



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**  
**Faculdade de Engenharia de Alimentos**

**NATANI DE PAULA LIMA AMARO**

**REFORMULAÇÃO E SUBSTITUIÇÃO DA GORDURA  
PARCIALMENTE HIDROGENADA EM COBERTURAS CULINÁRIAS  
(ANÁLOGOS DE REQUEIJÃO).**

**Campinas**  
**2018**

**NATANI DE PAULA LIMA AMARO**

**REFORMULAÇÃO E SUBSTITUIÇÃO DA GORDURA  
PARCIALMENTE HIDROGENADA EM COBERTURAS CULINÁRIAS  
(ANÁLOGOS DE REQUEIJÃO).**

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Mestra em Tecnologia de Alimentos.

**Orientador: Prof. Dr. Daniel Barrera Arellano.**

Este exemplar corresponde à versão final da dissertação defendida pela aluna Natani de Paula Lima Amaro e orientada pelo Prof. Dr. Daniel Barrera Arellano.

**Campinas  
2018**

**Agência(s) de fomento e nº(s) de processo(s):** CNPq, 132012/2016-2

Ficha catalográfica  
Universidade Estadual de Campinas  
Biblioteca da Faculdade de Engenharia de Alimentos  
Márcia Regina Garbelini Sevillano - CRB 8/3647

Am13r Amaro, Natani de Paula Lima, 1992-  
Reformulação e substituição da gordura parcialmente hidrogenada em cobertura culinária (análogo de requeijão). / Natani de Paula Lima Amaro. – Campinas, SP : [s.n.], 2019.

Orientador: Daniel Barrera Arellano.  
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos.

1. Coberturas comestíveis. 2. Óleo de girassol alto oleico. 3. Ácidos graxos trans. I. Barrera Arellano, Daniel. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

**Título em outro idioma:** Reformulation and replacement of partially hydrogenated fat in "cobertura culinária" (analogue cheese).

**Palavras-chave em inglês:**

Edible coatings

High-oleic sunflower oil

Trans fat acids

**Área de concentração:** Tecnologia de Alimentos

**Titulação:** Mestra em Tecnologia de Alimentos

**Banca examinadora:**

Daniel Barrera Arellano

Eliene Penha Rodrigues Pereira

Patricia Blumer Zacarchenco Rodrigues de Sá

**Data de defesa:** 08-02-2019

**Programa de Pós-Graduação:** Tecnologia de Alimentos

## **Banca Examinadora**

---

Prof<sup>o</sup> Dr<sup>o</sup> Daniel Barrera Arellano  
(Orientador)

---

Dr<sup>a</sup> Eliene Penha Rodrigues Pereira  
(Membro Titular)  
Universidade Federal Fluminense - UFF

---

Dr<sup>a</sup> Patricia Blumer Zacarchenco Rodrigues de Sá  
(Membro Titular)  
Instituto de Tecnologia de Alimentos – TECNOLAT/ITAL

Ata da defesa com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se no SIGA/Sistema de Fluxo de Dissertação/Tese e na Secretaria do Programa da Unidade.

*Dedico este trabalho aos meus avós maternos, Cicero Batista de Lima e Rosa Marqui de Lima (in memoriam) e minha avó paterna Adelaide Contin Amaro que foram exemplos de*  
*Caráter e Dignidade!*  
*Com todo meu amor e gratidão.*

*É graça divina é começar bem. Graça maior persistir na caminhada certa.*

*Mas graça das graças é não desistir nunca.*

*Dom Hélder Câmara*

## **Agradecimentos**

Agradeço a Deus por estar presente em minha vida, por iluminar os meus caminhos e me proporcionar força e saúde para tornar este trabalho real.

Aos meus pais, Antonio e Rosa, meu irmão Ademir Rodrigo e meus familiares por todo apoio, amor e carinho durante esta caminhada.

Aos meus grandes e melhores amigos Luis, Mariana e Carmem que sempre estiveram ao meu lado incentivando a realizar meus sonhos e alcançar meus objetivos.

As minhas queridas amigas e companheiras que ganhei da Unicamp: Ana Karoliny, Barbara, Marcella, Ana Paula Perli, Laura, Isabel, Fernanda Procópio e Carol por todo carinho e apoio. Em especial minha amiga Fernanda Ludtke que durante todo este tempo foi meu alicerce nos momentos bons e ruins.

Toda equipe do Laboratório de Óleos e Gorduras: Renato, Ana Paula Badan, Caroline, Giulia, Kamila, Gabriel, Rosana, Alan, Mayanne, Júlia, Valéria, Thais Jordânia e Thais Lomonaco por contribuir de alguma forma ao meu trabalho e pelo companheirismo diário.

As técnicas Bete e Juliana, dos laboratórios de leite e instrumentação pela orientação e auxílio nas análises.

Ao Prof. Dr. Daniel Barrera Arellano, pela oportunidade que me proporcionou e confiança em mim depositada. Aos membros da banca examinadora Dra. Eliene e Dra. Patrícia pela disponibilidade e por contribuir com as correções e sugestões.

As empresas: Alibra Ingredientes Ltda, Ingredion Brasil Ind. Ltda, Arla Foods Ingredients Group P/S e AF Embalagens Plasticas, pela contribuição através de envio de amostras.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPQ, pela concessão da bolsa de mestrado. O presente trabalho foi realizado com apoio da coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001.

A todos que, ao longo desse período de grande aprendizado, contribuíram diretamente ou indiretamente, com meu trabalho. Serei eternamente grata!

## RESUMO

A importância da substituição da gordura parcialmente hidrogenada em alimentos industrializados está diretamente relacionada aos efeitos deletérios causados à saúde. Nos últimos anos houve um aumento no índice de mortalidade por doenças cardiovasculares e o desenvolvimento de síndromes metabólicas, os quais estão associados ao grande consumo de alimentos que possuem em sua composição bases lipídicas constituídas majoritariamente por ácidos graxos saturados e ácidos graxos *trans*. Estas bases lipídicas são ingredientes importantes em diversos produtos, principalmente os que apresentam praticidade de consumo como, por exemplo, biscoitos recheados, *fast food*, chocolate, análogos de produtos lácteos, pizzas, salgados, entre outros. Levando em consideração os riscos à saúde, os órgãos governamentais em diversos países veem modificando e adequando suas legislações atuais a fim de banir o uso da gordura em questão para reduzir o impacto negativo à saúde, tanto no desenvolvimento de doenças crônicas quanto no estado nutricional. Em resposta, a indústria de alimentos vem buscando alternativas para melhorar a saudabilidade dos seus produtos através do desenvolvimento de novas bases lipídicas ou utilizando óleos vegetais com altos teores de ácidos graxos insaturados. O objetivo desse trabalho foi a reformulação da cobertura culinária (análogo de requeijão) através da substituição total da gordura vegetal hidrogenada por óleo de girassol alto oleico para a redução do teor de ácidos graxos saturados e isenção de ácidos graxos *trans*. Amostras comerciais de coberturas culinárias foram caracterizadas quanto a sua composição centesimal, composição em ácidos graxos, perfil de textura e teste de forneamento (*baking test*). No geral, as amostras comerciais apresentaram elevados teores de gordura (11,42 a 27,87%) e baixas concentrações de proteína (0,41 a 1,43%). Os ácidos graxos predominantes foram: ácido palmítico (12 a 18,10%), ácido esteárico (10,54 a 23,02%), ácido elaídico (*trans*, 17,19 a 28,23%), ácido oleico (30,78 a 41,97%) e ácido linoleico (2,29 a 6,17%). Os teores de ácidos graxos *trans* foram considerados elevados, representando em média 4,58g/100g no produto final. A análise de perfil de textura demonstrou uma alta variabilidade entre as amostras com relação aos parâmetros de dureza e adesividade. Com base nestes resultados foi proposta uma reformulação do produto por meio de um planejamento experimental DCCR 2<sup>3</sup> (17 ensaios) tendo como variáveis independentes o amido modificado, concentrado proteico do soro (WPC) e óleo de girassol alto oleico (HOSO). A partir do planejamento experimental, foram desenvolvidas formulações com alta redução nos teores de gordura (45,01 – 94,37%), ácidos graxos saturados (81,63 – 96,44%) e isenção de *trans*. Na faixa estudada, foi possível verificar que todos os atributos da análise de

perfil de textura foram influenciados pela variação da concentração de amido e WPC, sendo a concentração de óleos não significativa. Oito das dezessete formulações demonstraram boas características de *baking test*, ou seja, sem apresentar derretimento excessivo e uma ótima capacidade de retenção de água. Pode-se concluir que é tecnicamente possível a substituição total da gordura parcialmente hidrogenada por óleo vegetal nas coberturas culinárias atualmente comercializadas, melhorando seu perfil nutricional, seja pela redução do teor de gordura, ácidos graxos saturados e eliminação dos ácidos graxos *trans*, além de uma possível redução no custo das matérias-primas.

