentagem de umidade, proteínas, lipídeos e cinzas e o restante é considerado carboidratos (AACC, 1995).

#### 4.3.6 Análises termogravimétricas e calorimetria exploratória diferencial

Além das análises gravimétricas convencionais de umidade, foram realizadas análises comparativas dos teores de umidades a fim de avaliar a estabilidade térmica das formulações, verificando se ocorria transição vítrea e comparação de umidade entre as amostras das formulações através das técnicas de Termogravimetria (TG) e Calorimetria de Varredura Diferencial - *Differential Scanning Calorimetry* (DSC). Estas análises foram realizadas no Laboratório de Ciências dos Materiais da Universidade Federal do Maranhão, no Campus avançado de Bom Jesus, na cidade de Imperatriz-MA.

Curvas TG e sua derivada numérica (DTG) e curvas de DSC foram obtidas em aparelho de calorimetria de varredura diferencial, marca *Shimadzu* e modelo DSC-60 (*Differential Scanning Calorimetry*) no intervalo de temperatura entre 25 °C e 200 °C. Aproximadamente 5,0 mg de cada amostra foram depositadas em cadinhos de alumínio previamente calibrados juntamente com o equipamento de DSC. As medidas foram realizadas com atmosferas não oxidativas, com fluxo de nitrogênio (N<sub>2</sub>) a uma vazão de 100 mL/minuto e rampa/taxa de aquecimento de 5 °C minuto. O tempo gasto pelo equipamento DSC realizar as medidas, para cada amostra, foi cerca de 50 minutos entre duas medidas sucessivas, esperando-se cerca de 30 minutos para resfriamento do equipamento. Todas as medidas de análises térmicas foram realizadas em triplicata.

#### 4.3.7 Análise microbiológica

Na pesquisa de *Salmonella spp.* foi verificado de acordo com os parâmetros estabelecidos na legislação RDC nº 12/2001 da ANVISA para os alimentos à base de massas e investigação da qualidade microbiológica para produtos que em sua constituição há incorporação de ovos, com o propósito de garantir a inocuidade e conservação do produto final (BRASIL, 2001). As determinações foram realizadas de acordo com os métodos estabelecidos pela *American Public Health Association* (APHA, 2001).

As análises da qualidade microbiológica das formulações obtidas foram realizadas no Laboratório de Microbiologia da Universidade Federal do Ceará do Departamento de Tecnologia de Alimentos, em que avaliou a presença ou ausência de patógeno do gênero *Salmonella* por ser da família *Enterobacteriaceae* mais significativa em alimentos, responsável por infecções de origem alimentar e sendo um dos principais agentes envolvidos em surtos registrados em vários países (SHINOHARA, *et al.*, 2008).

Para a realização das análises microbiológicas, as amostras foram previamente submetidas ao quarteramento e homogeneizadas. Em seguida foram coletadas duas porções de 25 g em sacos homogeneizadores estéreis. Para a pesquisa de *Salmonella spp.* 25 g de amostras de cada formulação foram pesadas assepticamente e em seguida foram adicionados 225 mL de caldo lactosado (M1), procedendo-se então a homogeneização da amostra por um período de 2 minutos. Seguiu-se então, o repouso da cultura, sob temperatura ambiente, por  $60 \pm 5$  minutos. Realizou-se em seguida a determinação do pH com o auxílio de uma tira de medição, mantendo o valor de  $6,8 \pm 0,2$ . Os sacos contendo a cultura bacteriológica foram incubados em estufa bacteriológica a  $35 \text{ }^\circ\text{C}$  por  $24 \pm 2$  horas (ANDREWS, HAMMACK, 1998).

Com o meio pré-enriquecido, retirou-se 0,1 mL e 1,0 mL e foram transferidos para tubos distintos contendo 10 mL do caldo *Rappaport-Vassiliadis* (RV) e 10 mL de caldo Tetrathionato (TT), respectivamente. O caldo RV foi incubado a  $42 \pm 0,2^\circ\text{C}$  por  $24 \pm 2$  horas e o caldo TT a  $43 \pm 0,2 \text{ }^\circ\text{C}$  por  $24 \pm 2$  horas, ambos em banho-maria. A partir dos caldos de enriquecimento seletivo, realizaram-se estrias em placas com ágar Sulfito de Bismuto (BS), ágar Xilose-Lisina-Desoxicolato (XLD) e ágar *Hektoen* (HE). As placas foram incubadas em estufa bacteriológica a  $35 \text{ }^\circ\text{C}$  por  $24 \pm 2$  horas

A confirmação preliminar das colônias de *Salmonella spp.* foi realizada com colônias típicas e atípicas de *Salmonella spp.* isoladas em ágares seletivos. A transferência das colônias fez-se com auxílio de uma agulha de inoculação. Em seguida, removeu-se uma porção

da massa de células do centro da colônia desejada e realizou-se a transferência para os ágaros Tríplice Açúcar de Ferro (TSI) e Lisina Ferro Ágar (LIA) encubados a 35 °C por 24 ± 2 horas.

Após a confirmação das colônias típicas e atípicas em TSI e LIA, foram realizadas as provas bioquímicas e sorológicas com antissoro polivalente contra os antígenos O do grupo A, B, C, D e E, contra o antígeno Vi e contra os antígenos flagelares a; b; c; d; i, 1, 2, 5.

#### **4.3.8 Análise sensorial**

O projeto de pesquisa foi submetido ao Comitê de Ética da Universidade Federal do Ceará - UFC com o número de CAAE41424815.1.0000.5054. No teste de análise sensorial, as amostras foram cozidas dentro do tempo ideal de cozimento para cada uma das formulações e servidas aos provadores, não havendo acréscimo de nenhum outro ingrediente no cozimento das amostras.

As formulações de massas alimentícias foram distribuídas em um delineamento de blocos completos (Anexo D) onde as quatro formulações (três selecionadas pelos testes de qualidade de cozimento e um padrão) foram provadas igualmente por 72 provadores não treinados, totalizando o mesmo número de respostas.

Foi aplicado um teste de Aceitação, avaliando os atributos cor, aroma, sabor textura e impressão global utilizando-se escala hedônica estruturada de nove pontos, na qual 9 representa “gostei muitíssimo” e 1 “desgostei muitíssimo”. As amostras foram apresentadas a provadores não treinados, de forma monádica, à temperatura 50 ± 3 °C, em recipientes codificados com números de três dígitos escolhidos de forma aleatória.

Também foram avaliados quanto à Intenção de Compra através de escala estruturada de cinco pontos, na qual 1 “certamente compraria” e 5 “certamente não compraria” (Anexo B) (DUTCOSKY, 2011). Os provadores foram posicionados em ambiente que garantisse o mínimo de interferência possível e orientados a observar as características globais e o preenchimento das fichas respostas (Anexo C).

## **5.RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **5.1 QUALIDADE DO COZIMENTO DAS FORMULAÇÕES**

Os resultados obtidos nos testes de cozimento das formulações são apresentados nas Tabelas 5 a 13, com os respectivos gráficos de superfícies de respostas de cada um dos critérios de qualidade definidos pelo planejamento experimental, definidos como variáveis dependentes em função das variáveis independentes do Delineamento Composto Central Rotacional.

De acordo com Menegassi e Leonel (2006) o comportamento das massas alimentícias durante e após o cozimento é o parâmetro de qualidade de maior importância para os consumidores desse produto. Para Casagrandi *et al.* (1999) o teste de cozimento é bastante relevante, visto que fornece informações de como o produto se comporta durante o cozimento, trazendo portanto, informações sobre a textura do produto cozido.

A qualidade das massas alimentícias é influenciada pelos fatores: aumento de volume, perda de sólidos e aumento de massa de água na massa. Grandes perdas de sólidos são caracterizadas como indesejáveis para massas alimentícias, pois representam alta solubilidade do amido, além de homogeneização e coesão deficitária dos ingredientes na mistura, que resulta em turbidez na água de cozimento, bem como, baixa tolerância da massa ao cozimento. Por outro lado, o inverso ocorre com o aumento de peso das massas, pois este fator está diretamente relacionado com a capacidade de adsorção de água nas massas, que interfere na resposta de qualidade de textura de massa alimentícia após o cozimento, pois a maciez é proporcional a quantidade de água adsorvida pela massa (BHATTACHARYA; ZEE; CORKE,1999).

#### **5.1.1 Aumento de peso**

No teste de cozimento, verificou-se que todos os efeitos foram significativos, ao nível de 5% de significância para o aumento de peso dos macarrões. Com o tomate em pó se obteve efeitos negativos, enquanto que o modelo linear da CMS desidratada foi positivo e o modelo quadrático apresentou efeito negativo, o que significa que até uma determinada quantidade de CMS desidratada promoveu o aumento do peso das formulações. Entretanto, quando esse limite de adição é ultrapassado, o efeito é invertido causando a redução do peso. Também foi observado o efeito de interação entre as variáveis que apresentaram efeito positivo.

Abaixo está apresentado na Tabela 5 um resumo estatístico para a regressão do aumento de peso em função das variáveis Tomate em Pó e CMS desidratada dispondo os coeficientes de regressão linear (L) e quadrático para cada uma das variáveis, de onde resulta a equação 2 que mostra a regressão para o aumento de peso.

Tabela 5– Coeficiente de regressão para a resposta de aumento de peso (g).

|                                       | <b>Coeficientes de regressão</b> | <b>Erro Puro</b> | <b>t (27)</b> | <b>p – valor</b> |
|---------------------------------------|----------------------------------|------------------|---------------|------------------|
| <b>Média*</b>                         | 208,2300                         | 0,694223         | 299,9467      | 0,000000         |
| <b>Tomate em pó (L)*</b>              | -3,3264                          | 0,412556         | -8,0630       | 0,000000         |
| <b>Tomate em pó (Q)*</b>              | -2,9997                          | 0,308052         | -9,7378       | 0,000000         |
| <b>Farinha de CMS (L)*</b>            | 11,0150                          | 0,691478         | 15,9297       | 0,000000         |
| <b>Farinha de CMS(Q)*</b>             | -2,6036                          | 0,413500         | -6,2964       | 0,000001         |
| <b>Tomate em pó x Farinha de CMS*</b> | 1,5633                           | 0,409711         | 3,8155        | 0,000720         |

L Fator linear de regressão

Q Fator quadrático de regressão

\*fatores estatisticamente significativos ( $p \leq 0,05$ )

Fonte: Autor

A Tabela 6 mostra o quadro resumo de análise de variância bem como as fontes de variação estatística dos resultados.

Tabela 6– ANOVA para a resposta do aumento de peso (g).

| <b>Fontes de Variação</b> | <b>Soma dos Quadrados</b> | <b>Graus de Liberdade</b> | <b>Quadrado Médio</b> | <b>F calculado</b> |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------|--------------------|
| <b>Regressão</b>          | 3246,65                   | 5                         | 649,33                | 1057,34            |
| <b>Resíduos</b>           | 188,428                   | 27                        | 35,027                |                    |
| <b>Falta de Ajuste</b>    | 114,341                   | 3                         | 38,114                | 1,19               |
| <b>Erro Puro</b>          | 74,087                    | 24                        | 3,087                 |                    |
| <b>Total</b>              | 3435,07                   | 32                        |                       |                    |

% variação explicada ( $R^2$ ) = 0,9531;  $F_{\text{tab}}(5;27;0,05) = 2,57$

Fonte: Autor

A análise de variância apresentou um coeficiente de determinação de 0,9531, o que representa um bom ajuste dos dados obtidos experimentalmente ao modelo matemático gerado e apresentado na equação 2. No teste F, o valor calculado foi superior ao F tabelado e a falta de ajuste não foi significativa, o que validam o modelo matemático.

Através do modelo matemático de regressão do aumento de peso, (equação 2), pode-se observar que houve uma redução com coeficientes linear e quadrático, evidenciado pelo sinal negativo dos coeficientes, -3,32 e -2,99 respectivamente.

$$\Delta P = 208 - 3,32m_t - 2,99(m_t)^2 + 11,01cms - 2,60 (cms)^2 + 1,56 (m_t cms) \quad (2)$$

Onde:

$\Delta P$  : aumento de volume em mililitros;

$m_t$  : massa de tomate em pó em gramas;

cms : massa de CMS em gramas.

O Aumento de Peso tem correlação linear positiva e quadrática negativa para a adição de CMS, com os coeficientes 11,01 e -2,60, o que pode ser ocasionado pelas interações desses ingredientes com a rede de glúten, devido à adição de tomate em pó ter promovido uma diminuição na taxa de aumento de volume durante o cozimento, a que se deve principalmente a sua agregação a rede de glúten da farinha de trigo, que torna a capacidade de adsorção de água da formulação parcialmente reduzida. Reis (2013) verificou que o aumento de peso tem relação direta e positiva de proporcionalidade com a capacidade de absorção de água durante o cozimento e inversamente proporcional com a perda de sólidos durante o cozimento.

Por outro lado, a influência da adição de CMS nas formulações sobre o aumento de peso teve comportamento diverso do tomate em pó, no qual a incorporação de CMS até um determinado limite teve comportamento de aumento linear com coeficiente positivo de 11,01 significando que existe uma região de adição de CMS que apresenta uma taxa de aumento de peso positiva de primeira ordem, e uma influência negativa de segunda ordem (de segundo grau para o coeficiente -2,60), o que indica existir uma tendência de diminuir a taxa de aumento de peso quando a CMS for adicionada acima de um valor crítico.

Derivando parcialmente o aumento de peso em relação à massa de tomate e massa de CMS, tem-se:

$$\frac{\partial \Delta P}{\partial m_t} = -3,32 - 5,98m_t + 1,56cms \quad (3)$$

$$\frac{\partial \Delta P}{\partial cms} = 11,01 - 5,2cms + 1,56m_t \quad (4)$$

Onde:

$\frac{\partial \Delta P}{\partial m_t}$  : variação do aumento de peso da formulação em gramas em relação à massa de tomate em pó em gramas;

$\frac{\partial \Delta P}{\partial cms}$  : variação do aumento de peso da formulação em relação à massa de CMS em gramas;

Ao aplicar a igualdade das equações (3) e (4) para determinar os valores críticos para as variáveis, tem-se:

$$\frac{\partial \Delta P}{\partial m_t} = \frac{\partial \Delta P}{\partial cms} = 0 \quad (5)$$

Ou  $-3,32 - 5,98m_t + 1,56cms = 11,01 - 5,2cms + 1,56m_t$ ; que se obtém:

$$m_t = \frac{6,76cms - 14,33}{7,54} \quad (6)$$

A equação (6) expressa a quantidade de tomate em pó em gramas que deve ser adicionada para uma determinada quantidade de CMS de tilápia. Por essa equação, percebe-se que existe teoricamente uma linearidade entre a quantidade de tomate em pó e a quantidade de CMS que é adicionada à massa alimentícia. No entanto existe limitação para ambas variáveis quanto à quantidade que possa ser adicionada à formulação, em razão da natureza do composto principal que é massa de trigo.

A rede de glúten naturalmente presente no trigo é responsável pela elasticidade da massa, que define, portanto, a resistência à quebra da massa alimentícia. Ao adicionar ingredientes à massa de trigo, ocorre enfraquecimento da rede de glúten, tendo como resultado nas massas alimentícias pouca resistência e elasticidade, e assim limitando o processamento e a qualidade do produto final (CAVALCANTE NETO, 2012).

Os grânulos de amido, devido ao seu estado natural parcialmente cristalino, experimentam, quando são submetidos ao tratamento térmico, diferentes transições de fase, se destacando a gelatinização e a retrogradação. Estas transições influenciam o volume final dos produtos cozidos e a sua tendência ao endurecimento que depende, entre outros fatores, da proporção amilose/amilopectina (Pallarés *et al.*, 2007).