**Palavras chave:** cobertura culinária, gordura parcialmente hidrogenada, ácidos graxos *trans*.

## ABSTRACT

The importance of replacing partially hydrogenated fat in industrialized foods is directly related to deleterious health effects. In the last years, there has been an increase in the mortality rate due to cardiovascular diseases and the development of metabolic syndromes, which are associated with the great consumption of foods that have lipid bases composed mainly of saturated fatty acids and trans fatty acids. These lipid bases are important ingredients in several products, especially those that present practicality of consumption as, for example, filled cookies, fast food, chocolate, analogues of dairy products, pizzas, salted, among others. Taking into account the health risks, government agencies in various countries see modifying and adjusting their current legislation to ban the use of the fat in question to reduce the negative impact on health, both in the development of chronic diseases as well as nutritional status. In response, the food industry has been seeking alternatives to improve the health of its products through the development of new lipid bases or using vegetable oils with high levels of unsaturated fatty acids. The objective of this work was to reformulate the culinary cover (analogue cheese) by totally replacing the hydrogenated vegetable fat with high oleic sunflower oil to reduce the content of saturated fatty acids and exemption of trans fatty acids. Commercial samples of culinary toppings were characterized as to their centesimal composition, composition in fatty acids, texture profile and baking test. In general, the commercial samples had high fat contents (11.42 to 27.87%) and low protein concentrations (0.41 to 1.43%). The predominant fatty acids were palmitic acid (12 to 18.10%), stearic acid (10.54 to 23.02%), elaidic acid (trans, 17.19 to 28.23%), oleic acid (30, 78 to 41.97%) and linoleic acid (2.29 to 6.17%). The levels of trans fatty acids were considered high, representing on average 4.58g / 100g in the final product. The texture profile analysis showed a high variability among the samples with respect to hardness and adhesiveness parameters. Based on these results, it was proposed a reformulation of the product by means of a DCCR 2<sup>3</sup> experimental design (17 tests) with modified starch, whey protein concentrate (WPC) and high oleic sunflower oil (HOSO) as independent variables. From the experimental design, formulations were developed with a high reduction in fat content (45.01 - 94.37%), saturated fatty acids (81.63 - 96.44%) and exemption of trans fatty acids. In the studied range, it was possible to verify that all the attributes of the texture profile analysis were influenced by the variation of starch concentration and WPC, and the concentration of oils was not significant. Eight of the seventeen formulations demonstrated good baking test characteristics, that is, without presenting excessive melting and an excellent

capacity of retention of water. It can be concluded that it is technically possible to completely replace the partially hydrogenated fat by vegetable oil in the commercially available toppings, improving its nutritional profile, either by reducing fat content, saturated fatty acids and elimination of trans fatty acids, in addition to a possible reduction in the cost of raw materials.

**Key words:** analogue of cheese (cobertura culinária), partially hydrogenated fat, *trans* fat acids

# Sumário

<b>1. Introdução</b> .....	15
<b>2. Objetivos</b> .....	17
<b>3. Revisão bibliográfica</b> .....	18
3.1 Alimentos Análogos – Uma reformulação dos alimentos processados.....	18
3.2. Queijos Análogos.....	20
3.3. Requeijão Culinário .....	23
3.4. Cobertura Culinária .....	24
3.5. Parâmetros Regulatórios: Considerações sobre o uso de ingredientes não lácteos.....	25
3.6. Matérias-primas utilizadas em análogos de queijo e suas principais funções nas características do produto final. ....	27
3.6.1 Proteínas .....	27
3.6.2. Amido .....	32
3.6.3. Sal Fundente .....	33
3.6.4. Água .....	34
3.6.5. Bases lipídicas.....	34
3.7. Aspectos Nutricionais Sobre os Ácidos Graxos <i>Trans</i> .....	39
3.8 Aspectos Regulatórios Sobre Ácidos Graxos <i>Trans</i> .....	40
<b>4. Materiais e Métodos</b> .....	43
4.1 Materiais.....	43
4.1.1. Matérias-primas. ....	43
4.1.1.1. Amostras comerciais de cobertura culinária.....	43
4.1.2. Reagentes.....	44
4.1.3 Equipamentos.....	45
<b>4.2 Métodos analíticos</b> .....	45
4.2.1 Composição Centesimal .....	45
4.2.1.1. Umidade.....	45
4.2.1.2. Cinzas .....	46
4.2.1.3. Proteína .....	46
4.2.1.4. Lipídios .....	47
4.2.1.5. Carboidratos.....	47
4.2.1.6. Calorias.....	47

4.2.2. Composição em ácidos graxos.....	48
4.2.3. Índice de peróxido.....	48
4.2.4. Teor de ácidos graxos livres .....	49
4.2.5. Análise de perfil de textura – TPA.....	49
4.2.6. Baking Test.....	50
4.2.7. Determinação do pH.....	50
4.3. Procedimentos Experimentais .....	51
4.3.1. Caracterização das amostras comerciais .....	51
4.3.2. Caracterização das matérias primas. ....	51
4.3.3. Caracterização das coberturas culinárias desenvolvidas. ....	51
4.3.4. Processamento das coberturas culinárias.....	51
4.3.5. Delineamento Experimental .....	52
4.3.6 Análise estatística.....	53
<b>5. Resultados.....</b>	<b>53</b>
5.1. Caracterização das amostras comerciais de cobertura culinária. ....	53
5.1.1. Composição centesimal das amostras comerciais de cobertura culinária. ....	53
5.1.2. Composição em ácidos graxos das amostras comerciais de cobertura culinária. ...	55
5.1.3. Perfil de textura das amostras comerciais de cobertura culinária. ....	58
5.1.4. Análise de <i>Baking Test</i> das amostras comerciais de cobertura culinária. ....	59
5.1.5. Avaliação comparativa das informações nutricionais presente nos rótulos das amostras comerciais. ....	61
5.2. Caracterização das matérias-primas: óleo de girassol alto oleico (HOSO), concentrado proteico do soro (WPC) e condimento preparado tipo requeijão.....	64
5.3 Caracterização das formulações de cobertura culinária obtidas através do planejamento experimental DCC 2 <sup>3</sup> .....	67
5.3.1. Composição centesimal e pH das formulações do planejamento. ....	67
5.3.2. Composição em ácidos graxos calculada das formulações de cobertura culinária desenvolvidas no planejamento. ....	69
5.3.3. Avaliação dos efeitos das variáveis: amido, concentrado proteico do soro e óleo de girassol alto oleico nas formulações de cobertura culinária desenvolvidas com relação aos atributos de textura – TPA. ....	72
5.3.4. <i>Baking Test</i> . ....	81
5.3.5. Redução do teor de gordura, ácidos graxos saturados, <i>trans</i> e custo estimado das formulações de cobertura culinária desenvolvidas em comparação com as amostras comerciais.....	91

<b>6. Conclusões .....</b>	<b>93</b>
<b>7. Referências Bibliográficas .....</b>	<b>94</b>

## 1. Introdução

O ritmo mais acelerado do modo de vida urbano juntamente com a necessidade de praticidade, tanto nas rotinas de trabalho como em toda vida social, tem modificado também os hábitos de alimentação e os espaços de comercialização. Atualmente, a indústria alimentícia tem buscado se reinventar para se adaptar aos novos tempos, trazendo alimentos que possam ser consumidos de maneira rápida (*snacks, fast food, self-service, PF, delivery*) ou até mesmo em preparados em equipamentos que possam ganhar tempo de preparo como, por exemplo, o micro-ondas (PALMIERI, 2017). Uma pesquisa realizada atualmente sobre o perfil de consumo no Brasil, feita pela FIESP/ITAL, indica que o item “praticidade e conveniência” são os principais motivos para escolha dos produtos industrializados. Os itens, “confiabilidade e qualidade”, “sensorialidade e prazer” e “saudabilidade e bem-estar, ética e sustentabilidade” ficaram em segundo, terceiro e quarto lugar, respectivamente (FIESP-ITAL, 2010).

Mesmo que a vida moderna tenha modificado os hábitos alimentares, a busca por novos produtos que apresentem propriedades nutricionais benéficas é um dos principais alvos da pesquisa e desenvolvimento nas indústrias alimentícias. Uma das principais estratégias para alcançar este objetivo é a reformulação de produtos para redução de nutrientes considerados deletérios a saúde, quando consumidos em excesso, dentre eles, sal, açúcar, gorduras saturadas e *trans*, e outros componentes alimentares potencialmente prejudiciais. O termo "reformulação do produto" também pode ser utilizado para se referir à adição de macronutrientes, ingredientes ou componentes benéficos, como as fibras, óleos ricos em ômega-3,6,9 e cereais integrais (PRADO, 2014).

Em diversos países, as agências de saúde pública estão estabelecendo parcerias com a indústria de alimentos e o setor de varejo para melhorar a qualidade nutricional dos alimentos disponíveis no mercado (PALMIERI, 2017). Estas políticas de reformulação de produtos destinam-se principalmente a diminuir os riscos de doenças crônicas não transmissíveis como, por exemplo, obesidade e aumento do risco de cardiopatias associada ao excesso de consumo ou à supernutrição. No Brasil, algumas ações que visam melhorar nutricionalmente os alimentos processados são um dos focos para reduzir os riscos associados a essas doenças. Dada à importância desse tema, a reformulação dos alimentos processados figura no Plano Plurianual de Ação do Ministério da Saúde, bem como no Plano Nacional para Enfrentamento das Doenças Crônicas Não Transmissíveis (BRASIL, 2016).

A reformulação de alimentos representa às empresas muitos desafios tecnológicos para alcançar reduções significativas nos ingredientes e nutrientes-alvo, mantendo o sabor, a textura e o tempo de vida útil dos alimentos sem aumentar significativamente os custos de produção. Além disso, é necessário identificar os principais grupos de alimentos responsáveis pelo aporte destes ingredientes na dieta como, por exemplo, cereais matinais (alto teores de açúcar), biscoitos recheados (altos teores de açúcar, gorduras saturadas e *trans*) batata frita (gordura satura e teor de sódio), refrigerantes (altos teores de açúcar), pizzas (gorduras saturadas, gorduras *trans*, sódio e calorias) entre outros (GLOBAL INDEX, 2018).

A produção de alimentos análogos, ou seja, produtos semelhantes ou que imitam as características sensoriais e físicas de um alimento já existente vem se mostrando como uma alternativa promissora para estas reformulações, uma vez que, a inovação pode ser uma boa possibilidade de reinventar os produtos, além de possibilitar a melhora de suas propriedades e custo.

## **2. Objetivos**

### **2.1. Objetivo Geral.**

Reformular e otimizar o processo de obtenção de cobertura culinária isenta de ácidos graxos *trans* e com teores reduzidos de ácidos graxos saturados.

### **2.2 Objetivos Específicos.**

- Caracterização das amostras comerciais de cobertura culinária através das análises físico-químicas, perfil de textura, capacidade de derretimento e avaliação da rotulagem nutricional;
- Caracterização das matérias-primas através das análises de índice de acidez, índice de peróxido, determinação do teor lipídico e composição em ácidos graxos;
- Reformulação e produção em escala laboratorial da cobertura culinária através do planejamento experimental;
- Caracterização das amostras desenvolvidas quanto à composição centesimal, composição em ácidos graxos, perfil de textura e capacidade de derretimento;
- Estudo comparativo do produto desenvolvido e dos produtos comerciais.

### **3. Revisão bibliográfica.**

#### **3.1 Alimentos Análogos – Uma reformulação dos alimentos processados.**

Nos últimos anos os consumidores estão cada vez mais conscientes e buscam alimentos que proporcionem benefícios à saúde. Evidentemente, as indústrias procuram atender as necessidades deste público produzindo alimentos com substituição de determinados ingredientes seguindo as recomendações das agências regulatórias no que diz respeito à saudabilidade e segurança alimentar. Dentre as principais tendências de redução estão os ingredientes relacionados ao desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis como, por exemplo, a gordura saturada e/ou *trans*.

Nesse contexto, a reformulação dos alimentos definida como uma modificação das formulações para remover, substituir (por exemplo, ácidos graxos *trans*) ou reduzir (por exemplo, açúcar, gordura saturada, sal) certos ingredientes. O processo de reformulação exige um tempo considerável de pesquisa e desenvolvimento, uma vez que é necessário manter características como sabor, textura e vida útil e preço para que o produto seja viável e atenda às exigências do mercado. Ainda no que diz respeito ao mercado, para que as reformulações dos produtos sejam eficazes, do ponto de vista de saudabilidade, eles precisam ser direcionados aos alimentos consumidos com maior frequência (HEART FOUNDATION, 2012).

De acordo com a Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008/2009, há consumo excessivo de açúcares pela população brasileira (61%) devido à elevada ingestão de sucos, refrigerantes e refrescos, açucarados, aliada ao baixo consumo de frutas e hortaliças (IBGE, 2008-2009). De acordo com o Guia Alimentar para a População Brasileira, a recomendação de sal não deve ultrapassar 5 g por dia (1,7 g de sódio). O consumo médio do brasileiro é de 12 g diárias, ou seja, mais que o dobro da recomendação máxima. Há fortes evidências do aumento do risco de cardiopatias devido ao consumo de gordura *trans*, havendo indicações de que aumente também o risco de morte cardíaca súbita e diabetes (BRASIL, 2016). De acordo com a pesquisa de estrutura de consumo, gastos e rendimentos do Orçamento Familiar realizado pelo IBGE (2016) é possível afirmar que os alimentos mais consumidos fora do âmbito familiar são: salgados fritos e assados (53,2%); salgadinhos industrializados (56,5%), além de sorvete, chocolate (36,6%) e refrigerante (39,9%). A procura por esses alimentos é maior entre os adolescentes representando 51% do mercado consumidor. Esse panorama indica uma oportunidade de reformulação desses produtos proporcionando melhores características nutricionais, uma vez que, já é de conhecimento que o grande consumo de

alimentos disponíveis principalmente em redes de *fast-food* e *delivery* podem causar problemas de saúde com, por exemplo, a obesidade (RIBEIRO, 2009). Neste contexto, as iniciativas de reformulação que foram lançadas por governos e empresas de alimentos ao longo da última década envolveram tipicamente a modificação sistemática e ampla de toda indústria de alimentos para reduzir um ou mais componentes de alimentos.

Embora a grande maioria das indústrias de alimentos e bebidas do mundo tenha desenvolvido suas próprias políticas de nutrição, há também uma série de alianças e iniciativas que se formaram nos últimos anos focadas em saudabilidade. Em 2008 a Aliança Internacional de Alimentos e Bebidas (IFBA) - representando várias das maiores corporações de alimentos e bebidas do mundo, incluindo Nestlé, Pepsico, Unilever, Mondelez Internacional e Coca-Cola assumiram cinco compromissos para reduzir doenças crônicas não transmissíveis e obesidade infantil. Estes foram:

- Reformular e introduzir novos produtos para melhorar as dietas;
- Fornecer rotulagem e informações nutricionais fáceis de entender e significativas;
- Mudar o modelo de anúncios para o público infantil;
- Apoiar programas educacionais e de atividade física;
- Participar de esforços nacionais e regionais com governos, organizações não governamentais (ONGs) e organizações profissionais para promover estilos de vida saudáveis no local de trabalho e nas comunidades (IFBA, 2011).

Nesse cenário, aonde substituição de determinados ingredientes vem se tornando uma estratégia para atingir os novos padrões estabelecidos no aspecto nutricional, o desenvolvimento de produtos análogos, que tem por finalidade imitar um determinado alimento mudando parcialmente ou totalmente alguns de seus ingredientes, demonstra ser uma estratégia promissora para reformulação de alimentos. É importante ressaltar que na categoria de alimentos análogos muitas vezes, substituição das matérias-primas vem como principal objetivo de redução de custo, utilizando produtos com qualidade inferior. Nesse sentido, o desenvolvimento desses produtos deve ser realizado empregando ingredientes que atendam os novos padrões nutricionais (GLOBAL INDEX, 2018).

Entre os alimentos que já apresentam sua versão em análogo podemos citar: o chocolate (obtidos partir de amêndoas de cupuaçu); produtos cárneos (hambúrgueres e

salsichas a base de soja, proteína de ovo ou trigo) e queijos (mozzarella, cheddar e queijos fundidos como, por exemplo, requeijão, produto tipicamente brasileiro).

### **3.2. Queijos Análogos.**

Dentre os produtos citados no tópico anterior, o queijo é um dos produtos que vem sendo alvo de reformulações abrangendo assim a categoria de produtos análogos. Os queijos análogos foram desenvolvidos no início da década de 1970, nos Estados Unidos, com o objetivo de fabricar substitutos mais baratos para uso industrial e estabelecimentos comerciais onde apresentam inúmeras aplicações, como por exemplo, cobertura para pizzas, fatias de queijo em sanduíches, molhos de queijo e refeições pré-prontas (GUINEE; CARÍC; KALÁB, 2004). De modo geral a produção de queijos análogos está direcionada para a redução de ingredientes de base láctea e conseqüente redução de custos do produto base. Os análogos de queijo, que podem ser definidos como queijos imitação, são obtidos através da mistura de vários ingredientes, lácteos ou não, usando técnicas similares às utilizados na fabricação de queijos processados. O intuito da fabricação de análogos de queijo consiste em obter um produto que possui aparência, textura, sabor, aroma, propriedades funcionais semelhantes ao queijo que se deseja imitar (BACHMANN, 2001; CUNHA, 2007).

Os queijos análogos podem ser classificados arbitrariamente em derivados do leite, parcialmente derivados do leite ou não derivados do leite, dependendo da origem das proteínas e/ou gorduras, se são de origem láctea ou vegetal. Os queijos análogos derivados do leite são feitos a partir de proteínas lácteas e gordura de fonte láctea, os parcialmente derivados são produzidos com a utilização de proteínas lácteas e óleos vegetais, enquanto que, os não derivados do leite são elaborados utilizando-se proteínas e gorduras de origem vegetal (GUINEE, 2011). Assim, entre as gorduras encontradas podemos citar: manteiga, gordura anidra do leite, óleos vegetais, gorduras interesterificadas e gorduras parcialmente hidrogenadas. Entre as proteínas do leite são utilizadas: caseína, caseinatos, concentrados e isolados proteicos do soro. Entre as proteínas vegetais estão à proteína de soja, proteína de amendoim e glúten de trigo (CHAVAN, 2007). Outras matérias-primas também são amplamente utilizadas em queijos análogos como, por exemplo, os amidos modificados, gomas e flavorizantes.