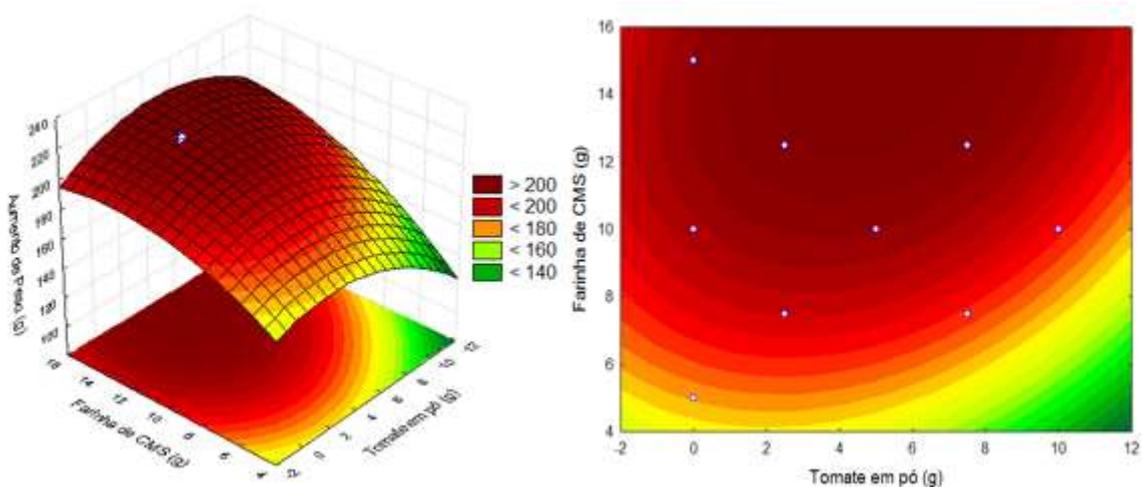
Estudo realizado por Mariusso (2008), no qual trabalhou com massa fresca, observou valores para aumento das massas entre 176,66% e 193,9%. De acordo com Costa

(2001) o aumento de massa está relacionado à capacidade de adsorção de água das massas e dependem do formato da massa alimentícia.

O aumento de peso das massas alimentícias variou de 190,66% para a formulação F8 a 220,17% para a formulação F2. Não houve diferenças significativas entre as formulações F3 e F5; F6 e F7 e entre F9, F10 e F11, ou seja, a adição de maiores quantidades de CMS desidratada não produziu efeitos significativos sobre o aumento de peso.

A Figura 3 representa em superfície de resposta o comportamento do Aumento de Peso das formulações de massas alimentícias, em função das variáveis utilizadas como níveis de variação no delineamento, ou seja, adição de farinha de CMS e tomate em pó.

Figura 3– Efeito do tomate em pó e de CMS desidratada (g/100 g de trigo) no aumento de peso das massas alimentícias.



Através da superfície de resposta, pode-se observar uma tendência de ponto de maximização do aumento de peso dos macarrões em condições de incorporação de 12 a 16 g de CMS desidratada e de 2 a 8 g de tomate em pó, para valores acima de 200 g de aumento de peso. O tomate em pó, quando utilizado em conjunto com pequenas quantidades de CMS desidratada conduz aos menores valores de aumento de peso, correspondente a abaixo de 140 g.

### 5.1.2 Aumento de volume

Na Tabela 7 estão apresentados os coeficientes de regressão da resposta aumento de volume em função das variáveis Tomate em Pó e CMS desidratada, dispondo também os coeficientes de regressão linear (L) e quadrático (Q) para cada uma das variáveis. A Tabela 7

mostra os coeficientes de regressão para o aumento de volume calculado em porcentagem em relação ao volume inicial das formulações cruas.

Tabela 7– Coeficientes de regressão para aumento de volume (%).

|                                      | <b>Coeficientes de regressão</b> | <b>Erro Puro</b> | <b>t (27)</b> | <b>p – valor</b> |
|--------------------------------------|----------------------------------|------------------|---------------|------------------|
| <b>Média*</b>                        | 214,1442                         | 2,053836         | 104,2655      | 0,000000         |
| <b>Tomate em pó (L)*</b>             | -6,7619                          | 1,220534         | -5,5401       | 0,000011         |
| <b>Tomate em pó (Q)*</b>             | -2,1619                          | 0,911360         | -2,3722       | 0,026046         |
| <b>Farinha de CMS (L)*</b>           | 5,7249                           | 2,045713         | 2,7985        | 0,009964         |
| <b>Farinha de CMS(Q)*</b>            | -3,4043                          | 1,223327         | -2,7828       | 0,010334         |
| <b>Tomate em pó x Farinha de CMS</b> | -0,9499                          | 1,212117         | -0,7837       | 0,440908         |

L Fator linear de regressão

Q Fator quadrático de regressão

\*Fatores estatisticamente significativos ( $p \leq 0,05$ )

Fonte: autor

De modo semelhante ao aumento de peso, o aumento de volume sofreu efeitos lineares e quadráticos significativos das duas variáveis, havendo também efeito de interação entre elas. Os efeitos apresentados pelo tomate em pó foram de caráter negativo para os coeficientes linear e quadrático, ou seja, à medida que ocorreu a adição de tomate em pó nas formulações obteve-se como resposta uma diminuição na taxa de aumento de volume das formulações após o cozimento, fato evidenciado através dos coeficientes -6,76 e -2,16, lineares e quadráticos respectivamente.

O efeito obtido com a adição de CMS nas formulações de massas alimentícias apresentou uma regressão com coeficiente linear positivo para o aumento de volume, com coeficiente de 5,72 e coeficiente quadrático negativo de -3,40. Esses coeficientes indicam que a taxa de aumento de volume possui um valor crítico em relação à adição de CMS nas formulações.

A Tabela 8 apresenta a análise de variância para as respostas das formulações ao variar a quantidade de CMS e tomate em pó.

Tabela 8 – ANOVA para a resposta aumento de volume (%).

| <b>Fontes de Variação</b> | <b>Soma dos Quadrados</b> | <b>Graus de Liberdade</b> | <b>Quadrado Médio</b> | <b>F calculado</b> |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------|--------------------|
| <b>Regressão</b>          | 3169,86                   | 4                         | 794,46                | 51,88              |
| <b>Resíduos</b>           | 1630,02                   | 27                        | 6,394                 |                    |
| <b>Falta de Ajuste</b>    | 164,06                    | 3                         | 54,68                 | 2,10               |
| <b>Erro Puro</b>          | 1465,96                   | 24                        | 61,08                 |                    |
| <b>Total</b>              | 4799,87                   | 32                        |                       |                    |

% variação explicada ( $R^2$ ) = 0,7129;  $F_{\text{tab}}(4;27;0,05) = 2,57$

Fonte: autor

A análise de variância satisfaz as condições necessárias para a validação do modelo matemático, o coeficiente de determinação foi de 0,7129 e o F calculado de 51,88; bem superior ao tabelado, que para 4 graus de liberdade da regressão e 27 dos resíduos, é de 2,57. A falta de ajuste também não foi significativa, ao nível de 5% de significância, o que valida o modelo abaixo apresentado na equação (7).

Considerando equação (7) para o aumento de volume:

$$\Delta V = 214,14 - 6,76m_t - 2,16 m_t^2 + 5,72cms - 3,40(cms)^2 - 0,94m_t cms \quad (7)$$

$\Delta V$  : aumento de volume em percentagem;

$m_t$  : massa de tomate em pó em grama;

cms : massa de CMS em grama.

A derivada de primeira ordem do aumento de volume se anula para o valor crítico, portanto, pode-se tomar as derivadas parciais de primeira ordem do aumento de volume e estabelecer uma identidade pela igualdade das derivadas parciais nulas, como segue:

$$\frac{\partial \Delta V}{\partial m_t} = -6,76 - 4,32m_t - 0,94cms \quad (8)$$

$$\frac{\partial \Delta V}{\partial cms} = 5,72 - 6,80cms - 0,94m_t \quad (9)$$

Onde:

$\frac{\partial \Delta V}{\partial m_t}$ : variação do aumento de volume em porcentagem em relação à massa de tomate em pó em grammas;

$\frac{\partial \Delta V}{\partial cms}$ : variação do aumento de volume em relação à massa de CMS em grammas.

Ao aplicar a igualdade das equações (8) e (9) para determinar os valores críticos para as variáveis, tem-se:

$$\frac{\partial \Delta V}{\partial m_t} = \frac{\partial \Delta V}{\partial cms} = 0 \quad (10)$$

Ou

$$-6,76 - 4,32m_t - 0,94cms = 5,72 - 6,80cms - 0,94m_t \quad (11)$$

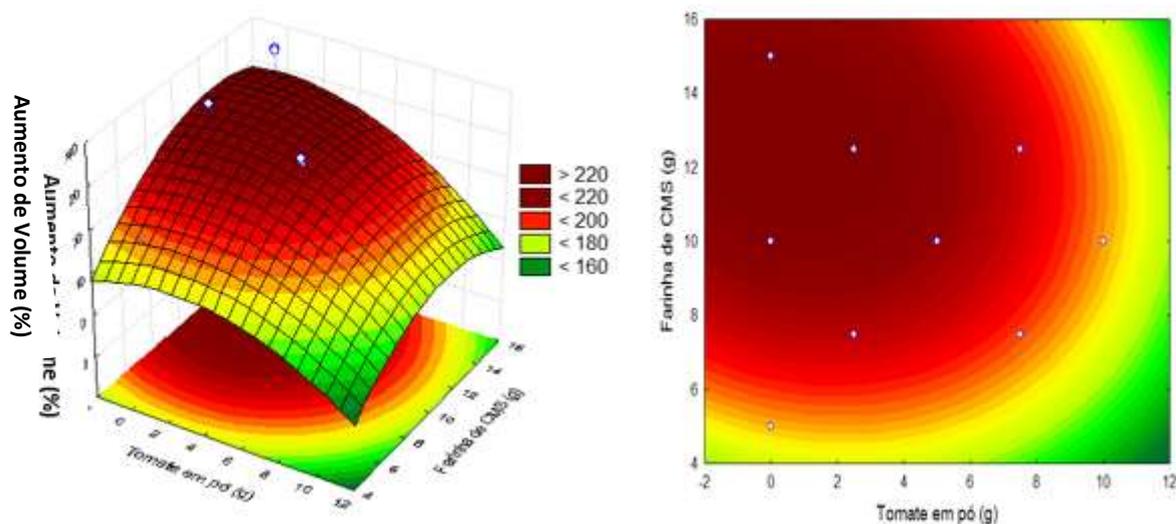
que imediatamente se obtém:

$$m_t = \frac{5,86cms - 12,48}{7,53,38} \quad (12)$$

A equação (12) expressa a relação entre massa de tomate em pó em grama  $m_t$  e a massa de CMS em grama para obtenção de um aumento de volume otimizado em função dos níveis de variação. Tal equação, obtida com o modelo estatístico do delineamento composto central rotacional tem sua utilidade por estimar os valores teóricos que devem ser utilizados de CMS e tomate em pó nas formulações, para se que as mesmas obtenham resultados otimizados em relação ao parâmetro aumento de volume.

A Figura 4 apresenta a superfície de resposta e curva de contorno para o aumento de volume medido em porcentagem das formulações após o cozimento em relação ao volume das formulações antes do cozimento, expressas em grammas, em função de CMS e tomate em pó, adicionados à farinha de trigo.

Figura 4– Efeito do tomate em pó e da farinha de CMS no aumento de volume das massas alimentícias.



Foi observada uma tendência de maximização do aumento de volume, para valores superiores a 220%, correspondente entre as incorporações de 11 a 15 g de CMS desidratada e de 0 a 3 g de tomate em pó. Elevadas quantidades de tomate em pó e CMS desidratada proporcionam uma redução no aumento de volume, para valores abaixo de 160%.

### 5.1.3 Tempo de cozimento

A análise estatística dos resultados obtidos para os tempos de cozimento das formulações do delineamento são apresentados na Tabela 9.

Tabela 9– Coeficientes de regressão para a resposta tempo de cozimento (minutos).

|                                      | <b>Coeficientes de regressão</b> | <b>Erro Puro</b> | <b>t (27)</b> | <b>p – valor</b> |
|--------------------------------------|----------------------------------|------------------|---------------|------------------|
| <b>Média*</b>                        | 8,201415                         | 0,146550         | 55,96331      | 0,000000         |
| <b>Tomate em pó (L)*</b>             | 0,385964                         | 0,087090         | 4,43177       | 0,000176         |
| <b>Tomate em pó (Q)*</b>             | -0,479928                        | 0,065029         | -7,38017      | 0,000000         |
| <b>Farinha de CMS (L)*</b>           | 0,430231                         | 0,145970         | 2,94739       | 0,007030         |
| <b>Farinha de CMS(Q)</b>             | -0,034014                        | 0,087290         | -0,38967      | 0,700219         |
| <b>Tomate em pó x Farinha de CMS</b> | -0,027129                        | 0,086490         | -0,31367      | 0,756483         |

L: Fator linear de regressão; Q: Fator quadrático de regressão; \*Fatores estatisticamente significativos ( $p \leq 0,05$ ).

Para o tempo de cozimento, houve a influência dos modelos lineares e quadráticos do tomate em pó e apenas o modelo linear da CMS desidratada. Os efeitos quadráticos de CMS e sua interação com tomate em pó foram menos significativos para a resposta de tempo de cozimento, visto que o valor absoluto do erro puro foi superior ao coeficiente de interação de CMS com tomate em pó. Os modelos lineares significativos apresentaram efeito positivo e o tomate em pó obteve efeito quadrático negativo sendo que os demais efeitos não foram significativos.

Tabela 10 – ANOVA para a resposta tempo de cozimento (minutos).

| Fontes de Variação     | Soma dos Quadrados | Graus de Liberdade | Quadrado Médio | F calculado |
|------------------------|--------------------|--------------------|----------------|-------------|
| <b>Regressão</b>       | 25,83              | 3                  | 7,95           | 82,77       |
| <b>Resíduos</b>        | 22,13              | 27                 | 4,38           |             |
| <b>Falta de Ajuste</b> | 14,67              | 3                  | 4,69           | 1,85        |
| <b>Erro Puro</b>       | 7,46               | 24                 | 0,31           |             |
| <b>Total</b>           | 47,96              | 32                 |                |             |

% variação explicada ( $R^2$ ) = 0,7129;  $F_{\text{tab}}(4;27;0,05) = 2,57$ .

A análise de variância apresentou as condições necessárias para a validação do modelo matemático que explica o comportamento do tempo de cozimento em função do tomate em pó e CMS desidratada. O F calculado foi de 82,77; o coeficiente de determinação de 0,7129 e a falta de ajuste menor que o F tabelado.

Com os valores experimentais, tratados estatisticamente, foi possível modelar uma equação que expressasse o tempo de cozimento em função das variações dos níveis das variáveis independentes, dada pela equação abaixo:

$$t = 8,20 + 0,38m_t - 0,47m_t^2 + 0,43cms \quad (14)$$

A derivada de primeira ordem do tempo de cozimento se anula para o valor crítico, portanto, pode-se tomar as derivadas parciais de primeira ordem do tempo de cozimento e estabelecer uma identidade pela igualdade das derivadas parciais nulas, como segue:

$$\frac{\partial t}{\partial m_t} = 0,38 - 0,94m_t \quad (15)$$

$$\frac{\partial t}{\partial cms} = 0,43 \quad (16)$$

Onde:

$t$ : tempo mínimo de cozimento da formulação;

$\frac{\partial t}{\partial m_t}$ : variação do tempo de cozimento em relação à massa de tomate em pó em grama;

$\frac{\partial t}{\partial cms}$ : variação do tempo de cozimento em relação à massa de CMS em grama;

$\Delta V$ : aumento de volume em percentagem;

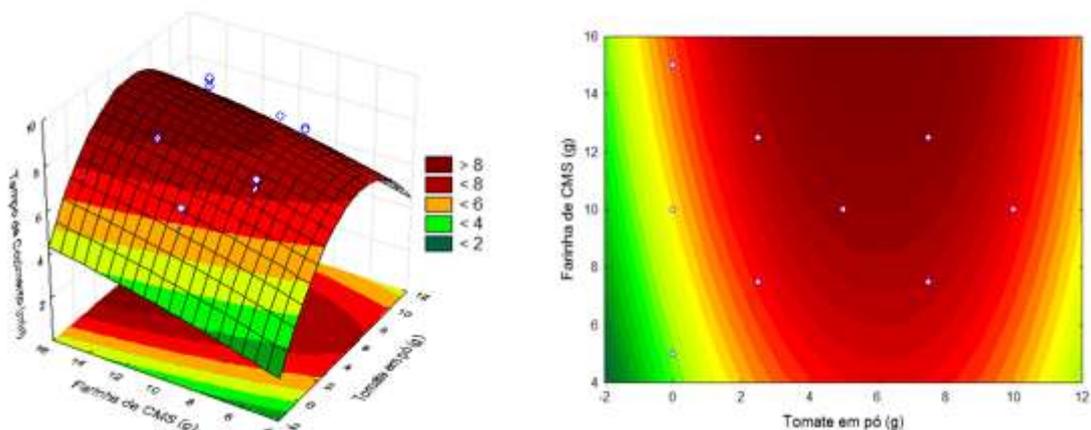
$m_t$ : massa de tomate em pó em gramas;

$cms$ : massa de CMS em gramas.

Através da equação (15) foi possível estimar um valor crítico para o tempo de cozimento, obtido quando sua derivada se anula, ou seja:

$\frac{\partial t}{\partial m_t} = 0,38 - 0,94m_t = 0$  determina-se  $m_t = 0,40$  que representa um valor teórico para o tempo mínimo de cozimento, indicando que o tomate em pó em quantidade específica é capaz de minimizar o tempo de cozimento da massa alimentícia, possivelmente devido a sua incorporação à formulação por ter característica alcalina, provoca alterações estruturais na rede de glúten a amolecendo mais rapidamente e obtendo a gelatinização do amido.

Figura 5– Efeito do tomate em pó e de CMS desidratada (g/100 g de trigo) no tempo de cozimento das massas alimentícias.



O tempo de cozimento é superior a 8 minutos quando são incorporadas às formulações dos macarrões quantidades acima de 14 g de farinha de CMS e entre 4 a 7 g de tomate em pó. Verificou-se que o tomate em pó promoveu maior efeito sobre o aumento do tempo de cozimento, uma vez que, mesmo em baixas quantidades, o tempo de cozimento é superior a 6 minutos.

### 5.1.4 Perdas de sólidos

Na Tabela 11 estão apresentados os coeficientes de regressão para as respostas do efeito perda de sólidos durante o cozimento das massas alimentícias, calculado em porcentagem, em relação ao peso inicial da formulação antes do cozimento.

Tabela 11– Coeficientes de regressão para a resposta perda de sólidos (%).

|                                       | <b>Coeficientes de regressão</b> | <b>Erro Puro</b> | <b>t (27)</b> | <b>p – valor</b> |
|---------------------------------------|----------------------------------|------------------|---------------|------------------|
| <b>Média*</b>                         | 0,077639                         | 0,001664         | 46,6708       | 0,000000         |
| <b>Tomate em pó (L)*</b>              | -0,004610                        | 0,000989         | -4,6633       | 0,000098         |
| <b>Tomate em pó (Q)</b>               | 0,000368                         | 0,000738         | 0,4985        | 0,622668         |
| <b>Farinha de CMS (L)*</b>            | -0,019449                        | 0,001657         | -11,7378      | 0,000000         |
| <b>Farinha de CMS(Q)*</b>             | -0,007352                        | 0,000991         | -7,4202       | 0,000000         |
| <b>Tomate em pó x Farinha de CMS*</b> | -0,013718                        | 0,000982         | -13,9728      | 0,000000         |

L Fator linear de regressão

Q Fator quadrático de regressão

\*Fatores estatisticamente significativos confiança ( $p \leq 0,05$ ).

Fonte: autor.

O único efeito não significativo para a perda de sólidos foi o modelo quadrático do tomate em pó. Os modelos significativos apresentaram efeitos negativos, portanto, reduzindo a perda de sólidos, à medida em que são incorporados às formulações.

Tabela 12– ANOVA para a resposta perda de sólidos (%).

| <b>Fontes de Variação</b> | <b>Soma dos Quadrados</b> | <b>Graus de Liberdade</b> | <b>Quadrado Médio</b> | <b>F calculado</b> |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------|--------------------|
| <b>Regressão</b>          | 0,148                     | 4                         | 0,0037                | 409,79             |
| <b>Resíduos</b>           | 0,00056                   | 27                        | 0,00014               |                    |
| <b>Falta de Ajuste</b>    | 0,0047                    | 3                         | 0,0015                | 2,11               |
| <b>Erro Puro</b>          | 0,0009                    | 24                        | 0,0001                |                    |
| <b>Total</b>              | 47,96                     | 32                        |                       |                    |

% Coeficiente de variação explicada ( $R^2$ ) = 0,7229;  $F_{\text{tab}}(4;27;0,05) = 2,57$

\*Fatores estatisticamente significativos a 95% de confiança ( $p \leq 0,05$ ).

O coeficiente de determinação foi de 0,7229 com valor do teste F calculado de 409,79, superior ao tabelado que foi de apenas 2,57. A falta de ajuste foi de 2,11, não

significativo ao nível de 5% de significância. Essas condições validam o modelo matemático apresentado na equação (16).

$$s = 0,077 - 0,004m_t - 0,019 cms - 0,007 cms^2 - 0,013 m_t cms \quad (17)$$

De modo análogo aos outros critérios, também foi possível estimar valores numéricos para a Perda de sólidos tomando a sua derivada de primeira ordem, pois o valor crítico para a perda ocorre quando a derivada de primeira ordem se anula, como segue o desenvolvimento abaixo:

$$\frac{\partial s}{\partial m_t} = - 0,004 - 0,013 cms \quad (18)$$

$$\frac{\partial s}{\partial cms} = - 0,019 - 0,014 cms - 0,013 m_t \quad (19)$$

Como as equações (18) e (19) se anulam para o ponto crítico, então se obtém:

$$m_t = \frac{-cms - 15}{13} \quad (20)$$

Onde:

$\frac{\partial s}{\partial m_t}$  : perda de sólidos durante o cozimento em relação à massa de tomate em pó em grama;

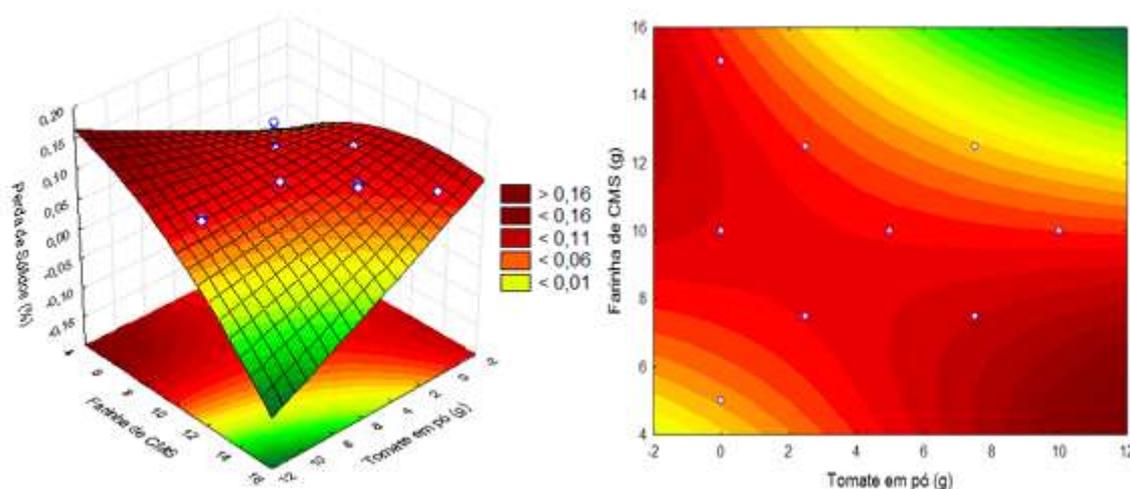
$\frac{\partial s}{\partial cms}$  : perda de sólidos durante o cozimento em relação à massa de CMS em grama;

s: perda de sólidos durante o cozimento em porcentagem;

$m_t$  : massa de tomate em pó em grama e

cms : massa de CMS em grama.

Figura 6– Efeito do tomate em pó e CMS desidratada (g/100 g de trigo) na perda de sólidos das formulações.



A superfície de resposta mostrou uma tendência de ponto de máximo de perda de sólidos em quantidades extremas de tomate em pó, onde a perda de sólidos é maior que 0,16%. Outra tendência à maximização pode ser observada em quantidades superior a 12% de CMS desidratada. A região de mínima perda de sólidos ocorre quando há elevadas quantidades de CMS desidratada, juntamente com grandes quantidades de tomate em pó.

Para o aumento de volume, as formulações F4, F5 e F8 foram as que apresentaram resultados inferiores a 200% de aumento de volume. O maior aumento de volume foi apresentado pela formulação F2, com 222%. Não houve diferenças significativas entre as formulações F1 e F4; F5 e F8 e entre as formulações F7, F9, F10 e F11; o que demonstra o baixo efeito do tomate em pó sobre o aumento de volume dos macarrões.

A Tabela 13 apresenta os resultados das análises de qualidade de cozimento das formulações, referentes aos critérios: aumento de peso, aumento de volume, tempo de cozimento e perda de sólidos. As médias dos resultados das formulações foram comparadas entre si pelo teste de *Tukey*, onde os valores na mesma coluna com letras iguais não diferem estatisticamente entre si ao nível de significância de 5%.

Cavalcante Neto (2012) e Hummel (1996) citam em seus resultados que as massas elaboradas com substituição parcial da farinha de trigo por mesocarpo de babaçu são consideradas de excelente qualidade e a massa com 100% farinha de trigo de média qualidade. De acordo com esses autores, perdas de sólidos solúveis de até 6% são características de massas de trigo de excelente qualidade, na faixa de 8% de média qualidade e acima de 10%, caracterizadas de massa de baixa qualidade.

Encontra-se na literatura diversas pesquisas que investigaram a substituição da farinha de trigo por outras farinhas que obtiveram resultados próximos, melhores, inferiores de perdas de sólidos na água de cozimentos.

Os resultados encontrados por Reis (2013) para perda de sólido entre cinco tipos de formulações de massas alimentícias adicionadas de polpa de tilápia apresentaram resultados variando entre 0,582% e 0,588% que foram superiores aos obtidos nesta pesquisa.

Casagrandi *et al.* (1999) produziram massa alimentícia utilizando farinha mista de trigo e feijão guandu e verificaram um teor de perda de sólidos no cozimento das massas de 9,25% para a massa alimentícia elaborada com 100% de farinha de trigo e perdas de 13,30%, 14,37% e 15,60% para o níveis de substituição de 5%, 10% e 15% desta farinha, respectivamente.

A Tabela 13 apresenta as médias obtidas para os parâmetros de cozimentos das formulações de massas alimentícias. O tempo de cozimento dos macarrões variou de 6,73 minutos (formulação F8) a 9,23 minutos (formulação F4). Não houve diferenças significativas entre as formulações F6 e F8; e entre F9, F10 e F11.

Tabela 13– Resultados das análises referentes ao cozimento das formulações de massas alimentícias.

| Formulação <sup>2</sup> | Aumento de Peso (%)         | Aumento de Volume (mL)      | Tempo de Cozimento (min)  | Perda de Sólidos (%)      |
|-------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|
| <b>F1</b>               | 198,50 <sup>c</sup> ± 0,31  | 204,00 <sup>bc</sup> ± 0,57 | 7,83 <sup>bc</sup> ± 0,16 | 0,074 <sup>c</sup> ± 0,01 |
| <b>F2</b>               | 220,17 <sup>a</sup> ± 1,35  | 222,00 <sup>ab</sup> ± 0,57 | 8,46 <sup>ab</sup> ± 0,03 | 0,086 <sup>b</sup> ± 0,01 |
| <b>F3</b>               | 186,87 <sup>d</sup> ± 0,74  | 195,66 <sup>c</sup> ± 1,76  | 8,33 <sup>b</sup> ± 0,03  | 0,085 <sup>b</sup> ± 0,01 |
| <b>F4</b>               | 211,10 <sup>ab</sup> ± 0,44 | 203,66 <sup>bc</sup> ± 0,88 | 9,23 <sup>a</sup> ± 0,12  | 0,011 <sup>a</sup> ± 0,01 |
| <b>F5</b>               | 188,07 <sup>d</sup> ± 1,85  | 193,33 <sup>c</sup> ± 0,33  | 5,00 <sup>f</sup> ± 0,28  | 0,053 <sup>d</sup> ± 0,01 |
| <b>F6</b>               | 203,91 <sup>bc</sup> ± 0,75 | 234,00 <sup>a</sup> ± 0,57  | 6,83 <sup>d</sup> ± 0,16  | 0,086 <sup>b</sup> ± 0,01 |
| <b>F7</b>               | 201,94 <sup>bc</sup> ± 1,25 | 213,33 <sup>b</sup> ± 0,88  | 4,33 <sup>df</sup> ± 0,33 | 0,074 <sup>c</sup> ± 0,01 |
| <b>F8</b>               | 190,66 <sup>cd</sup> ± 0,16 | 193,00 <sup>c</sup> ± 0,57  | 6,73 <sup>d</sup> ± 0,33  | 0,084 <sup>b</sup> ± 0,01 |
| <b>F9</b>               | 205,57 <sup>b</sup> ± 0,63  | 214,83 <sup>b</sup> ± 1,30  | 7,30 <sup>c</sup> ± 0,57  | 0,084 <sup>b</sup> ± 0,01 |
| <b>F10</b>              | 207,46 <sup>b</sup> ± 0,63  | 216,33 <sup>b</sup> ± 0,88  | 7,53 <sup>c</sup> ± 0,03  | 0,084 <sup>b</sup> ± 0,01 |
| <b>F11</b>              | 207,05 <sup>b</sup> ± 0,64  | 218,00 <sup>b</sup> ± 1,73  | 7,43 <sup>c</sup> ± 0,06  | 0,083 <sup>b</sup> ± 0,01 |

<sup>1</sup>Letras distintas em uma mesma coluna apresentaram diferenças significativas ao nível de 5% de significância ( $p \leq 0,05$ ).

<sup>2</sup>F1(7,5% de CMS e 2,5% de tomate em pó); F2 (12,5% de CMS e 2,5% de tomate em pó); F3 (7,5% de CMS e 7,5% de tomate em pó); F4 (12,5% de CMS e 7,5% de tomate em pó); F5 (5,0% de CMS e 0,0% de tomate em pó); F6 (15,0% de CMS e 0,0 % de tomate em pó); F7 (10,0% de CMS e 0,0% de tomate em pó); F8 (10,0% de CMS e 10,0% de tomate em pó); F9 (10,0% de CMS e 5,0% de tomate em pó); F10 (10,0% de CMS e 5,0% de tomate em pó); F11 (10,0% de CMS e 5,0% de tomate em pó).

Fonte: Autor.

O tomate em pó forneceu pequena influência sobre os resultados do tempo de cozimento. Para o teor de perda de sólidos, os valores variaram de 0,011% para a formulação F4 a 0,086% para a formulação F2. Apresentaram diferenças significativas apenas as formulações F1, F4, F5 e F7; tendo o tomate em pó grande influência neste resultado.

Com os resultados obtidos nos testes de qualidade de cozimento e análise do delineamento entre as formulações testadas, foi possível selecionar 3 formulações que satisfizessem os critérios de qualidade tecnológica para o processamento e que ao mesmo tempo tivesse possibilidade de apresentar resultados nutricionais otimizados como teores maiores de proteínas e menores de carboidratos.

Houve um aumento significativo nos teores de proteínas e gordura conforme o esperado devido à composição da CMS naturalmente conter proteínas de pescado. Considerou-se a hipótese de que a adição de CMS desidratada aumentaria o teor proteico das formulações e as cinzas aumentariam com os acréscimos de CMS e tomate em pó nas formulações indicando o aumento de minerais. O tomate em pó atua como coadjuvante na redução de carboidratos, além de ter desempenhado funções tecnológicas relevantes tais como, facilitar a coesão da massa no processamento, homogeneização visual da formulação, significativa influência na redução do tempo de cozimento, além de seus componentes terem prospecção de bioatividade no metabolismo celular.