Os queijos análogos apresentam características importantes, como uma maior vida útil em comparação aos queijos convencionais, método de produção simples, menor número de trabalhadores e menor custo de equipamento. Além disso, demonstram propriedades

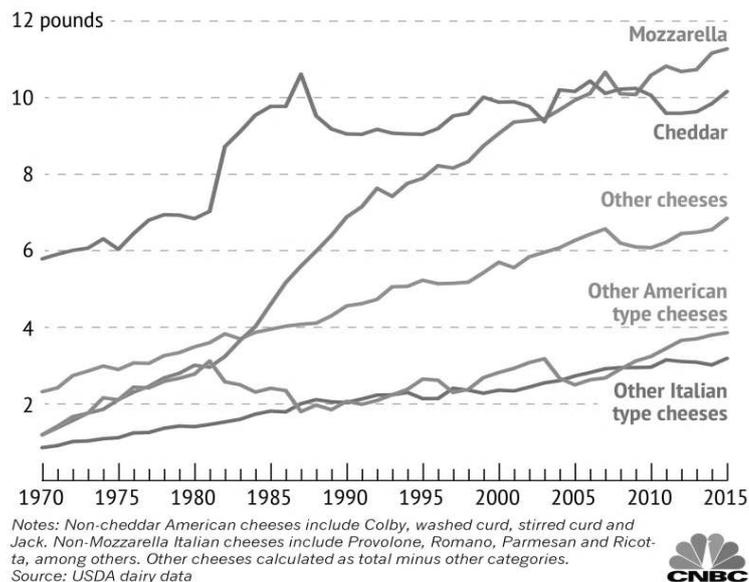
tecnológicas particulares, no caso dos análogos de mozzarella, apresentam facilidade ao corte e boas características de derretimento, fazendo com que seja preferencialmente utilizado por fabricantes de pizza nos EUA (MASSOTTI, et. al., 2018).

Dentre os países produtores de queijos análogos, os Estados Unidos é considerado o principal, com cerca de 300 mil toneladas/ano em 2011 (GUINEE, 2011). A produção anual de queijo análogo à mozzarella em 2007 foi estimada em 80 mil toneladas, que excede em 20% a quantidade total do queijo tipo italiano produzido nos Estados Unidos. Em 2007, o percentual de queijos análogos no mercado foi de 7% nos EUA e 3% na Europa e cerca de 60% dos queijos análogos são utilizados em pizzas (CHAVAN, 2007). Além dos análogos a mozzarella, é possível produzir queijo análogo tipo cheddar e parmesão, os quais podem ser comercializados em blocos, pedaços, fatias ou como molhos.

A figura 1 demonstra um panorama de consumo dos principais tipos de queijos nos EUA em 2016. De acordo com os dados da CNBC, a população Norte Americana consumiu em média 5 kg (12 pounds) de queijo mozzarella e parte do crescimento se deu pelo consumo de pizza. O que favorece o crescimento da produção de queijos análogos é o seu menor custo juntamente com a sua facilidade de aplicação como matéria-prima em diferentes alimentos industrializados e congelados, incluindo a pizza.

### America's cheeses

Mozzarella has beaten cheddar as the most popular cheese in America for six years straight. Per capita consumption of cheese varieties since 1970:



**Figura 1.** Queijos de maior consumo nos EUA. Notas: Queijos americanos (exceto o queijo tipo cheddar) incluem: Colby, Washed Curd e Jack. Os queijos italianos (exceto mozzarella) incluem provolone romano, parmesão, ricota, entre outros (USDA ERS, 2016).

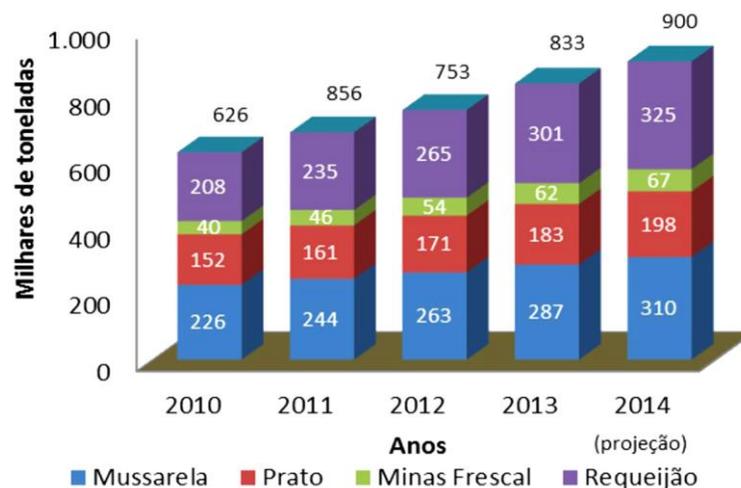
O queijo cheddar, destacando-se como segundo maior consumido, já se apresenta na categoria de análogo, uma vez que o mesmo é obtido a partir do processo de fusão de queijos (incluindo o cheddar original inglês) juntamente com outros ingredientes (CNBC ERS, 2016).

O Brasil ainda é considerado iniciante no mercado de queijos análogos, porém algumas empresas já estão vendo esse segmento como algo promissor. Em 2016, Alibra, empresa fornecedora de produtos lácteos em pó e de soluções em ingredientes para alimentos, lançou um substituto parcial da mozzarella tradicional, denominado como Mozzalet que, de acordo a empresa, o produto promete uma alta performance e rendimento, redução de custos, excelentes propriedades de “ralagem”, fatiamento e derretimento. Além disso, o produto não aglomera depois de ralado, libera menos gordura após o forneamento e possui baixo teor de lactose. A técnica de obtenção para este e outros produtos é a mesma utilizada na fabricação de queijos processados, que tem grande representação no mercado Brasileiro (MILK POINT, 2016).

O queijo processado é definido como o produto obtido por trituração, mistura, fusão e emulsão por meio de calor e agentes emulsionantes de uma ou mais variedades de queijo, com ou sem adição de outros produtos lácteos e/ou sólidos de origem láctea e ou especiarias, condimentos ou outras substâncias alimentícias na qual o queijo constitui o ingrediente lácteo utilizado como matéria prima preponderante na base láctea (BRASIL, 1997a).

O requeijão, que pertence à categoria de queijos processados, também possui sua versão em análogo. É um produto tipicamente brasileiro e a sua fabricação tem origem caseira como forma de aproveitamento do leite coagulado espontaneamente por ação da microbiota láctea natural do leite. Com o nome de requeijão, encontra-se no mercado produtos com diferentes teores de umidade. O requeijão do norte é um produto de umidade mais baixa e bem firme. Por outro lado, o requeijão cremoso e o requeijão mineiro ou crioulo possuem maiores teores de umidade e espalhabilidade, são ligeiramente salgados e obtidos por coagulação espontânea seguida de dessoramento e lavagem da massa (VAN DENDER, et. al., 2014).

Dentre os principais queijos produzidos no Brasil, podemos destacar a mozzarella, minas frescal, prato e requeijão que apresentou um crescimento importante no período de 2010 a 2014, sendo que o requeijão encontra-se como principal queijo do mercado de *commodities* no país de acordo com o levantamento realizado pela Associação Brasileira de Industrias de Queijo (ZACARCHENCO et al., 2017; PITHAN-SILVA et al., 2016). A figura 2 demonstra a evolução da produção inspecionada dos principais queijos comercializados no país.



**Figura 2.** Evolução da produção inspecionada dos principais queijos comercializados como *commodities* no País de 2010 a 2014 (ZACARCHENCO et al., 2017; PITHAN-SILVA et al., 2016).

### 3.3. Requeijão Culinário

Outra variedade de requeijão, desenvolvido com objetivo de atender as necessidade tecnológicas de aplicação para sua utilização em determinados alimentos é o denominado requeijão culinário. Com o crescente surgimento de redes alimentícias que tem como principais produtos os alimentos prontos para consumo, como os restaurantes, indústrias de alimentos congelados, redes de lanchonete e *fast food*, se fez necessário o desenvolvimento de uma nova categoria de produto que apresentasse características específicas.

Estas indústrias, bem como os comércios alimentícios, utilizam o requeijão culinário como ingrediente em seus produtos, pois suas características atendem estes mercados, devido ao seu *flavour* mais acentuado, capacidade de suportar altas temperaturas de cocção (180°C a 200°C por 30 a 40 min) e não apresentar derretimento excessivo ou escurecimento quando utilizados como cobertura. É notável que este produto possua bom

desempenho de mercado, sendo amplamente utilizado em pizza, salgados, massas e lanches. (FOX et al, 2000).