As formulações que tiveram melhores desempenhos tecnológicos e ao mesmo tempo, com características de funcionalidade nutricional desejável foram as F2, F3 e F4. Tais formulações foram analisadas nos demais testes desta pesquisa e comparadas com uma formulação padrão de massa alimentícia, processada nas mesmas condições.

Notavelmente, não houve diferenças significativas entre os valores das formulações dos pontos centrais (F9, F10, F11), para todos os parâmetros, corroborando assim para que modelo matemático e o delineamento fossem consistentes (RODRIGUES, IEMA, 2009).

## **5.2 ANÁLISES FÍSICAS**

As formulações analisadas para a atividade de água obtiveram médias com diferenças significativas entre si, com  $p \leq 0,05$ . Destaca-se que todas as formulações possuíram médias superiores à média da formulação padrão, que pode ser explicado pela presença de proteínas miofibrilares na CMS que foram responsáveis por reter água nas formulações, devido ao aumento da adsorção das formulações com possível formação de compostos gelatinizados.

Pela Tabela 14 observa-se que a formulação F4 possui um valor médio de  $A_w$  significativamente superior ao das demais formulações apesar da Formulação F2 e F4 possuírem o mesmo valor percentual de CMS, de 12,5% alterando apenas em quantidade de tomate em pó, de 2,5% e 7,5%, respectivamente. Observa-se ainda que todas as formulações apresentaram diferenças significativas entre si.

Tabela 14 – Resultados da atividade de água das formulações das massas alimentícias.

| <b>Formulação</b> | <b><math>A_w</math></b>  |
|-------------------|--------------------------|
| <b>P</b>          | 0,36 <sup>d</sup> ± 0,01 |
| <b>F2</b>         | 0,42 <sup>c</sup> ± 0,01 |
| <b>F3</b>         | 0,40 <sup>b</sup> ± 0,01 |
| <b>F4</b>         | 0,44 <sup>a</sup> ± 0,01 |

<sup>1</sup>Letras distintas em uma mesma coluna apresentaram diferenças significativas ao nível de 5% de significância ( $p \leq 0,05$ ).

<sup>2</sup>P(0,0% CMS e 0,0% tomate em pó); F2 (12,5% CMS e 2,5% tomate em pó); F3 (7,5% CMS e 7,5% tomate em pó); F4 (12,5% CMS e 7,5% tomate em pó).

Os valores para atividade de água encontrados por Reis (2013) em suas formulações com polpa de tilápia, foram superiores aos apresentados na Tabela 16, e variaram entre 0,67 e 0,58, para formulação controle e a com 10% polpa de tilápia adicionada, respectivamente.

Em estudo com massas alimentícias adicionadas de farinha de polpa de tilápia desenvolvidas por Reis (2013), apresentaram resultados de atividade de água com diferença significativa entre as formulações, sendo que o teor de umidade apresentou valores decrescentes à medida que se acrescentou farinha de tilápia nas formulações. As demais formulações, contendo cada uma 2,5%, 5%, 7,5% e 10% de farinha de tilápia, apresentaram valores de teor de umidade inferiores ao da formulação de massa alimentícia tipo pacote padrão (0% de farinha de tilápia).

Nas análises colorimétricas, a formulação padrão apresentou valor de  $L^*$  (medida da luminosidade) de 71,50. Este parâmetro varia entre 0 a 100 quanto mais próximo de 100 mais escura é a amostra. O resultado da formulação padrão indica característica de cor clara, (valor superior a 50). As demais formulações diferiram da formulação padrão, onde as formulações F2 e F3 não diferiram entre si ao nível de 5% e apresentaram valores de  $L^*$  de 52,71 e 52,86, respectivamente.

Na Tabela 15 são apresentados os resultados obtidos nas formulações em análises colorimétricas.

Tabela 15– Análise colorimétrica das formulações de massas alimentícias.

| Formulação <sup>2</sup> | L*                        | a*                       | b*                        | C*                        | h°                        |
|-------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| <b>P</b>                | 71,50 <sup>a</sup> ± 0,08 | 2,21 <sup>d</sup> ± 0,01 | 24,66 <sup>c</sup> ± 0,02 | 24,76 <sup>b</sup> ± 0,02 | 84,88 <sup>a</sup> ± 0,03 |
| <b>F2</b>               | 52,71 <sup>c</sup> ± 0,46 | 6,50 <sup>c</sup> ± 0,01 | 24,75 <sup>c</sup> ± 0,07 | 25,59 <sup>b</sup> ± 0,07 | 75,28 <sup>b</sup> ± 0,01 |
| <b>F3</b>               | 52,86 <sup>c</sup> ± 0,14 | 7,46 <sup>b</sup> ± 0,12 | 27,28 <sup>a</sup> ± 0,28 | 28,28 <sup>a</sup> ± 0,30 | 74,71 <sup>c</sup> ± 0,16 |
| <b>F4</b>               | 46,62 <sup>b</sup> ± 0,14 | 9,80 <sup>a</sup> ± 0,09 | 25,99 <sup>b</sup> ± 0,29 | 27,78 <sup>a</sup> ± 0,30 | 69,33 <sup>d</sup> ± 0,04 |

<sup>1</sup>Letras distintas em uma mesma coluna apresentaram diferenças significativas ao nível de 5% de significância ( $p \leq 0,05$ ).

<sup>2</sup>P(0,0% de CMS e 0,0% de tomate em pó); F2 (12,5% de CMS e 2,5% de tomate em pó); F3 (7,5% de CMS e 7,5% de tomate em pó); F4 (12,5% de CMS e 7,5% de tomate em pó).

As proporções de CMS e tomate em pó nessas formulações tiveram efeito de interação sobre a cor, visto que as proporções diferentes têm respostas de luminosidade aproximadamente iguais. As porcentagens de CMS e tomate em pó nessas duas formulações representam 15% de adjuntos, provando a redução do valor L\* em relação à formulação padrão. A formulação F4 obteve valor nitidamente diferente das demais formulações para o parâmetro L\*, com o menor valor entre todas as formulações, de 46,62 indicando que 12,5% de CMS e 7,5% de tomate em pó diminuíram significativamente a luminosidade em comparação as outras formulações.

Para o parâmetro a\* onde o valor negativo representa a intensidade da cor verde, e a\* positivo representa a intensidade do vermelho, observou-se que em todas as formulações, inclusive a padrão, os valores do parâmetro a\* foram positivos, indicando a tendência das amostras à tonalidade vermelha. Isso significa que a presença de ovo nas formulações que conferiu tonalidade avermelhada.

Nas demais formulações foi também observado uma tendência da cor vermelha e tonalidade crescente para o parâmetro a\* à medida que se adicionou CMS e tomate em pó simultaneamente, sendo que as formulações diferiram significativamente entre si e a formulação F4 com o valor 9,80 apresentou-se com a tonalidade mais avermelhada.

O parâmetro b\* indica a variação entre os tons de cor azul (b\* negativo) e os tons amarelos (b\* positivo). Em todas as formulações o parâmetro b\* obteve resultados positivos, indicando que as formulações tiveram tendência para coloração amarela. Não houve diferença significativa entre a formulação padrão (P) e a F2 para o parâmetro b\* com valores de 24,66 e 24,75, respectivamente, indicando que a tonalidade amarela é influenciada por outros fatores

além de CMS e o próprio tomate em pó ou ainda, pode haver interações entre esses fatores que resultem em variações do parâmetro  $b^*$ . As formulações F3 e F4 obtiveram valores 27,28 e 25,99 podendo significar que as proporções em gramas de CMS e tomate em pó aproximadamente iguais têm influência em elevar o valor do parâmetro  $b^*$ , enquanto quantidades de CMS superior a de tomate em pó tende a reduzir esse parâmetro. Sendo assim, alta quantidade de CMS e baixa de tomate em pó reduz o parâmetro  $b^*$ .

Os valores C representam a saturação de uma cor no sistema CIELAB  $L^* C^*h$  calculado em coordenadas polares através da relação:

$$C = (a^{*2} + b^{*2})^{\frac{1}{2}} \quad (21)$$

Onde  $a^*$  e  $b^*$  são os parâmetros do sistema  $L^* a^*b^*$ .

Não houve diferença significativa entre a formulação padrão (P) e a F2 para o parâmetro C, no entanto, a formulação P diferiu das formulações F3 e da F4. No sistema CIELAB  $C^* h$ , o ângulo HUE ( $h^0$ ) define a tonalidade de uma cor e é calculado através do arco tangente da razão entre os parâmetros  $a^*$  e  $b^*$ , como mostra a equação (22):

$$h^0 = \arctg\left(\frac{b^*}{a^*}\right) \quad (22)$$

Os valores obtidos nas formulações diferiram significativamente entre si para o parâmetro  $h^0$ , indicando que a adição de concentrações diferentes de CMS e tomate em pó provocaram alterações na tonalidade das formulações. Observou-se que adição de CMS e tomate em pó às formulações causaram um decréscimo no ângulo  $h^0$  sendo que a formulação padrão obteve o maior valor (84,88) e com  $b^*$  positivo, indica que esta formulação possui coloração entre o amarelo e o vermelho, tendendo mais para o amarelo.

Todas as formulações possuíram  $h^0$  e  $b^*$  positivo, significando que a coloração das formulações se encontrava na região entre o amarelo e o vermelho, variando entre estas tonalidades à medida que foram adicionados CMS e tomate em pó nas formulações. A formulação F4 obteve o menor valor de  $h^0$  (69,33) e  $b^*$  positivo indicando que esta formulação tinha coloração amarela mais avermelhada que as demais formulações.

Os resultados encontrados por Reis (2013), para adição de farinha de polpa de tilápia, tiveram comportamento de escurecimento em proporção com o aumento da farinha, de

modo que seu acréscimo teve resposta de distanciamento da cor amarela, tonalidade decrescente à medida que se acrescentou farinha de polpa de tilápia.

### 5.3 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Através dos critérios de qualidade de cozimentos, dentre as formulações do delineamento DCCR, foram selecionadas 3 formulações e realizadas as análises físico-químicas quanto ao teor de proteína, umidade, gordura, cinzas comparando-as com uma formulação isenta de CMS e tomate em pó. O teor de carboidratos foi determinado pela diferença centesimal dos demais componentes, usando a seguinte fórmula:

$$%P = 100 - \text{umidade} - \text{proteína} - \text{gordura} - \text{cinzas} \quad (23)$$

Os valores médios da composição centesimal das formulações nas quais se avaliaram a diferença significativa entre as médias de cada formulação as quais foram comparadas também com uma formulação padrão de massa alimentícia tipo talharim, (sem adição de CMS e tomate em pó) se encontram na Tabela 16.

Tabela 16– Resultados da composição centesimal das formulações de massas alimentícias.

| Formulação | Carboidratos              | Proteínas                 | Gorduras                  | Umidade                  | Cinzas                    |
|------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|
| P          | 71,74 <sup>a</sup> ± 0,13 | 9,93 <sup>b</sup> ± 0,06  | 8,61 <sup>a</sup> ± 0,08  | 7,78 <sup>b</sup> ± 0,02 | 1,80 <sup>a</sup> ± 0,03  |
| F2         | 64,52 <sup>b</sup> ± 0,31 | 13,83 <sup>c</sup> ± 0,37 | 10,90 <sup>b</sup> ± 0,38 | 8,36 <sup>a</sup> ± 0,04 | 2,37 <sup>c</sup> ± 0,14  |
| F3         | 66,97 <sup>c</sup> ± 0,25 | 12,32 <sup>a</sup> ± 0,22 | 10,98 <sup>b</sup> ± 0,04 | 7,22 <sup>c</sup> ± 0,03 | 2,48 <sup>bc</sup> ± 0,04 |
| F4         | 65,94 <sup>c</sup> ± 0,36 | 14,79 <sup>c</sup> ± 0,37 | 11,25 <sup>b</sup> ± 0,06 | 5,22 <sup>d</sup> ± 0,04 | 2,78 <sup>b</sup> ± 0,01  |

<sup>1</sup>Letras distintas em uma mesma coluna apresentaram diferenças significativas ao nível de 5% de significância ( $p \leq 0,05$ ).

<sup>2</sup>P(0,0 % de CMS e 0,0% de tomate em pó); F2 (12,5% de CMS e 2,5% de tomate em pó); F3 (7,5% de CMS e 7,5% de tomate em pó); F4 (12,5% de CMS e 7,5% de tomate em pó).

Em relação ao teor de carboidratos a formulação padrão (P) obteve média significativamente mais elevada que as demais amostras, confirmando a hipótese de redução do teor de carboidratos por substituição parcial da formulação padrão de massa alimentícia com adjuntos na formulação.

As formulações F3 e F4 não diferiram estatisticamente em relação ao teor de carboidratos, mas apresentaram resultados médios equivalentes e intermediários entre as 3 formulações do delineamento DCCR e a padrão. A formulação F2 obteve o menor resultado,

indicando que a quantidade CMS adicionada contribuiu para a redução do teor de carboidratos com maior influência que o tomate em pó, visto que o incremento deste influi em menor intensidade no teor de carboidratos.

Ao comparar as porcentagens de CMS e tomate em pó nas formulações F2 (12,5% de CMS e 2,5% de tomate em pó) e F4 (12,5% de CMS e 7,5% de tomate em pó) e seus teores de carboidratos mostrados na Tabela 16, percebe-se que a diferença mínima significativa entre os teores de carboidratos das formulações se deve principalmente pela variação de CMS.

Com relação ao teor de proteína, houve diferenças significativas entre as formulações, em que as F2, F3 e F4 obtiveram resultados diferentes da formulação P (massa alimentícia padrão para o tipo talharim), sendo que seus resultados foram superiores ao da formulação padrão. Já as formulações F2 e F4 não diferiram estatisticamente, o que evidencia a influência do incremento de CMS nas formulações associado ao aumento do teor de proteínas em relação à formulação padrão, visto que as formulações F2 e F4 continham quantidades de CMS iguais (12,5 g de CMS/100 g de trigo).

Os resultados mostrados na Tabela 16 são semelhantes aos encontrados por Reis, (2013) para proteína em que os resultados estão fortemente relacionados com a diminuição de carboidratos presentes nas formulações.

Para o teor de gordura foi razoavelmente previsível devido à adição inicial de azeite de oliva e ovos em todas as formulações, entretanto pode-se observar diferença significativa entre a formulação padrão e as demais formulações, havendo uma sutil tendência de linearidade entre adição de CMS e a porcentagem de gordura.

Nas formulações F2, F3 e F4 a adição simultânea de tomate em pó e CMS contribuíram para o aumento de gordura em relação à padrão, pois os valores de gordura mantiveram-se muito próximo, com pequena ascendência, indicando que a matéria-prima CMS tem pequeno efeito no aumento no teor de gordura, devido principalmente às etapas de lavagem de CMS terem reduzidos os teores de gordura hidrossolúveis.

Entre todas as 4 formulações, houve diferenças significativas para umidade, onde a formulação F4 (12,5% de CMS e 7,5% de tomate em pó) obteve o menor valor, 5,22% e a formulação F2 (12,5% de CMS e 2,5% de tomate em pó) obteve o maior valor, 8,36%, podendo indicar que ambos os ingredientes atuam na variação da adsorção de umidade das formulações.

Mediante os dados mostrados na Tabela 16 pode se perceber que a adição de CMS desidrada tem menor influência na redução da adsorção de umidade das formulações do que a adição de tomate em pó.

O aumento do teor de cinzas teve correlação direta de proporcionalidade com os dois ingredientes adicionados, podendo ser observado pela diferenças entre as médias das amostras nas quais todas diferiram significativamente da amostra padrão, que pode ser explicado pela alta capacidade de adsorção de umidade da CMS desidratada. Ponte *et al.*(2010) afirmam que alimentos de origem animal contém alto teor de matéria mineral, dessa forma se explica o aumento do teor de cinzas nas formulações com maiores teores de CMS, além dos minerais presentes no tomate em pó (PEREIRA, QUEIROZ, FIGUEIRÊDO, 2006).