O processamento do requeijão culinário se assemelha ao dos queijos processados também chamados de queijos fundidos, abrangendo a formulação, homogeneização, fusão da massa e resfriamento. Sua formulação envolve a seleção do tipo correto e da quantidade dos queijos, sais emulsificantes, água e demais ingredientes. Além disso, como faz parte da categoria de análogos de queijo, no requeijão culinário podem ser adicionados ingredientes não lácteos como a gordura vegetal, amido e proteínas de outras fontes. A etapa de homogeneização é influenciada pelo conteúdo de gordura da mistura, pelo tipo de equipamento utilizado e pelas características que se deseja obter no produto final. A fusão da massa, assim como, no processamento de requeijão cremoso ocorre através do tratamento térmico com agitação constante. No processamento em batelada o binômio tempo e temperatura variam de 70 – 95°C por 4 a 15 min. Em equipamentos contínuos, a mistura é homogeneizada e aquecida a 80 – 90°C em misturador a vácuo, em seguida a massa é bombeada através de trocadores de calor e aquecida a 130 – 145°C por poucos segundos e resfriada a 90 °C para ser embalado (FOX et al., 2000; VAN DENDER et al., 2014).

O requeijão culinário, no geral, apresenta pH entre 5,4 – 5,7, extrato seco total de 39 a 41%, gordura de 26 – 28%, gordura no extrato seco de 64 a 71% e teor NaCl de 0,6 – 1,0%. Este produto possui propriedades organolépticas como sabor picante remetendo ao creme maturado, cor amarelo palha, bem pálido e opaco; odor característicos, textura fina, curta e sem filamentos e consistência firme (CRUZ et al., 2017).

### **3.4. Cobertura Culinária**

Os produtos denominados como cobertura para pizza, cobertura culinária ou no termo inglês “analogue pizza cheese”, podem ser considerados uma alternativa promissora ao requeijão culinário. Esse produto vem ganhando popularidade entre os análogos de queijo, uma vez que, o seu custo de produção é relativamente menor devido à utilização de ingredientes mais baratos (BACHMANN, 2001).

A cobertura culinária ou cobertura para pizza é um produto que apresenta grande semelhança aos queijos processados. O fator que difere esses dois produtos é ausência do queijo na formulação da cobertura culinária, apesar de que, em alguns casos, o queijo pode estar presente em pequenas porcentagens como agentes flavorizantes. A típica formulação das coberturas culinárias inclui caseinato, amido, óleos e/ou gorduras vegetais, sal emulsificante,

cloreto de sódio, água e outros ingredientes opcionais como o corante e aromatizante. (FOX et al., 2000; VAN DENDER, et al., 2014).

### **3.5. Parâmetros Regulatórios: Considerações sobre o uso de ingredientes não lácteos.**

No Brasil, a Portaria nº 146, de 7 de março de 1996 – MAPA define os conceitos legais para queijos enquanto que a Portaria nº 359, de 04 de setembro de 1997 – MAPA define os conceitos para o requeijão, nos dois casos fica estabelecido que os respectivos nomes sejam reservados aos produtos cuja a base láctea não contenham gordura e/ou proteína de origem não láctea. Quando os regulamentos técnicos entraram em vigor, já eram fabricados no Brasil produtos que utilizavam gordura vegetal como ingrediente, que não está previsto nas respectivas portarias (BRASIL, 1997a; BRASIL, 1996).

Por outro lado, embora esse ingrediente não constasse nas portarias supracitadas, o mesmo estava mencionado no Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA) para Requeijão do Norte no Artigo 613, parágrafo 1: “Permite-se a adição de gordura vegetal ou animal misturadas ou não à manteiga em proporções aprovadas pelo DIPOA (Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal) (BRASIL, 1980). A rotulagem do produto indicará a % das gorduras estranhas adicionadas”. Desta forma, havia certa contradição entre as regulamentações fazendo com que a utilização de gorduras vegetais fosse de certa forma, regulamentada.

Por não ser permitido o uso do nome requeijão aos produtos que possuíam em sua formulação matérias-primas de fonte não láctea, os mesmos eram registrados como especialidade, reque’s, compostos ou alimentos à base de requeijão. De acordo com Van Dender et al. (2014), no final de 2005 o MAPA (Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento) possuía cerca de 90 produtos registrados com diferentes denominações como substituto de requeijão. Em novembro de 2005, os técnicos do DIPOA realizaram um amplo estudo dos produtos com as diferentes denominações e convocaram uma reunião com a ABIQ (Associação Brasileira de Indústrias de Queijo) e a ABIA (Associação Brasileira das Indústrias de Alimentos) com intuito de discutir o produto “especialidade láctea”. Este estudo demonstrou que no geral, os ingredientes lácteos, bem como os não lácteos utilizados nos vários produtos eram muito similares, sendo observado também semelhanças no processo de fabricação.

Determinaram então, que estes produtos deveriam ser denominados como “Requeijão com...”, seguido do nome do ingrediente não lácteo. Sendo assim, foi publicado

um ofício circular do DIPOA/SDA n° 45 o qual suspende a aprovação do termo “especialidades lácteas” sendo estipulado um prazo para que as indústrias fizessem as alterações de rotulagem. Complementarmente, foi incluído na Instrução Normativa n° 22, de 24 de novembro de 2005 do MAPA o artigo 9 – “Casos Particulares”, que diz:” quando no processo tecnológico do produto de origem animal for adicionado gordura vegetal, devem ser indicado no painel principal do rótulo logo abaixo do nome do produto, em caracteres uniformes em corpo e cor sem intercalação de dizeres ou desenhos, letras em caixa alta e em negrito, a expressão: Contém Gordura Vegetal. Sendo considerado o mesmo feito para adição de amido (DIPOA/SDA, 2005; BRASIL, 2005).

Com relação à “Cobertura Culinária” ou “Cobertura Para Pizza”, os órgãos legisladores do Brasil não permitem associar este produto ao nome de queijo. Porque, de acordo com os órgãos regulamentadores, este produto não apresenta similaridade tanto nos ingredientes como no processo de fabricação, com o queijo mozzarella que também é chamado de “pizza cheese”. No entanto, o Brasil não possui uma legislação para os análogos de queijo. Desta forma, segundo Van Dender et al. (2014) as indústrias que não cumprirem os padrões de umidade ou de sólidos lácteos necessários ou optar por adicionar aditivos BPF (aditivos alimentares autorizados segundo as Boas Práticas de Fabricação), previstos por lei, mas não previstos no Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade (RTIQ) do produto, poderão registrar o seus produtos análogos, porém com outro nome, como por exemplo: alimento ou produto á base de..., cobertura ou mistura.

O FDA (*Food and Drugs Administration*), órgão legislador nos Estados Unidos, classificam os análogos de queijo de acordo com os componentes de gordura e/ou proteína de fontes lácteas ou não lácteas. Sendo que os análogos lácteos são produzidos utilizando proteína do leite e gordura da manteiga, os análogos lácteos parciais utilizam proteínas lácteas e óleo vegetal e os análogos não lácteos utilizam proteína e óleos vegetais. No regulamento sobre rotulagem de alimentos embalados (Code of Federal Regulations 101.3 – FDA), o FDA classifica os análogos de queijo como imitação ou substituto. É considerado como substituto se não for nutricionalmente inferior ao produto original, e imitação se o mesmo substituir e representar o queijo original, mas for nutricionalmente inferior (FDA, 2016).

### **3.6. Matérias-primas utilizadas em análogos de queijo e suas principais funções nas características do produto final.**

Dentre as principais matérias-primas utilizadas na elaboração de análogos de queijo, bem como a cobertura culinária, podemos citar as fontes de proteína (caseína ou caseinatos, isolado proteico e concentrado proteico do soro de leite), fontes lipídicas (gordura parcialmente hidrogenada, óleos vegetais) sais fundentes, amido, água e outros ingredientes que podem ser utilizados com o intuito de conferir sabor, textura, aumento da vida útil, e principalmente reduzir o custo de produção, sendo eles: flavorizante, corante, emulsificante, vitaminas, fibras alimentares, goma, etc. (GUINEE, 2011).

#### **3.6.1 Proteínas**

Para a fabricação de análogo de queijo, bem como cobertura culinária, os componentes proteicos do leite mais utilizados são os caseinatos e os derivados do soro. Há também aplicação de proteínas de fonte vegetais, como, por exemplo, proteína de soja.

#### **Caseinatos**

As caseínas, componentes naturais do leite, são separadas por coagulação, utilizando hidrólise seletiva (enzimas - coalho) ou ajuste do pH ao ponto isoelétrico (ácidos - 4,6 a 4,9). Após a coagulação, a coalhada é separada do soro do leite (lavada para remover o soro residual), pasteurizada, concentrada em centrífuga e seca até umidade 10% (GUINEE, 2016). A caseína de coalho é triturada para obtenção de produtos em pó com diferentes tamanhos médios de partículas. A precipitação ácida resulta na obtenção da caseína ácida, sendo convertida em caseinatos por meio da associação com metais como cálcio ou sódio.