Neste trabalho, observou-se que as massas alimentícias com maiores quantidades de CMS desidratadas, assemelharam-se aos resultados observados por Reis (2013) em massa alimentícia de trigo enriquecidas com farinha de polpa de pescado, nos quais em suas pesquisas Reis (2013) associou o aumento de umidade com o aumento de proteína bruta, e remoção das proteínas sarcoplasmáticas durante o processo de lavagem da CMS, concentrando maior número de proteínas miofibrilares que possuem maior capacidade de retenção de água por formação de gel.

A adição de CMS desidratada e tomate em pó nas formulações resultou em teores de cinzas significativamente superiores à formulação padrão de massa alimentícia, devido ao maior teor de minerais em suas composições, promovendo melhor conteúdo nutricional ao alimento. Ressalta-se que estes constituintes são de suma importância para o metabolismo corpóreo, principalmente a nível celular.

Os resultados obtidos para pH, Acidez, Açúcares Redutores das formulações F2, F3, F4 e P (padrão) estão apresentados na Tabela 17.

Tabela 17– Resultados das análises químicas das formulações das massas alimentícias.

| <b>Formulação</b> | <b>pH</b>                | <b>Acidez*</b>            | <b>Açúcares Redutores</b> |
|-------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|
| P                 | 6,32 <sup>a</sup> ± 0,01 | 1,04 <sup>b</sup> ± 0,01  | 1,72 <sup>b</sup> ± 0,01  |
| F2                | 5,93 <sup>a</sup> ± 0,33 | 8,53 <sup>c</sup> ± 0,01  | 1,80 <sup>b</sup> ± 0,01  |
| F3                | 5,62 <sup>a</sup> ± 0,01 | 11,43 <sup>a</sup> ± 0,03 | 1,75 <sup>b</sup> ± 0,01  |
| F4                | 5,65 <sup>a</sup> ± 0,03 | 8,39 <sup>c</sup> ± 0,13  | 2,91 <sup>a</sup> ± 0,05  |

\*Titolável por mL de solução de NaOH.

<sup>†</sup>Letras distintas em uma mesma coluna apresentaram diferenças significativas ao nível de 5% de significância ( $p \leq 0,05$ ).

<sup>‡</sup>P(0,0 % de CMS e 0,0% de tomate em pó); F2 (12,5% de CMS e 2,5% de tomate em pó); F3 (7,5% de CMS e 7,5% de tomate em pó); F4 (12,5% de CMS e 7,5% de tomate em pó).

Verificou-se que as formulações não apresentaram diferenças significativas entre si nas medidas de pH pelo teste de *Tukey*. Quanto à acidez, as amostras obtiveram resultados

diferentes, em que se percebe que o incremento de CMS de tilápia e tomate em pó simultaneamente reduziram o pH e estão relacionados com o aumento da acidez total titulável.

Estudos têm demonstrado que o tomate em pó tem características cuja média de pH é inferior a 4,0 sendo desse modo um ingrediente capaz de reduzir o pH dos alimentos a ser adicionados em formulações, isto se constatou experimentalmente, visto que em todas as formulações os valores de pH obtidos foram inferiores aos obtido na formulação padrão (PEREIRA, QUEIROZ, FIGUEIREDO, 2006).

Para o índice de acidez titulável houve diferenças significativas entre as formulações. As formulações F2 e F4 obtiveram média estatisticamente semelhantes ( 8,53 mL e 8,39 mL) e as formulação Padrão (P) e F3 obtiveram os valores de volume 1,04 mL e 11,43 mL, gastos de NaOH na titulação. Essas diferenças e elevação dos valores de volumes necessário para neutralizar os ácidos tituláveis têm correspondência com aumento simultâneo de CMS e tomate em pó, sendo que para as formulações F2 e F4 que possuem a mesma quantidade de CMS, obtiveram médias equivalentes no índice de acidez titulável.

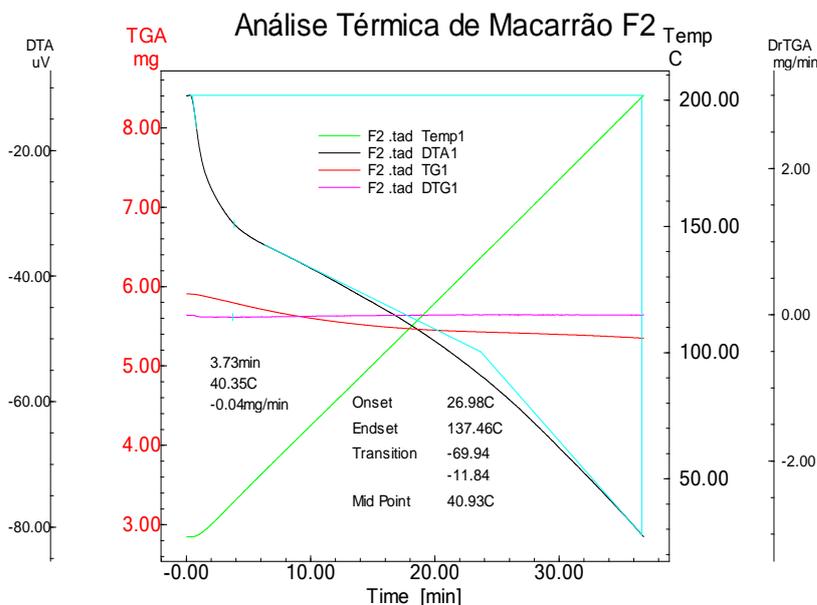
#### **5.4 Análises térmicas**

Com os resultados da curva DTA foi possível observar que a formulação F2 possui uma variação da capacidade calorífica, verificada pela mudança da linha de base da curva DTA (inclinação da reta tangente nos pontos da curva plotada). A mudança da capacidade calorífica da amostra tem dependência com a mudança de temperatura no seu interior, a qual pode ser medida com os termopares que faz a leitura de temperatura através de uma correlação entre a função do potencial energético, medido em  $\mu V$  (*microvolts*) da amostra e a variação de calor e energia interna.

Deste modo o calorímetro acoplado a um computador plotou os gráficos das análises térmicas para cada formulação. A seguir, estão apresentadas as curvas das análises térmicas obtidas para as respectivas formulações das massas alimentícias do tipo talharim adicionadas de CMS e para a formulação padrão.

Na Figura 7 mostram as curvas térmicas DTA, TG e sua derivada DTG para a formulação F2.

Figura 7 – Análises térmicas (DTA e TG/DTG) da formulação F2.



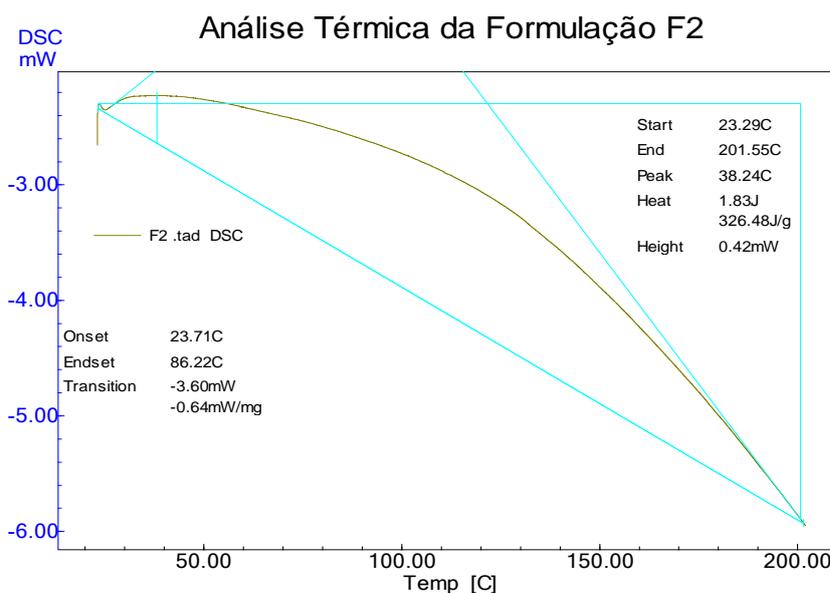
Os resultados de DTA para a formulação F2 estão mostrados na Figura 7. Pode-se observar que houve uma perda de massa de 0,556 g equivalente a 9,41% da massa da amostra inicial, que pode corresponder a quantidade de água na forma de umidade e água ligada a massa alimentícia, com temperatura variando entre 26,96 °C e 200,00 °C. A curva DTG (derivada numérica da TG), plotada na cor rosa, sinaliza que o valor da taxa de massa é praticamente constante durante todo o intervalo de temperatura de aquecimento. Contudo, apresentou uma curvatura bastante suave, onde ocorreu um valor mínimo de variação da TG a 40,35 °C, com uma variação de energia de transição de -69,94  $\mu\text{V}/\text{mg}$  e -11,84  $\mu\text{V}/\text{mg}$  final e inicial respectivamente, ocorrendo uma taxa de perda de massa de -0,04 mg/min, que possivelmente representa mudança na capacidade de adsorção da massa e perda de umidade superficial da massa.

Em trabalho realizado com massa alimentícia tipo espaguete, pesquisadores avaliaram o comportamento térmico aplicando a técnica de DSC verificaram a influência da umidade inicial da amostra de massa alimentícia quanto a temperatura de transição vítrea, que é identificada nas curvas DSC e DTA como o ponto inicial e final dos picos, determinando

assim a temperatura inicial e final em que a amostra sofre mudanças em suas propriedades físicas, associadas a variação de temperatura e energia da amostra (RAHMAN, *et al*, 2009).

A Figura 8 mostra que houve um pico exotérmico em 38,24 °C, com início em 23,29 °C e final em 86,22 °C.

Figura 8– Análise térmica (DSC) da formulação de F2.



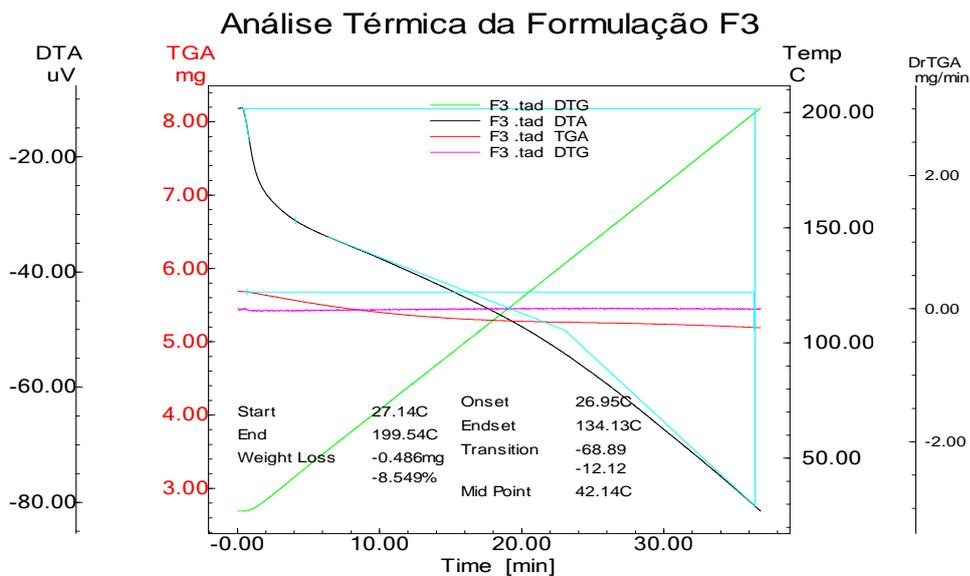
Possivelmente, as alterações nas características físicas da formulação de massa alimentícia, podem estar associadas à transição vítrea da amostra, que corresponde ao fenômeno de quando um sólido amorfo sofre mudanças perceptíveis nas derivadas de suas propriedades termodinâmicas, tal como capacidade calorífica e expansividade térmica em função da temperatura, e como visto que há um pico suave na curva DSC no intervalo referido. Nesse intervalo é medido a capacidade calorífica da amostra que varia entre -3,6060 mW/mg e -0,60 mW/mg inicial e final, respectivamente. Além disso, houve uma média de calor absorvida pela amostra, equivalente a 326,48 J/g, foi observado ainda que a curva plotada intercepta inicialmente a linha de base aos 23,29 °C, com pouca definição, sugerindo que até aos 200 °C onde a amostra sofre redução de sua capacidade calorífica houve alterações em sua constituição. Isto talvez se deva a perda de massa com evaporação de umidade residual presente na amostra ou alterações de desnaturação irreversível de proteínas presentes na farinha de trigo e na CMS de pescado.

Molina, (2010) em suas pesquisas com fracionamento de proteína, verificou que o processo de aquecimento altera as estruturas de proteínas e que as curvas de DSC nos seus

experimentos tiveram comportamentos diversos, influenciados pelo tipo de proteína predominantemente presente nas amostras.

Na Figura 9 são apresentadas as curvas DTA, TG e DTG para a formulação F3, onde a curva TG apresentou resultado característico de perda de massa sem mudanças bruscas da amostra, pois não apresentou picos pronunciados típicos de mudanças de estado ou de estrutura do material. Com a variação de temperatura entre 25 °C a 200 °C as alterações mais significativas das amostras foram perdas de massas, determinada pela TG e DTG. Pode-se perceber uma perda de massa, relacionada apenas à umidade e água livre, indicando que a formulação possui estabilidade térmica significativa dentro da faixa de temperatura de 25 °C a 200 °C.

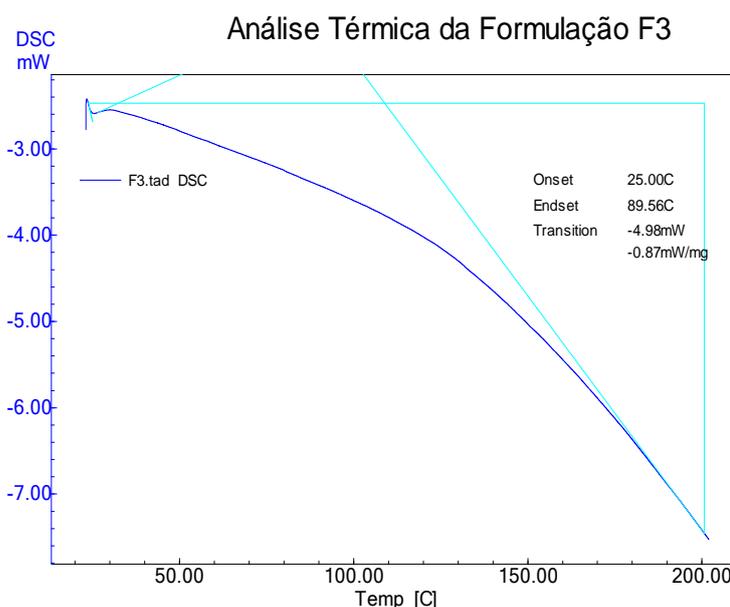
Figura 9– Análises térmicas (DTA e TG/DTG) da formulação F3.



Na Figura 9, embora apresente mudanças das derivadas DTA, DTG obtidas para a formulação F3, essas mudanças foram relativamente suave, porém com significativas alterações que podem estar associadas predominantemente à perda de massa da amostra na forma de umidade devido ao aquecimento e com consequente desidratação da amostra entre o intervalo de temperatura de análise.

A curva DSC para a formulação F3 (Figura 10) apresenta redução da capacidade calorífica no intervalo de 25,00 °C a 200,55 °C indicando que a amostra sofreu alterações em sua constituição associada à perda de massa por evaporação de umidade residual ou desnaturação irreversível de proteínas presentes na farinha de trigo e na CMS desidratada de pescado.

Figura 10– Análise térmica (DSC) da formulação F3.



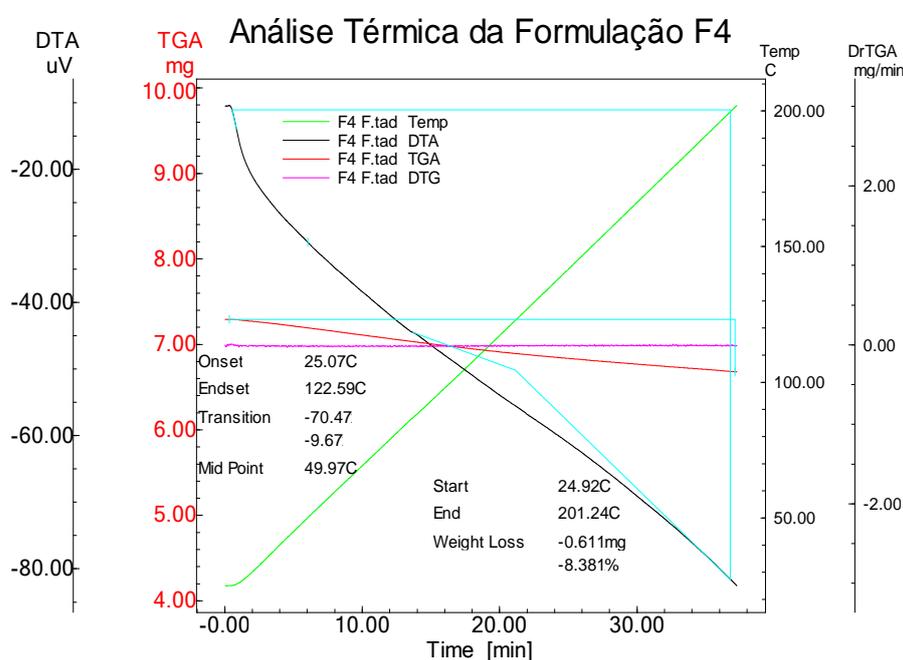
No intervalo de temperatura de análise, a curva DSC plotada não apresentou pico definido, evidenciando que a formulação apresenta perdas de massas, devido principalmente à evaporação de umidade na amostra. A curva também representa alterações na energia interna da amostra no intervalo de 25°C a 89,56 °C, onde ocorre mudança mais significativa na capacidade calorífica e no potencial energético da formulação, com variação de -4,98 mW e uma média de fluxo de calor de -0,87 mW/mg.

A ausência de pico na curva DSC indica que amostra sofre aquecimento sem mudanças bruscas de sua capacidade calorífica, ou seja, a amostra não sofreu mudanças estruturais que impusessem significativas alterações em sua capacidade de converter a energia recebida em aumento de temperatura.

Esses resultados estão consistentes com as análises de DTA, TG/DTG apresentados anteriormente (Figura 9), confirmando que as alterações sofridas na amostra tem comportamento típico de perda de umidade do material devido ao aquecimento.

A Figura 11 mostra a curva DTA em preto em que se visualiza o declínio do potencial de energia interna da amostra com a variação de temperatura, em que a formulação F4 apresenta comportamento típico de perda de massa entre o intervalo de 25,07 a 122,59 °C. A curva DTA indicou que durante o aquecimento entre as temperaturas de análise, a amostra sofreu alterações suaves derivadas de suas propriedades termodinâmicas, indicando que suas alterações são típicas de perda de massa do material na forma de água livre ou umidade.

Figura 11 – Análises térmicas (DTA e TG/DTG) da formulação F4.



Esse intervalo de temperatura representa perda de umidade da amostra com o aquecimento, em que a perda total de massa com a variação de temperatura de 24,92 °C a 201,24 °C foi de 8,381% de massa da amostra inicial, ou seja, a formulação sofreu alterações predominantemente por evaporação de massa, visto que não apresentou pico nas curvas DTA ou TG no intervalo de tempo e temperatura investigado.

Esses resultados significam que a formulação sofre mudanças em suas propriedades térmicas, porém sem alterar suas estruturas moleculares, pois a não definição de picos térmicos indica que amostra tem a capacidade de elevar sua temperatura sem alterar sua rede cristalina.

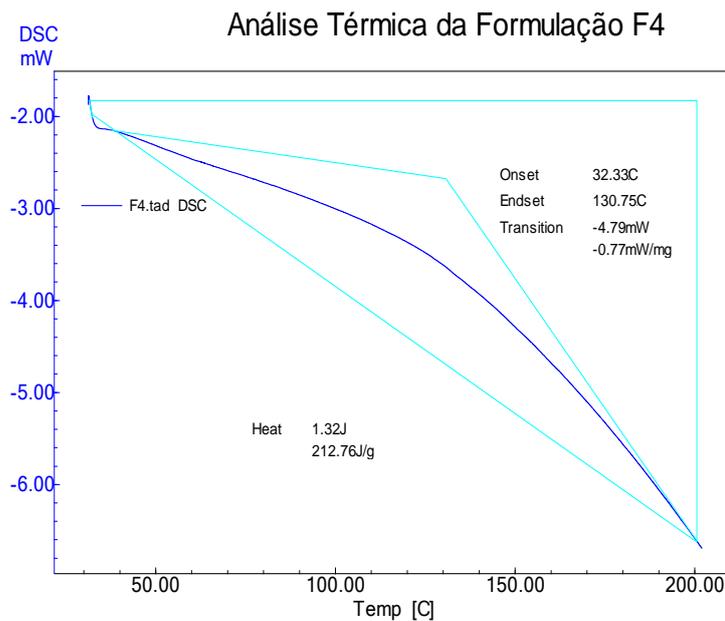
A Figura 12 auxilia na compreensão do comportamento térmico da formulação F4, na qual se mostra a curva DSC, que corresponde às mudanças na capacidade térmica da amostra

com o aumento da temperatura, essas mudanças puderam ser medidas quando o intervalo de temperatura foi de 32,33°C a 130,75 °C.

A estrutura da formulação não é alterada com o aquecimento da amostra, indicando que ela é capaz de suportar variações de temperatura sem sofrer alterações significativas desde a temperatura ambiente até a temperatura de cocção. Pela Figura 12, observa-se que as mudanças na capacidade calorífica da amostra a faz com que adquira uma relativa estabilidade térmica compensada pela perda de umidade do material.

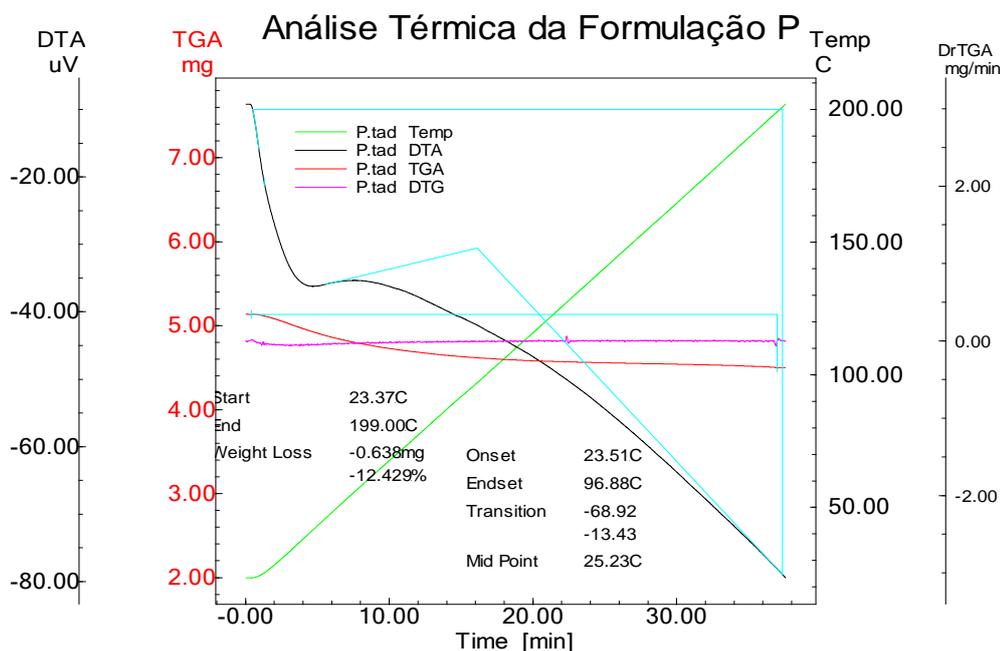
Deste modo, essas mudanças ocorrem principalmente devido a perda de massa da amostra por evaporação de umidade, havendo neste intervalo, variação de energia interna de -4,79 mW com um fluxo de calor de -0,77 mW/mg.

Figura 12– Análise térmica (DSC) da formulação F4.



Na Figura 13, a seguir, o comportamento térmico da formulação padrão (P), em que se verificou a ocorrência de alterações na quantidade de massa perdida. Entre o intervalo 23,51 °C a aproximadamente 96,88 °C a amostra apresenta uma variação da energia potencial mais intensamente. No intervalo de aquecimento de 23,37°C a 199 °C a perda de massa da amostra foi de 12,249 %.

Figura 13– Análises térmicas (DTA e TG/DTG) da formulação P.

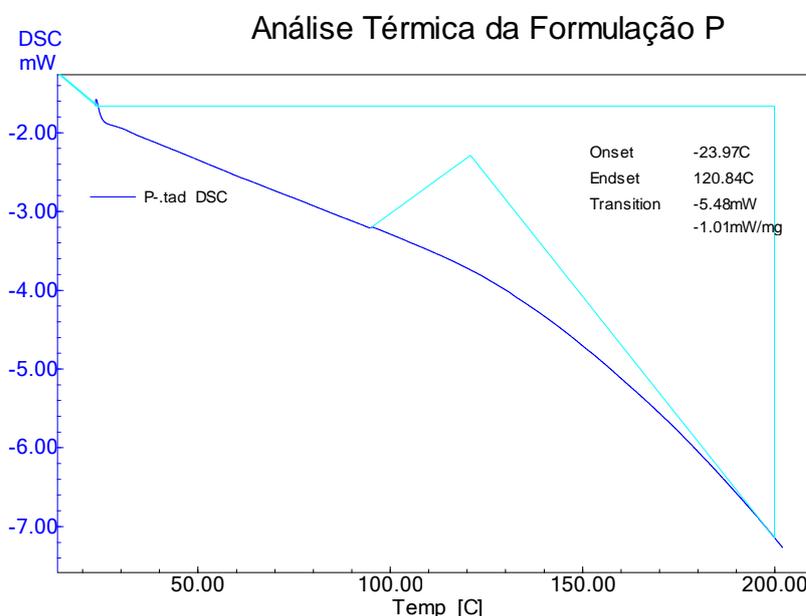


Na Figura 13, observou-se que as mudanças são representadas predominantemente pela evaporação de umidade na formulação embora tenha havido uma tendência de pico endotérmico não muito bem definido no intervalo 23,51 °C e 96,88 °C, porém, captada através dos termopares que fazem associação da variação da energia interna com a variação da energia absorvida pelo aumento de temperatura da amostra, portanto, havendo uma alteração em sua energia potencial de -68,92 para -13,42  $\mu$ W.

Esse comportamento da formulação padrão (P) indica que a perda de massa relativa à água livre no material na forma de umidade é maior que nas demais formulações anteriormente apresentadas, podendo indicar que as demais formulações possuem menor teor de água adsorvida em suas estruturas.

A Figura 14 mostra a curva DSC para a formulação padrão (P) de massa alimentícia, a qual apresenta uma tendência de variação contínua durante o intervalo de aquecimento aplicado de 23,97 °C a 200,55 °C, sem a evidência de qualquer pico na curva. Esse fato indica que amostra é capaz de sofrer variação de temperatura, no entanto, sem sofrer bruscas alterações em sua capacidade térmica, significando que a variação da capacidade térmica ocorre principalmente devido à perda de massa pela evaporação de umidade, confirmada na curva DTG (Figura 13) que mostra o percentual dessas perdas.

Figura 14– Análise térmica (DSC) da formulação P.



A amostra padrão (P) apresentou comportamento de variação da capacidade calorífica semelhante às demais formulações, porém houve uma diferença significativa em relação a sua taxa de perda de umidade e as demais formulações. Este fato pode estar relacionado aos ingredientes adicionados, CMS e tomate em pó terem aglutinado à estrutura de glúten do trigo de modo que tornou a disponibilidade de umidade nos espaços da estrutura sólida das formulações serem menor que a formulação padrão.

## 5.5 REALIZAÇÃO DE ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

As formulações avaliadas apresentaram resultado de ausência de *Samonella* spp. em 25 g de amostra. Este resultado é indicativo de que o processamento das massas alimentícias ocorreu em condições higiênico-sanitárias adequadas para evitar condições favoráveis à proliferação de patógenos. Isto se deu devido ao controle de temperatura da matéria-prima durante o transporte, armazenamento, no preparo do produto e durante a secagem a 65 °C, sendo eficiente para reduzir a probabilidade de desenvolvimento de microrganismos garantindo a segurança aos provadores durante os testes sensoriais.

## 5.6 ANÁLISE SENSORIAL

Os resultados obtidos nas avaliações feitas por 72 provadores através dos testes de aceitação das formulações quanto aos aspectos sensoriais de cor, aroma, sabor e textura são apresentados na Tabela 18. Pode-se verificar que não houve diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre as formulações para as características sensoriais avaliadas.

Tabela 18 – Resultados dos atributos sensoriais das formulações de massas alimentícias.

| <b>Formulação</b> | <b>Cor</b>               | <b>Aroma</b>             | <b>Sabor</b>             | <b>Textura</b>           |
|-------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <b>P</b>          | 6,77 <sup>a</sup> ± 0,27 | 5,48 <sup>a</sup> ± 0,25 | 6,27 <sup>a</sup> ± 0,24 | 6,68 <sup>a</sup> ± 0,24 |
| <b>F2</b>         | 6,40 <sup>a</sup> ± 0,23 | 5,30 <sup>a</sup> ± 0,23 | 5,88 <sup>a</sup> ± 0,25 | 6,62 <sup>a</sup> ± 0,23 |
| <b>F3</b>         | 6,63 <sup>a</sup> ± 0,21 | 5,62 <sup>a</sup> ± 0,24 | 6,20 <sup>a</sup> ± 0,24 | 5,44 <sup>a</sup> ± 0,23 |
| <b>F4</b>         | 6,09 <sup>a</sup> ± 0,22 | 5,18 <sup>a</sup> ± 0,21 | 5,91 <sup>a</sup> ± 0,26 | 6,13 <sup>a</sup> ± 0,24 |

\*Letras iguais em uma mesma coluna não apresentaram diferença significativa ao nível de 5% de significância ( $p \leq 0,05$ ).

<sup>2</sup>P(0,0% de CMS e 0,0% de tomate em pó); F2 (12,5% de CMS e 2,5% de tomate em pó); F3 (7,5% de CMS e 7,5% de tomate em pó); F4 (12,5% de CMS e 7,5% de tomate em pó).

Os resultados da avaliação para a atributo sensorial Cor (Tabela 18), em todas as formulações, estão dentro da faixa de aceitabilidade que corresponde as notas entre 6 e 9 na escala hedônica. Ressalta-se que embora todas as formulações não apresentaram diferenças significativas na avaliação de cor, a formulação P obteve a maior média.

Não houve diferença significativa entre as médias obtidas para cada formulação (Tabela 18) para o atributo Aroma, com médias variando entre 5,18 (F4) e 5,62 (F3). Embora o resultado esteja em uma faixa aquém do desejável, os ensaios atingiram região de nota 5 que

equivale dizer que os provadores não tiveram uma definição de aceitação ou rejeição do produto.

Os valores médios obtidos para o atributo Sabor das formulações das massas alimentícias variaram entre 5,88 e 6,27, dentro da faixa de aceitação, de gostei ligeiramente do produto, no entanto, não houve diferença significativa entre as formulações pelo teste de *Tukey*.

Ao avaliar as amostras, os provadores atribuíram notas à impressão global (Tabela 19) que variaram de  $6,05 \pm 0,22$  (F4) e  $6,56 \pm 0,21$  (P). Dessa forma, os resultados para impressão global indicam que as formulações estavam no intervalo de aceitação de gostei ligeiramente. No entanto, estes resultados foram positivos uma vez que não houve diferença significativa entre o padrão e as demais formulações avaliadas.

Apesar dos consumidores terem atribuídos valores de aceitabilidade de gostei ligeiramente, estes resultados são considerados satisfatórios, uma vez que as massas foram servidas aos provadores sem adição de molhos. Vale ressaltar quando se comparou a formulação padrão de massa alimentícia com as formulações adicionadas de CMS de tilápia não houve diferença significativa na aceitabilidade. A ausência de molho nas massas pode ter influenciado nas respostas, devido à memória sensorial dos provadores que tem expectativa de presença de molho em massa alimentícia.