A conversão da caseína ácida em caseinato de sódio ou cálcio melhora sua funcionalidade. Este processo envolve o tratamento da coalhada ácida (~40% de umidade) com água, formação de uma pasta (~75% de umidade), seguida da adição de um álcali e aumento do pH para valores de 6,8 a 7,0 e para finalizar o processo, realiza-se o aquecimento e secagem. O tipo de caseinato depende do tipo de alcali, por exemplo, NaOH para caseinato de sódio e  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  para caseinato de cálcio. O caseinato de sódio é altamente dispersível e forma soluções altamente viscosas em concentrações >15% (p/p) de proteína; da mesma forma, o caseinato de cálcio é prontamente dispersível, mas não tão solúvel quanto o caseinato de sódio (MIRALLES, et. al., 2006).

Os caseinatos são ingredientes amplamente utilizados na indústria alimentícia em vários produtos para melhorar suas propriedades físicas e funcionais, tais como formação de

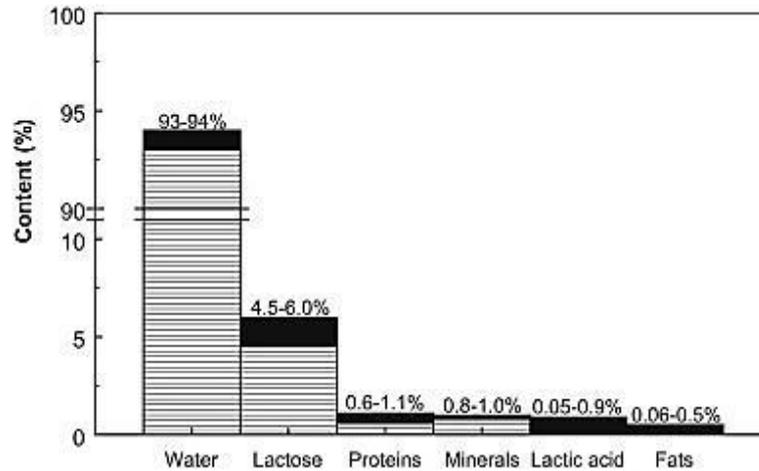
espuma, espessamento, emulsificação, textura e, o mais importante, para melhorar seus níveis nutricionais. Nos análogos de queijo, estes componentes tem um papel de estabilizar a emulsão óleo-água e também aumentar a viscosidade da fase aquosa. Outros benefícios tecnológicos têm sido observados em análogos de queijo contendo caseinato, entre eles pode-se citar um maior rendimento e capacidade de fusão em queijo imitação de Mozzarella, além de menores perdas de umidade durante o envelhecimento (LOBATO-CALLEROS, et al., 2000) e o aumento da força do gel em queijo fresco (KELLY & O'KENNEDY; 2001). No caso do queijo processado, a adição de caseinato melhora a consistência do produto final.

A escolha do caseinato utilizado como fonte proteica irá influenciar nas propriedades reológicas e funcionais do produto que se deseja obter. O caseinato de sódio é frequentemente utilizado com a função de estabilizante e emulsificante, dependendo do segmento a ser utilizado. Na indústria de produtos lácteos, sua aplicação em iogurtes e bebidas lácteas fermentadas melhora cremosidade e reduz a sinérese no produto final. Sua aplicação em análogos de queijos, principalmente do tipo espalhável, proporciona características como: pH mais elevado, menor firmeza, maior grau de emulsificação de gordura e maior grau de desagregação da caseína (RANADHEERA, et al., 2016; GUINEE, et al., 2004).

O caseinato de cálcio possui baixo teor de lactose e gorduras, apresenta menor solubilidade e menor poder emulsificante pelo fato de que, o cálcio ligado à micela de caseína reduz a sua afinidade com a água, sendo necessária a utilização de sais emulsificantes. Na produção de queijos processados, o caseinato de cálcio pode ser utilizado como substituto parcial ou total da massa base. Outras fontes de proteína também podem ser utilizadas, como o paracaseinatos de cálcio, que é obtido a partir do processo de coagulação enzimática, que confere melhor sabor ao produto e possui maior estabilidade na estocagem (CUNHA, 2007; GUINEE, 2011).

### **Proteínas obtidas a partir do soro do leite.**

O soro de leite representa de 80 a 90% do volume total do leite utilizado durante a produção de queijos. Este subproduto obtido a partir da produção queijos é composto de 93–94% de água e dos seguintes nutrientes do leite original: lactose, proteínas solúveis, minerais, ácido lático e gorduras (ver figura 3). Os componentes mais importantes do soro são as proteínas solúveis (0,6 a 0,8%, p/v) que representam 20% das proteínas totais do leite (MOLLEA et al., 2013; CARVALHO, et al., 2012).



**Figura 3.** Componentes do soro de queijo (o padrão escalável representa o valor mínimo e o padrão sólido preto representa o valor máximo) (CARVALHO, et al., 2012).

As proteínas do soro têm características únicas. Além de sua grande importância nutricional (fornecer aminoácidos essenciais), elas exibem propriedades químicas, físicas (formação de gel, estabilidade de espuma e retenção de água), fisiológicas (úteis em terapias, incluindo ações antimicrobianas e antivirais, estimulação do sistema imunológico e atividade anti-carcinogênicas), funcionais (crescimento e reparo celular), e características tecnológicas. Com base nessas propriedades, proteínas individuais e concentrados proteicos de soro foram incorporados na formulação de alimentos pela indústria (TAVARES, MALCATA, 2016).

Dentre os produtos obtidos a partir do soro do leite podemos citar o concentrado proteico do soro (*whey protein concentrate* – WPC) e o isolado proteico do soro (*whey protein isolate* – WPI). A diferença entre ambos está no grau de concentração de proteínas. O concentrado proteico de soro de leite tem uma quantidade de proteínas que vai desde 34% a 88%, sendo os mais comuns comercializados com teores de proteínas de 35%, 50%, 60, 75% e 80%. O isolado proteico de soro de leite é obtido pela remoção de todos os constituintes não proteicos de soro, de modo que o produto acabado contenha uma concentração de proteínas não inferior a 90% (MOREIRA et al, 2017).

As proteínas do soro são caracterizadas por propriedades tecnológicas interessantes devido às suas características físicas, químicas e estruturais. Os concentrados ou isolados proteicos de soro são valiosos como ingredientes alimentares pela alta solubilidade em ampla faixa de pH. Essa propriedade permite sua aplicação, por exemplo, em bebidas como suplemento para esportistas, com possibilidade de fornecimento de proteínas em quantidades similares às contidas em uma refeição diária (BACENETTI et al, 2018).

A capacidade das proteínas do soro de absorver água e as características de formação de géis capazes de reter água, lipídios e outros componentes, permite sua aplicação como ingredientes em produtos assados e carnes processadas. Elas proporcionam propriedades de textura sendo amplamente utilizada em produtos lácteos e de panificação. Como emulsificante, os concentrados proteicos de soro encontram ampla aplicação na formulação de molhos para saladas, cremes artificiais de café, bebidas nutricionais e sopas. Outro aspecto é a sua propriedade espumante, que depende principalmente do grau de desnaturação da proteína (REBOUILLAT e ORTEGA-REQUENA, 2015).

### **Concentrado proteico do soro (*Whey Protein Concentrate*)**

O WPC é considerado um ingrediente promissor para utilização em produtos lácteos por proporcionar características de moldagem, untabilidade, flavor e corpo. Sua aplicação em análogos de queijo do tipo processado demonstra boas propriedades de textura e aceitação sensorial. Seu uso tem como principal função a substituição parcial da massa de queijo. A substituição parcial da massa por um ingrediente com estoque e preço mais estável durante o ano todo é bem interessante, principalmente quando está relacionada a um ingrediente derivado da fabricação do queijo. O WPC também vem sendo utilizado como substituto de gordura em produtos lácteos (por exemplo, requeijão) uma vez que o mesmo proporciona propriedades sensoriais importantes, tornando o produto mais atrativo ao consumidor (ALVEZ, 2014).

A concentração do WPC também influencia em suas propriedades tecnológicas com relação à aplicação em alimentos. Por exemplo, o WPC contendo 34–35% de proteína (WPC35) possui boas propriedades de emulsificação, é altamente solúvel e tem um sabor lácteo suave. Este produto é utilizado na fabricação de iogurte, queijo processado, fórmulas infantis, várias aplicações em panificação, em ensopados e molhos. O WPC com cerca de 80% de proteína (WPC80) tem um teor de carboidratos inferior, quando comparado com o WPC35, e é caracterizado por boas propriedades de gelificação, emulsificação e formação de espuma. O WPC80 é um excelente ingrediente para nutrição esportiva e produtos de controle de peso, bem como para produtos de carne, graças à sua alta força de gel e boas propriedades de retenção de água (BACENETTI et al., 2018).