Na Tabela 19 também são mostrados os resultados do teste de intenção de compra das formulações de massas alimentícias. As notas obtidas variaram entre 3,05 e 3,52 que foi equivalente à resposta de “talvez comprasse, talvez não comprasse”. Não houve diferenças significativas, indicando incerteza na decisão do provador em relação à intenção de compra das formulações.

Tabela 19– Impressão global e intenção de compra das formulações de massas alimentícias.

| <b>Formulação</b> | <b>Impressão Global</b> | <b>Intenção de Compra</b> |
|-------------------|-------------------------|---------------------------|
| <b>P</b>          | $6,56^a \pm 0,21$       | $3,05^a \pm 0,13$         |
| <b>F2</b>         | $6,20^a \pm 0,24$       | $3,52^a \pm 0,14$         |
| <b>F3</b>         | $6,29^a \pm 0,23$       | $3,16^a \pm 0,14$         |
| <b>F4</b>         | $6,05^a \pm 0,22$       | $3,47^a \pm 0,15$         |

\*Letras iguais em uma mesma coluna não apresentaram diferença significativa ao nível de 5% de significância ( $p \leq 0,05$ ).

<sup>2</sup>P(0,0% de CMS e 0,0% de tomate em pó); F2 (12,5% de CMS e 2,5% de tomate em pó); F3 (7,5% de CMS e 7,5% de tomate em pó); F4 (12,5% de CMS e 7,5% de tomate em pó).

Vários fatores influenciam nas respostas de um provador para as características sensoriais de um produto. Tais fatores podem ser intrinsecamente relacionados à natureza do produto, bem como a própria memória sensorial do provador e sua relação de afinidade com o

produto avaliado. Deste modo, as condições de aplicação dos testes sensoriais devem ser levadas em consideração para uma correta interpretação dos resultados, tais como o modo de apresentação das amostras, ambiente em que foram servidas, entre outros.

Nas análises sensoriais de massas deve-se levar em conta a presença ou não de molho para analisar os escores de notas nos testes, pois sua presença geralmente induz ao provador a atribuir notas maiores para as formulações, assim mascarando as características das amostras. Por essa razão nesta pesquisa preferiu-se não utilizar molho na avaliação dos testes sensoriais por se tratar de novas formulações de massas alimentícias, a fim de obter respostas dos provadores a respeito da aceitabilidade avaliando tão somente as massas cozidas.

No anexo D, encontra-se o questionário utilizado para recrutar e selecionar os provadores e no anexo E, estão as respostas do perfil de provadores selecionado para o teste sensorial, em que se considerou a afinidade e frequência de consumo de massa alimentícia e pescado pelos provadores.

## 6 CONCLUSÃO

As formulações de massas alimentícias estudadas com um percentual de até 12,5 de CMS e adicionadas de tomate em pó com percentual de até 7,5 apresentaram boas condições tecnológicas de processamento em escala laboratorial. O processamento proposto para o desenvolvimento das formulações foi considerado eficiente e pode ser indicado para obtenção de novas formulações de massa alimentícia do tipo talharim.

As análises térmicas DTG, DTA, DSC mostraram-se como excelentes ferramentas complementares para avaliar a estabilidade térmica de massas alimentícias, detectando-se as perdas de massa por evaporação de umidade durante o aquecimento das formulações.

A adição de CMS e tomate em pó na massa alimentícia tipo talharim, indicou satisfatória aceitação de consumo, similar a massa alimentícia considerada padrão, apresentando melhores valores nutricionais. Conclui-se então, que a massa alimentícia adicionada de CMS desidratada de tilápia e tomate em pó quando comparada com a uma massa tipo talharim convencional, apresenta-se como uma ótima alternativa para o consumo de massa alimentícia com melhor valor nutricional.

## REFERÊNCIAS

AACC - American Association Cereal Chemists. **Approved methods**. 8. ed. Saint Paul, 1995.

AACC- AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. **Approved methods**. 10th ed. St. Paul, 2000. methods.

ABIMA - **Associação Brasileira de Indústrias de Massas Alimentícias**. Disponível em: [http://www.abima.com.br/estatistica\\_massa.php#tabs](http://www.abima.com.br/estatistica_massa.php#tabs). Acesso em 20 de setembro de 2013.

ABIMAPI - **Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães & Bolos Industrializados**. Disponível em: <http://abima.com.br/estatistica-massas.php>. Acesso em 21 de janeiro de 2015.

ALSHATWI, A. A.; OBAAID, M. A. A.; SEDAIRY, S. A. A.; AL-ASSAF, A. H.; ZHANG, J. J.; LEI, K. Y. Tomato powder is more protective than lycopene supplement against lipid peroxidation in rats. **Nutrition Research**, v. 30, n. 2, p. 66-73, 2010.

ANDREWS, W. H.; HAMMACK, T. S. *Salmonella*. Bacteriological Analytical Manual. **Food and Drug Administration**, Gaithersburg: U.S.A. 1998.

APHA - American Public Health Association. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4ed. APHA, Washington, 676 p. 2001.

ATHAYDE, A. Indústrias agregam conveniências aos novos produtos. **Engenharia de Alimentos**, São Paulo, n. 24, p. 39-41, 1999.

BHATTACHARY A.; ZEE; CORKE, H. Physicochemical properties relates to quality of rice noodles. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 76, n. 6. p. 861-867,1999.

BENITES, C. I. Farinha de silagem de resíduo de pescado: elaboração, complementação com farelo de arroz e avaliação biológica em diferentes espécies. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia e Ciências dos Alimentos), Fundação Federal do Rio Grande, Rio Grande, p.159, 2003.

BRASIL. **Boletim Estatístico do Ministério da Pesca e Agricultura**. Brasília 2012.

BRASIL. Boletim estatístico do pescado de 2010. **Ministério da Pesca e Agricultura**. Brasília, 2010.

BRASIL. Instrução Normativa do MAPA nº 8, de 3 de junho de 2005. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade da Farinha de Trigo. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF. Seção 1. 03 jun. 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 93, de 31 de outubro de 2000. Dispõe e regula sobre o regulamento técnico para fixação de padrões e identidade e qualidade de massas alimentícias. **Ministério da Saúde**, Brasília, 2000.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. Dispõe e regula sobre padrões microbiológicos para alimentos. Brasília: **Ministério da Saúde**, 2001.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Resolução n. 16*, de 30 de abril de 1999. Aprova o Regulamento Técnico de Procedimentos para Registro de Alimentos e ou Novos Ingredientes. **Ministério da Saúde**, Brasília, 1999.

BRASIL. Resolução da Agência Nacional de Vigilância Sanitária de 1978. Dispõe sobre padrões de diversos os produtos alimentícios. **Diário Oficial da União, Brasília**, DF, 1978.

CALADO, V.; MONTGOMEREY, D. C. Planejamento de experimentos usando Statistica. Rio de Janeiro: **E-Papers Serviços Editoriais**, 260 p., 2003.

CALVACANTE NETO, A. A. Desenvolvimento de massas alimentícias mista de farinha de trigo e mesocarpo de babaçu (*Orbignya sp.*). **Dissertação** (Mestrado em ciência e tecnologia de alimentos). Rio de Janeiro – RJ. Universidade federal Rural do Rio de Janeiro UFRRJ, p. 68, 2012.

CARDELLO, A. V. What do consumers expect from low-cal, low-fat, lite foods? **Cereal Foods Word**, v.38, n.2, p.96–99, 1993.

CARVALHO, W.; FONSECA, M. E. N.; BOITEUX, L. S.; GIORDANO, L. B. Estimativa indireta dos teores de licopeno em frutos genótipos de tomateiro via análise colorimétrica. **Horticultura Brasileira**, v. 232 n. 3, p. 819-825, 2005.

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

CENTENARO, G. S.; FEDDERN, V.; BONOW, E. T.; SALAS-MELLADO, M. Enriquecimento de pão com proteínas de pescado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Volume 27, p. 663-668. 2007.

COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ECLAIRAGE. **Colorimetry 2<sup>nd</sup>**.(Publication CIE, 15) ed. Viena, p. 74, ed. Viena, 1986.

COSTA, T. V. M.; MOURA, C. M. A. de.; SOARES JR, M. S. Qualidade tecnológica de massa alimentícia produzida a partir de farinhas de arroz (*Oryza sativa L.*) e linhaça (*Linum usitatissimum L.*). **XIX Seminário de Iniciação Científica da UFG – PIVIC**, 2001.

DENARDIN, C. C.; BOUFLUER, N.; RECKZIEGEL, P.; SILVA, L. P. Influência do consumo de arroz ou de macarrão no desempenho e resposta metabólica em ratos. **Alimentos e Nutrição**, v.20, n.3, p. 441-449, Araraquara, jul./set. 2009.

DUTCOSKY, S. D. Análise sensorial de alimentos. 2<sup>a</sup> ed. Curitiba: Champagnat, 2011.

EYILER, E.; OZTAN, A. Production of frankfurters with tomato powder as a natural additive. **Food Science and Technology**, v. 44, n. 1, p. 307-311, 2011.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. Fisheries and Aquaculture Department. **State of world aquaculture**. Disponível em: <<http://www.fao.org/fishery/topic/13540/en>>. Acesso em: 15 de out. 2013.

GARCIA, J. U.; SANTOS, H. I.; FIALHO, A. P.; GARRO F. L. T.; ANTONIOSI FILHO, N. R.; LELES, M. I. G. Estudo da estabilidade térmica de óleos de peixes em atmosfera de nitrogênio. **Eclética. Química**. São Paulo, v. 29 n° 2. p 41-46, 2004.

GONÇALVES, A. A. **Tecnologia do pescado: ciência, tecnologia, inovação e legislação**. Rio de Janeiro, RJ: Atheneu, p. 608, 2011.

HEBER, D.; LU, Q. Y. Overview of mechanisms of action of lycopene. **Experimental Biology and Medicine**, v. 227, n. 2, p. 920-923, 2002.

HUMMEL, C. Macaroni products. London: **Food Trade Press**, 1966, 287p.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. Coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea - São Paulo: **Instituto Adolfo Lutz**. 1. ed. digital, 2008.

KEATTCH, C. J.; DOLLIMORE, D. **An introduction to thermogravimetry**. London, Ed.; Heyden, p. 164, 1975.

KOBORI, C. N.; HUBER, L. S.; KIMURA, M.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B., Teores de carotenoides em produtos de tomate. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 69, n. 1, p. 384-392, 2010.

LAZARD, J.; ROGNON, X. Genetic diversity of tilapia and aquaculture development in Côte D'Ivoire, and Niger. **Israeli Journal Aquaculture**, v.4, p. 90-98, 1997.

MALUF, M. L. F., *et.al*. Elaboração de massa fresca de macarrão enriquecida com pescado defumado. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v.69, n.1, São Paulo 2010.

MARIUSSO, A. C. B. Estudo do enriquecimento de massas alimentícias com subprodutos agroindustriais visando o melhoramento funcional e tecnológico de massas frescas. Campinas, SP: FEA, 2008. 100p. **Dissertação** (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, 2008.

MATEUS, N. B.; BARBIN, D.; CONAGIN, A. Viabilidade de uso do Delineamento Composto Central. **Acta Scientarum**, v. 23, n. 6, p. 1537 – 1546, 2001.

MENDONÇA, L. A. Desempenho do delineamento composto central em experimento com alto coeficiente de variação. **Dissertação**. Universidade Federal de Viçosa, p. 68, Viçosa, 2012.

- MENEGASSI, B.; LEONEL, M. Análises de qualidade de uma massa alimentícia mista de mandioquinha-salsa. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**. Botucatu, v. 2, p. 27-36, outubro, 2006.
- MERCADANTE, A. Z; NUNES, I. L. Obtenção de cristais de licopeno a partir de descartes de tomate. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, n. 3, p.440-447, 2004.
- MERCADO LIVRE. Máquina Macarrão Massa Pastel Mundial Inox Hercules Pm30-000. Disponível em: [http://produto.mercadolivre.com.br/MLB-623094445-maquina-macarro-massa-pastel-mundial-inox-hercules-pm30-000-\\_JM](http://produto.mercadolivre.com.br/MLB-623094445-maquina-macarro-massa-pastel-mundial-inox-hercules-pm30-000-_JM). Acesso em: 04 de março de 2015.
- MINIM, V. P. R. **Análise sensorial: estudos com consumidores**. 2ª edição, editora UFV, Viçosa, 2010.
- MOLINA, J. P. Fracionamento da proteína e estudo termoanalítico das leguminosas: grão de bico (*Cicer arietinum*), variedade Cícero e tremoço branco (*Lupinus albus L.*). **Dissertação de mestrado**. UNESP – Campus de Araraquara, 57 f. 2010.
- NICOLETTI, A. M. Enriquecimento nutricional de macarrão com uso de subprodutos agroindustriais de baixo custo. **Dissertação de Mestrado**. Santa Maria, 2007.
- NORONHA, R. L. F.; DELIZA R.; SILVA, M. A. A. P. A expectativa do consumidor e seus efeitos na avaliação sensorial e aceitação de produtos alimentícios. **Alimentos e Nutrição**. Araraquara v.16, n.3, p. 299-308, jul./set. 2005.
- OLIVEIRA, E. G.; SANTOS, F. J. S.; PEREIRA, A. M. L.; LIMA, C. B. Produção de Tilápia: Mercado, espécie, biologia e recria. Teresina: **EMBRAPA**, Circular Técnica n. 45, 2007.
- OSTERLIE, M.; LERFALL, J. Lycopene from tomato products added minced meat: effect on storage quality and colour. **Food Research International**, v. 38, n. 2, p. 925-929, 2005.
- PALLARÉS, M. G.; LEÓN, A. E.; ROSELL, C. M. Granos, harinas e productos de panificación en Iberoamérica. Trigo. In: **De TALES HARINAS, TALES PANES**: Córdoba. Argentina, 2007.
- PENNA, E. W. **Desarrollo de alimentos para regimenes especiales**. Apud: MORALES, R. H.; TUDESCA, M., V. Optimizacion de formulaciones. Santa Cruz de La Sierra, Bolivia, 1999.
- PEREIRA, I. E.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. Características físico-químicas do tomate em pó durante o armazenamento. **Revista de biologia e ciências da terra**, v. 6- n° 1 - 1º Semestre 2006
- RAHMAN, M. S.; SENADEERA W.; AL-ALAWI, A.; TRUONG, T.; BHANDARI, B.; AL-SAIDI, G. Thermal transition properties of spaghetti measured by differential scanning calorimetry (DSC) and thermal mechanical compression test (TMCT). **Food Bioprocess Technol.**v. 4, p. 1422–1431, 2011.

REIS, T. A. Caracterização de macarrão massa seca enriquecido com farinha de polpa de pescado. 2013. 83 p. **Dissertação de Mestrado** em Ciência dos Alimentos. Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

RODIGUES, M. I.; IEMMA, A. F. **Planejamento de experimentos e otimização de processos: uma estratégia seqüencial de planejamentos**. Ed. Casa do Pão: 2009.

SCHOORMANS, J. P. L.; ROBBEN, H. S. J. The effect of new package design on product attention, categorization and evaluation. *J. Econom. Psychol.*, v.18, p.271-287, 1997

SHAMI, N. J. I. E.; MOREIRA, E. A. M. Licopeno como agente antioxidante. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 17, n. 2, 2004.

SIMAPESP. **Mercado de massas alimentícias**. Disponível em: [http://www.simabesp.org.br/site/mercado\\_massas\\_simabesp.asp](http://www.simabesp.org.br/site/mercado_massas_simabesp.asp). Acesso em 20 de Out. 2013.

SHINOHARA, N. K. S.; BARROS, V. B.; JIMENEZ, S. M. C.; MACHADO, E. C. L.; DUTRA, R. A. F.; LIMA, J. L.; *Salmonella* spp. importante agente patogênico veiculado em alimentos. **Ciência & Saúde Coletiva**, vol. 13, núm. 5, setembro-outubro, 2008, pp. 1669-1674.

STAJCIC, S.; C'ETKOVIC'G.; C'ANADANOVIC' -BRUNET, J.; DJILAS, S.; MANDIC, A. Tomato waste: Carotenoids content, antioxidant and cell growth activities. **Food Chemistry** n. 172 p. 225–232, 2015.

TENUTA-FILHO, A.; JESUS, R. S. Aspectos da utilização de carne mecanicamente separada de pescado como matéria prima industrial. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimento**, v. 37, n. 2, p. 59 - 64, 2003.

TIAN, Y.; XU, X.; XIE, Z.; ZHAO, J.; JIN, Z. Starch retrogradation determined by differential thermal analysis (DTA). **Food Hydrocolloids**. v. 25 p. 1637-1639, 2011.

TUZCU, M.; ASLAN, A.; TUZCU, Z.; YABAS, M.; BAHCECIOGLU, I. H.; OZERCAN, I. H.; KUCUK, O.; SAHIN, K. Tomato powder impedes the development of azoxymethane-induced colorectal cancer in rats through suppression of COX-2 expression via NF-kB and regulating Nrf2/HO-1 pathway. **Molecular Nutrition and Food Research**, v. 56, n. 1, p. 1477-1481, 2012.

WANTANABE, W. O.; LOSORDO, T. M.; FITZSIMMONS, K.; HANLEY, F. Tilapia production in Americas: Technological advances, trends, and challenges. **Review in Fisheries Science**, v. 10, n. 3 & 4, p. 465 – 498, 2002.

WAY III, C. V. W. **Segredos em nutrição: respostas necessárias ao dia-a-dia: em rounds na clínica em exames orais e escritos**. Bibliografia, 296 p, Ed Artmed. Porto Alegre, 2000.

WILLCOX, J. K.; CATIGNANI, G. L.; LAZARUS, S. Tomatoes and cardiovascular health. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*.v.43, n.1, p. 1-18, 2003.

WILLE, G. M. F. C. *et al.* Práticas de desenvolvimento de novos produtos alimentícios na indústria paranaense. **Revista da FAE**. Vol. 7, Curitiba, v.7, n.2, p.33-45, jul./dez. 2004.



## APÊNDICE A- TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado a participar como voluntário, sem qualquer tipo de pagamento, da pesquisa intitulada “**Desenvolvimento de Macarrão à base de tilápia desidratada e tomate em pó: caracterização física, físico-química e sensorial**”. Você não deve participar contra a sua vontade. Leia atentamente as informações abaixo e faça qualquer pergunta que desejar, para que todos os procedimentos desta pesquisa sejam esclarecidos. Se você tiver algum problema de saúde relacionado à ingestão de **GLÚTEN, TOMATE e PESCADO** tais como: **alergia, intolerância ou qualquer outro problema de saúde NÃO poderá participar dos testes.**

O propósito desta pesquisa é avaliar a aceitabilidade de vários atributos sensoriais de diferentes formulações de macarrão e da atitude de compra dos produtos. Os dados serão coletados por meio de uma ficha de avaliação sensorial através do teste de escala hedônica de 9 pontos, atitude de compra de 5 pontos e ordenação-preferência. Os participantes receberão três amostras, irão provar e avaliar globalmente o produto e atribuir notas de 1 a 9 para as amostras servidas, sendo 1 correspondente a desgostei muitíssimo e 9 gostei muitíssimo. No teste de atitude de compra deverão informar o grau em que comprariam o produto. No ordenação-preferência, deverão informar o grau de preferência entre as amostras.

Aqueles que fornecerem dados espontaneamente pós-esclarecimento terão suas identidades preservadas mesmo em publicações em documentos especializados nos meios de comunicação científico ou leigo.

O abaixo-assinado, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ anos, RG nº \_\_\_\_\_ declara que é de livre e espontânea vontade que está participando como voluntário da pesquisa. Eu declaro que li cuidadosamente este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e que, após sua leitura tive oportunidade de fazer perguntas sobre o conteúdo do mesmo, como também sobre a pesquisa e recebi explicações que responderam por completo minhas dúvidas. Sei que poderei retirar meu consentimento a qualquer momento, sem nenhum prejuízo.

Sou sabedor que terei todas as dúvidas respondidas pelo pesquisador responsável Edilberto Corderio dos Santos Junior, no telefone (85) 9982-4107 ou e-mail ecosanju@hotmail.com.

Fortaleza, 29 de Janeiro de 2015.

---

Assinatura do Voluntário

---

Assinatura do Pesquisador

**ATENÇÃO: Para informar qualquer questionamento durante a sua participação no estudo, dirija-se ao: Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Ceará- Rua Coronel Nunes de Melo, 1127 Rodolfo Teófilo - Telefone: 3366-8344**

## APÊNDICE B - FICHA DE AVALIAÇÃO SENSORIAL

Avalie a amostra (**uma de cada vez**) e indique na escala abaixo o quanto você GOSTOU ou DESGOSTOU das seguintes características:

### ESCALA

|                             |
|-----------------------------|
| 9 Gostei muitíssimo         |
| 8 Gostei muito              |
| 7 Gostei moderadamente      |
| 6 Gostei ligeiramente       |
| 5 Nem gostei, nem desgostei |
| 4 Desgostei ligeiramente    |
| 3 Desgostei moderadamente   |
| 2 Desgostei muito           |
| 1 Desgostei muitíssimo      |

|            |       |       |       |         |           |
|------------|-------|-------|-------|---------|-----------|
| Nº amostra | Cor   | Aroma | Sabor | Textura | Impressão |
| global     |       |       |       |         |           |
| _____      | _____ | _____ | _____ | _____   | _____     |
| Nº amostra | Cor   | Aroma | Sabor | Textura | Impressão |
| global     |       |       |       |         |           |
| _____      | _____ | _____ | _____ | _____   | _____     |
| Nº amostra | Cor   | Aroma | Sabor | Textura | Impressão |
| global     |       |       |       |         |           |
| _____      | _____ | _____ | _____ | _____   | _____     |
| Nº amostra | Cor   | Aroma | Sabor | Textura | Impressão |
| global     |       |       |       |         |           |
| _____      | _____ | _____ | _____ | _____   | _____     |

**Marque nas escalas abaixo a sua intenção de compra destes produtos:**

|  |
|--|
| <b>1. Certamente compraria</b>                   |
| <b>2. Possivelmente compraria</b>                |
| <b>3. Talvez comprasse, talvez não comprasse</b> |
| <b>4. Possivelmente não compraria</b>            |
| <b>5. Certamente não compraria</b>               |

|            |        |
|------------|--------|
| Nº amostra | Número |
| _____      | _____  |
| Nº amostra | Número |
| _____      | _____  |
| Nº amostra | Número |
| _____      | _____  |
| Nº amostra | Número |
| _____      | _____  |

**APÊNDICE C- DELINEAMENTO DO TESTE SENSORIAL**

| <b>Provdador</b> | <b>1 amostra</b> | <b>2 amostra</b> | <b>3 amostra</b> | <b>4 amostra</b> |
|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| 1                | A                | B                | C                | D                |
| 2                | A                | B                | D                | C                |
| 3                | A                | D                | B                | C                |
| 4                | A                | D                | C                | B                |
| 5                | A                | C                | B                | D                |
| 6                | A                | C                | D                | B                |
| 7                | B                | A                | C                | D                |
| 8                | B                | A                | C                | D                |
| 9                | B                | C                | A                | D                |
| 10               | B                | C                | D                | A                |
| 11               | B                | D                | A                | C                |
| 12               | B                | D                | C                | A                |
| 13               | C                | A                | B                | D                |
| 14               | C                | A                | D                | B                |
| 15               | C                | B                | A                | D                |
| 16               | C                | B                | D                | A                |
| 17               | C                | D                | A                | B                |
| 18               | C                | D                | B                | A                |
| 19               | D                | A                | B                | C                |
| 20               | D                | A                | C                | B                |
| 21               | D                | B                | A                | C                |
| 22               | D                | B                | C                | A                |
| 23               | D                | C                | A                | B                |
| 24               | D                | C                | B                | A                |
| 25               | A                | B                | C                | D                |
| 26               | A                | B                | D                | C                |
| 27               | A                | D                | B                | C                |
| 28               | A                | D                | C                | B                |
| 29               | A                | C                | B                | D                |
| 30               | A                | C                | D                | B                |
| 31               | B                | A                | C                | D                |
| 32               | B                | A                | C                | D                |
| 33               | B                | C                | A                | D                |
| 34               | B                | C                | D                | A                |
| 35               | B                | D                | A                | C                |
| 36               | B                | D                | C                | A                |
| 37               | C                | A                | B                | D                |
| 38               | C                | A                | D                | B                |
| 39               | C                | B                | A                | D                |
| 40               | C                | B                | D                | A                |
| 41               | C                | D                | A                | B                |
| 42               | C                | D                | B                | A                |
| 43               | D                | A                | B                | C                |
| 44               | D                | A                | C                | B                |
| 45               | D                | B                | A                | C                |
| 46               | D                | B                | C                | A                |
| 47               | D                | C                | A                | B                |
| 48               | D                | C                | B                | A                |
| 49               | A                | B                | C                | D                |
| 50               | A                | B                | D                | C                |

---

|    |   |   |   |   |
|----|---|---|---|---|
| 51 | A | D | B | C |
| 52 | A | D | C | B |
| 53 | A | C | B | D |
| 54 | A | C | D | B |
| 55 | B | A | C | D |
| 56 | B | A | C | D |
| 57 | B | C | A | D |
| 58 | B | C | D | A |
| 59 | B | D | A | C |
| 60 | B | D | C | A |
| 61 | C | A | B | D |
| 62 | C | A | D | B |
| 63 | C | B | A | D |
| 64 | C | B | D | A |
| 65 | C | D | A | B |
| 66 | C | D | B | A |
| 67 | D | A | B | C |
| 68 | D | A | C | B |
| 69 | D | B | A | C |
| 70 | D | B | C | A |
| 71 | D | C | A | B |
| 72 | D | C | B | A |

---

**APÊNDICE D - ANÁLISE SENSORIAL DE MACARRÃO ADICIONADO DE  
CMS DE PESCADO E TOMATE EM PÓ**

|  |                        |                      |
|--|------------------------|----------------------|
| <b>Nome:</b>   | <b>Sexo:</b> ( )F ( )M | <b>Escolaridade:</b> |
| <b>Idade:</b> ( ) menor de 18    ( )18-25    ( )26-35    ( )36-45    ( ) maior de 45 |                        |                      |

1. Marque na escala abaixo o quanto você gosta de:

**Macarrão**

- ( ) Gosto muitíssimo
- ( ) Gosto muito
- ( ) Gosto moderadamente
- ( ) Nem gosto, nem desgosto

**Pescado**

- ( ) Gosto muitíssimo
- ( ) Gosto muito
- ( ) Gosto moderadamente
- ( ) Nem gosto, nem desgosto

2. Marque na escala abaixo a frequência do seu consumo de:

**Macarrão**

- ( ) consumo sempre
- ( ) Consumo eventualmente
- ( ) Não consumo
- ( ) Nunca consumi

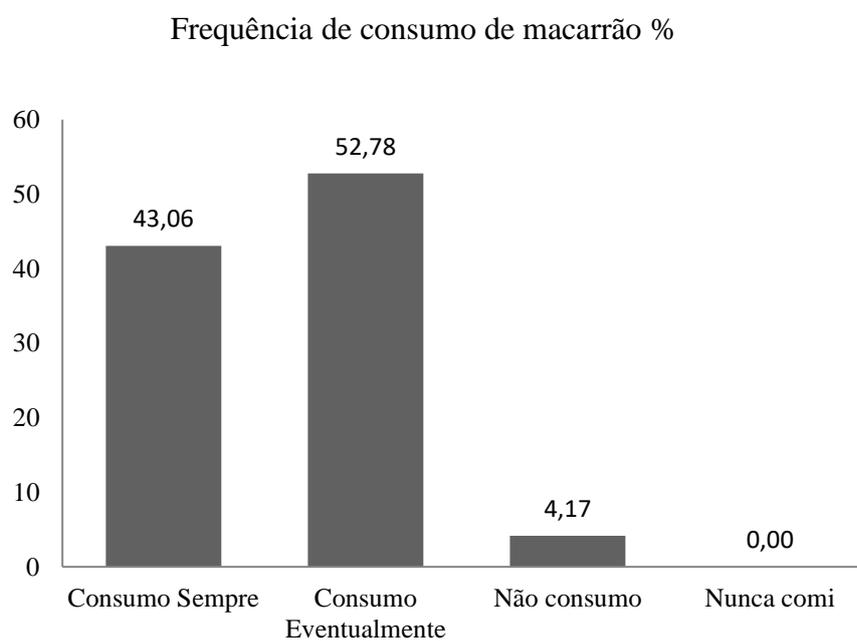
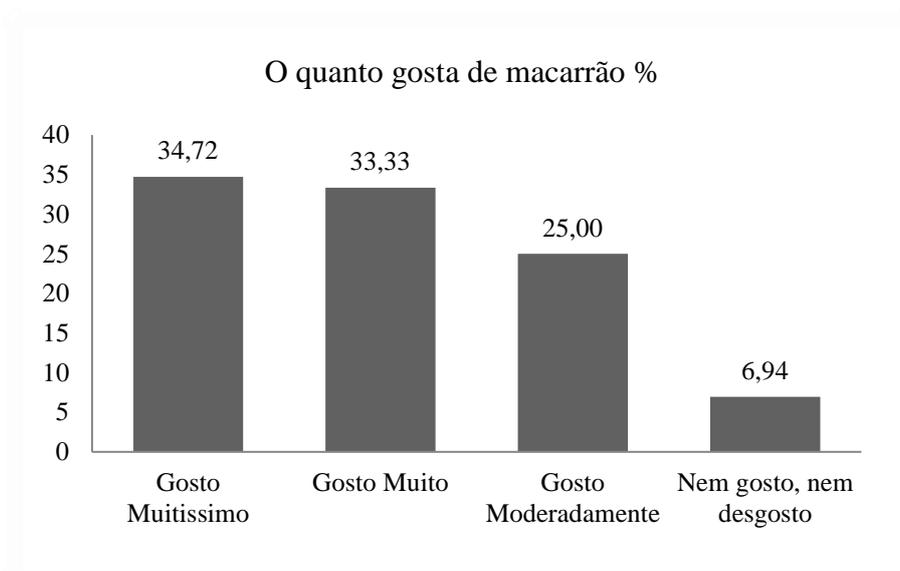
**Pescado**

- ( ) Consumo sempre
- ( ) Consumo eventualmente
- ( ) Não consumo
- ( ) Nunca consumi

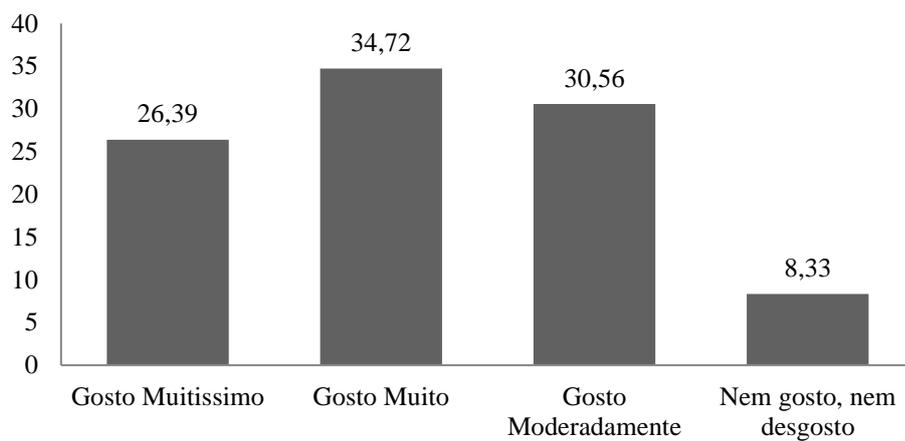
Caso você concorde em participar deste teste sensorial com **Macarrão** e não tenha alergia e/ou problemas de saúde relacionados com o consumo de **Cereais, pescados e tomate**, por favor, assine esta ficha:

ASSINATURA: \_\_\_\_\_

### APÊNDICE E - RESPOSTAS DE QUESTIONÁRIO DE PERFIL DE PROVADORES



O quanto gosta de pescado %



Frequência do consumo de pescado %