Em análogos de queijo, devido ao menor custo, o WPC é utilizado como substituinte (parcial ou total) do caseinato. No estudo realizado por Sołowiej et al. (2014) foi avaliado a influência da adição de produtos derivados da proteína (de 1 a 3%) do soro (WPI

94% e WPC 80%) em análogos de queijo processado utilizando caseinato de coalho como ingrediente em taxa de adição de 10 a 13%. Em comparação com as amostras obtidas utilizando apenas o coalho, os queijos análogos com derivados do soro do leite demonstraram um aumento progressivo na dureza e aderência, porém com uma menor capacidade de derretimento. De acordo com os autores, os análogos de queijo com proteínas do soro eram bons para triturar, mas com propriedades de fusão inferiores.

### **Isolado Proteico do Soro (Whey Protein Isolate)**

O WPI é considerado um produto de alto valor agregado de soro de leite, sendo obtido através da eliminação dos constituintes não proteicos do soro do leite. Por conseguinte, o seu teor de proteína é superior a 90%. As proteínas presentes no WPI são principalmente  $\beta$ -lactoglobulinas ( $\beta$ -LG) juntamente com outras proteínas do soro, como  $\alpha$ -lactalbumina e albumina sérica bovina. A composição típica do isolado proteico do soro de leite é 90 a 92% de proteína, 0,5 a 1% de lactose, 0,5 a 1% de lipídios e 2 a 3% de cinzas.

Na indústria de alimentos ele é utilizado como estabilizador de iogurte, texturizador de molhos, além de ser uma alternativa ao ovo, além da aplicação como suplementos para esportistas, onde a gordura e outros constituintes não-proteicos são indesejáveis. O WPI também foi investigado para uma variedade de aplicações farmacêuticas. Por exemplo, comprovou-se que um produto de WPI patenteado chamado Immunocal aumenta o efeito citotóxico de drogas anticâncer. Devido seu alto custo, o isolado proteico do soro de leite não é usualmente utilizado em análogos de queijo uma vez que, os análogos têm como principal objetivo a redução de custo (FRENZEL & STEFFEN-HEINS, 2015; TETRA PAK, 2018).

### **Proteínas de fonte vegetal**

As proteínas do leite podem ser substituídas por fontes vegetais. Vários estudos, principalmente na década de 1980 e 1990, foram realizados para avaliar o uso de proteínas vegetais mais acessíveis (BACHMANN, 2001). Isolados de amendoim, semente de algodão e isolados de proteína de soja ou em mistura com caseinatos mostraram um sucesso limitado, devido à qualidade inferior dos análogos de queijos (FOX et al., 2017a; MOUNSEY e O RIORDAN, 2008). Essas proteínas conferem ao produto sabor indesejável, além de não proporcionar textura que normalmente é conseguida utilizando caseína ou caseinato (BACHMANN, 2001). Geralmente, proteínas vegetais em níveis de substituição superiores a

20% causaram problemas de textura, falta de elasticidade, dureza reduzida, corpo pegajoso (CHAVAN e JANA, 2007; GUINEE, 2016).

### **3.6.2. Amido**

O amido e os hidrolisados de amido constituem a maior parte dos carboidratos digeríveis da dieta. O amido distingue-se entre os carboidratos por ocorrer na natureza, em partículas denominadas de grânulos. A forma não modificada do amido tem uso limitado na indústria de alimentos. Os grânulos sem modificação se hidratam facilmente, incham rapidamente, se rompem, perdem viscosidade e produzem pasta com pouco corpo e muita coesão. Para conferir uma melhora da sua capacidade espessante, o amido é submetido ao processo de cozimento sob agitação, adquirindo uma dispersão de alta viscosidade que pode ser chamado de goma (FENNEMA, 2010). O amido utilizado em alimentos deve apresentar propriedades específicas como a resistência a retrogradação e condições de processos como o alto cisalhamento que podem deteriorar a estrutura do gel.

#### **Amido Modificado**

A produção de amidos modificados é uma alternativa que vem sendo desenvolvida há algum tempo com o objetivo de superar uma ou mais limitações dos amidos nativos, e assim, aumentar a utilidade deste polímero nas aplicações industriais. Os amidos modificados se destacam como ingredientes, pois apresentam características importantes como agentes de textura, capacidade de resistir às variações de temperatura, controle de umidade, estabilidade na vida útil, estabilização de emulsões, composição de embalagens, utilização como substitutos de matérias-primas em escassez/alto custo ou demais necessidades tecnológicas (SILVA, 2006; FIB, 2015; ZHU, 2018).

Entre os principais processos de modificação do amido podem-se citar os obtidos por tratamento térmico (processo físico), processos químicos (que utilizam reagentes específicos para alterar a estrutura das macromoléculas de amido), e enzimáticos. Os métodos de modificação física incluem: secagem em tambor, cozimento por extrusão, secagem por atomização, radiação, sonicação, recozimento e tratamento com alta pressão hidrostática (KAUR e SINGH, 2016).

Já os processos químicos mais utilizados são: oxidação, hidrólise ácida, cross-linking e esterificação. A oxidação consiste no aquecimento da suspensão aquosa de amido em uma solução oxidante como, por exemplo, persulfato de amônio, ácido peracético,

hipoclorito de sódio e de cálcio, entre outros. Desse processo origina uma pasta branca, fluída e adesiva, que não forma um gel rígido após o resfriamento. Amidos obtidos por hidrólise ácida apresentam baixa tendência a espessamento durante o processamento térmico e alta capacidade de gelificação após resfriamento. Em alimentos, apresentam um bom desempenho para baixa viscosidade, textura lisa e formação de gel. O *cross-linking* é realizado para controlar a textura, proporcionar tolerância ao aquecimento, acidez e cisalhamento. Conseqüentemente, proporciona uma maior flexibilidade com relação as formulações, processamento e vida de prateleira. Por meio do processo de esterificação ocorre a conservação das cadeias de amilose separadas após o cozimento, prevenindo assim, a retrogradação. Como resultado, o amido apresenta uma resistência a vários ciclos de congelamento-descongelamento (FIB, 2015; KAUR e SINGH, 2016).

Na modificação enzimática, a hidrólise seletiva de amido gelatinizado/granulado é realizada com enzimas de degradação, tais como  $\alpha$ -amilase, isoamilase, e pululanase. Os principais produtos modificados por enzimas são as dextrinas lineares, xaropes de alto teor de frutose, xaropes de glicose, dextrose, maltodextrinas e ciclodextrinas. Uma das vantagens da aplicação desse processo, são as condições mais brandas de temperatura e pH, uma vez que não há tratamento químico envolvido (KAUR e SINGH, 2016).

Na produção de análogos de queijo processado, o amido tem como função absorver a água que por sua vez, produz uma massa que se mantém estabilizada quando submetidas tanto ao resfriamento quanto ao aquecimento. A presença do amido nesses produtos proporciona um maior rendimento, redução de custo e confere melhores características tecnológicas adequadas (GUINEE, 2002; RODRIGUES, 2006; VAN DENDER, et. al., 2014). Em um estudo feito por Sobral (2007), foi avaliado a utilização do amido em formulações de requeijão culinário e observando uma melhora no desempenho deste produto nos ensaios de derretimento.

### **3.6.3. Sal Fundente**

Os sais fundentes ou sais emulsificantes são produtos de grande importância na tecnologia de queijos processados. Eles atuam na textura e sabor do produto e contribuem para segurança microbiológica. No processo de fusão dos queijos processados os agentes emulsificantes exercem diferentes funções como a remoção do cálcio do sistema proteico, solubilização e dispersão da proteína, hidratação, estabilização do pH e formação de novas estruturas proteicas. De modo geral, a propriedade de fusão da massa consiste na capacidade

em que as partículas de queijo possuem em unir-se uniformemente quando submetidas ao aquecimento formando uma fase contínua.

A quantidade de sal fundente utilizada nas formulações é calculada em relação à matéria prima a ser fundida e ao seu teor de caseína intacta. Na prática, a quantidade necessária varia de 2,5 a 3,5%. Porém, devido às variações nas características da matéria prima (extrato seco, proteína, gordura, acidez, idade e maturação) pode ser vantajoso à modificação da quantidade estipulada para obtenção do produto que se deseja. Apesar de muitas possibilidades teóricas, apenas os diferentes tipos e combinações de sais de ácido fosfórico e ácido cítrico tem importância em aplicações técnicas (VAN DENDER, et. al., 2014).

#### **3.6.4. Água**

A água é um ingrediente indispensável no processamento dos queijos fundidos, bem como nos análogos e cobertura culinária. A água é adicionada a massa para dissolver o sal, produzir uma boa dispersão da caseína, além de formar uma emulsão com a gordura por meio das proteínas. Deve ser pura, de boa qualidade, filtrada e tratada, livre de metal pesado, sem odor e livre de contaminação bacteriana. Sua adição pode ser de uma só vez, no início do processo de fusão, ou em duas porções, ou seja, parte no início e o restante, próximo ao final do processo de fusão, quando a temperatura, atingir 85°C. Quando se adiciona a água parcialmente a absorção da caseína é acelerada, visto que o sal fundente encontra-se mais concentrado. A quantidade de água a ser usada é calculada a partir do extrato seco da matéria-prima e do produto final (FERNANDES, 1981; MEYER, 1973).

#### **3.6.5. Bases lipídicas**

As fontes de gordura utilizadas nos queijos processados são de origem láctea como, por exemplo, o creme de leite, gordura anidra do leite ou *butter oil*, que podem ser substituídos nos análogos de queijo por óleos e gorduras de fonte vegetal que são desenvolvidos para conferir propriedades funcionais desejadas. A gordura, até o momento, é considerada como um dos ingredientes mais importantes nesses produtos, pois conferem boas características de *mouth feel*, aparência e estabilidade (O'BRIEN, 2009).

#### **Gorduras técnicas**

As indústrias de alimentos vêm explorando a décadas os processos de modificações lipídicas para obtenção de produtos com características específicas para

determinadas aplicações. Essas gorduras são obtidas através das técnicas conhecidas como hidrogenação, fracionamento e interesterificação (WASSELL et al., 2010). Para a escolha da gordura a ser utilizada é necessário levar em consideração alguns fatores importantes como a sua disponibilidade, propriedades funcionais e nutricionais, resistência à oxidação e custo.

### **Gordura Parcialmente Hidrogenada.**

A gordura parcialmente hidrogenada é amplamente utilizada como fonte lipídica no desenvolvimento de coberturas culinárias. Esta gordura é obtida através do processo de hidrogenação catalítica, um processo de modificação lipídica que altera a estrutura básica dos componentes dos óleos e gorduras (O'BRIEN, 2009). Esta técnica tem por objetivo alterar as características de fusão de óleos e gorduras, conferindo plasticidade à base lipídica, aumentando a resistência à oxidação e melhorando o prazo de validade e o sabor (ZHAO et. al.. 2018).

A hidrogenação parcial de óleos vegetais é obtida a partir da adição de moléculas de hidrogênio às duplas ligações, na presença de um metal catalisador, resultando na saturação total ou parcial das duplas ligações. Quando se utiliza o processo parcial, ocorre de modo inevitável, a isomerização geométrica ou isomerização posicional, resultando na formação de isômeros *trans* e conseqüente redução da quantidade de ácidos graxos essenciais. A saturação completa das duplas ligações (total) resulta em produtos com pontos de fusão muito alto, normalmente inadequados para uso em alimentos, por isso a hidrogenação parcial é a mais empregada, apesar da geração de ácidos graxos *trans* (KUMMEROW, 2005; RIBEIRO, 2009; WASSELL et al., 2010).

Os ácidos graxos com isomeria *trans* podem ser definidos de acordo com o *Codex Alimentarius*, com todos os isômeros geométricos de ácidos graxos monoinsaturados e poli-insaturados contendo dupla ligação carbono-carbono na configuração *trans* não conjugada e interrompida por pelo menos um grupo metileno (FAO/WHO, 2005). Aproximadamente 90% dos ácidos graxos *trans* presentes nos alimentos origina-se da hidrogenação parcial, no entanto, o seu consumo excessivo é considerado prejudicial à saúde, aumentando o risco de aterosclerose, doenças cardiovasculares, além da crescente prevalência da obesidade (ZHAO, 2018; MAGRI, et al., 2015).

## **Gordura Interesterificada**

A tecnologia de interesterificação de óleos e gorduras comestíveis é a atual alternativa adotada pela indústria de alimentos para produzir gorduras comerciais livres de ácidos graxos *trans* e melhorar as propriedades físicas de óleos e gorduras. (DINÇ et al., 2011; FAUZI et al., 2013 ). Essa técnica consiste na modificação de óleos e gorduras através da redistribuição dos ácidos graxos nas moléculas dos triacilgliceróis, resultando na modificação da composição triacilglicerídica.

Dentre os processos de interesterificação, podemos citar o método químico e o enzimático. Na interesterificação química, catalisadores tais como metóxidos ou etóxidos alcalinos, ou metais podem ser usados para induzir o processo randômico, nos quais os ácidos graxos são redistribuídos na molécula do glicerol. Na maioria dos casos, este processo é realizado em modo descontínuo e compreende os seguintes passos de reação: secagem da gordura sob vácuo; interesterificação subsequente à temperatura de 50 a 120°C com metóxido de sódio como catalisador; inativação pela adição de ácido cítrico; remoção dos sabões formados e do catalisador com água; remoção de água residual sob vácuo; branqueamento e desodorização para remover ácidos graxos livres residuais e éteres metílicos. (KELLENS e CALLIAUW, 2013).

O método enzimático consiste na utilização lipases como catalisadores. O uso de enzimas específicas possibilita incorporar um ácido graxo desejado em uma posição específica da molécula de glicerol. Lipases específicas são de considerável interesse, pois elas hidrolisam as ligações ésteres na posição sn-1 e sn-3, enquanto os ácidos graxos na posição sn-2 (que são, na maioria dos casos, insaturados) permanecem inalterados. Embora este método apresente vantagens como as condições mais estáveis e regioespecificidade, a interesterificação química ainda apresenta menores custos e por isso é mais utilizada. Sendo assim, o método enzimático é utilizado para produtos de alto valor agregado como, por exemplo, substitutos da manteiga de cacau (CHAVES, 2018; ROHM et al., 2018).

## **Fracionamento**

O fracionamento também se apresenta como um método de modificação e obtenção de gorduras técnicas. De modo geral, consiste em um processo físico onde os trigliceróis são separados em duas frações através da cristalização parcial, seguida de uma separação por filtração das fases sólidas e líquidas. A fase líquida, rica em ácidos graxos insaturados, chamada de oleína é caracterizada por seu baixo ponto de fusão, enquanto que a

fase sólida, rica em ácidos graxos saturados, chamada de estearina apresenta, conseqüentemente, um ponto de fusão mais elevado. As etapas básicas do processo de fracionamento consistem na homogeneização, onde o óleo é submetido ao aquecimento em temperatura superior a de fusão do seu componente de maior ponto de fusão; a cristalização, onde o óleo é resfriado em condições controladas, a uma temperatura abaixo do ponto de fusão da fração a ser separada; finalizando pela separação, onde o óleo passa por processo de separação dos cristais via seca ou por via úmida (REYES-HERNÁNDEZ et al., 2007; ORDONEZ et al. 2005).

Uma das principais aplicações do fracionamento está no óleo de palma, onde milhões de toneladas de óleo são fracionados, todos os anos, em diferentes estearinas e oleínas de palma. Na indústria de alimentos, essas frações em combinadas proporções adequadas para cada aplicação podem ser usadas na fabricação de gorduras para fritura, panificação, biscoitos, sorvetes e as formulações de gorduras (SILVA, 2007).

### **Óleos vegetais**

Embora os óleos não apresentem características de plasticidade, seu uso como substituto de gordura do leite e gorduras técnicas em análogos de queijo vem sendo estudado. As principais fontes utilizadas são óleo de soja, óleo de palma, óleo de canola e óleo de girassol (GUINEE, 2016). Seus benefícios funcionais, redução de custos e as alegações de saúde (ausência de ácidos graxos *trans* e redução de saturados) são responsáveis pela aplicação nesses produtos.

Em um trabalho realizado por Budiman e colaboradores (2000) foi estudada a substituição da gordura do leite por óleo vegetal onde se observou que as amostras produzidas com óleo possuíam textura mais macia e uma menor elasticidade. Em um segundo estudo, foi avaliado o efeito de diferentes tipos de gordura (*butter oil*, óleo de soja e gordura hidrogenada de soja) e suas propriedades reológicas e microestruturais em análogos de queijo, onde a textura foi afetada tanto pela quantidade como pela característica da gordura utilizada, foi observado também, que a distribuição dos glóbulos de gordura variou de acordo com a fonte lipídica utilizada (LOBATO-CALLEROS et al., 1997). No trabalho realizado por Shabani et al., (2016) foram produzidos análogos de queijos espalháveis com substituição da gordura do leite por óleo de girassol. Pôde-se observar que a substituição parcial do creme de leite (até 50%) pelo óleo de girassol levou a um aumento da adesividade, lubrificação e espalhabilidade, ao mesmo tempo, ouve uma diminuição da dureza no queijo.

Devido à baixa estabilidade oxidativa dos óleos vegetais, a sua utilização como fonte única de lipídios em análogos de queijos processados se torna limitada uma vez que, estes produtos apresentam em sua composição um elevado percentual de umidade. Uma alternativa para aplicação desses óleos vegetais são suas formas mais estáveis obtidas através da modificação genética de sementes oleaginosas com baixos teores de ácidos graxos polinsaturados, ou seja, óleos com alto teor de ácido oleico. O óleo de girassol alto oleico (*High Oleic Sunflower Oil*) demonstra ser uma boa opção para usos industriais em alimentos, onde o mesmo vem sendo explorado como ingrediente de fórmulas infantis, margarinas, produtos de panificação, além da fabricação de produtos cosméticos e farmacêuticos (SÁNCHEZ-MUNIZ e BENEDÍ, 2016).

#### **Óleo de girassol alto oleico (*high oleic sunflower oil*).**

O óleo de girassol regular tem aproximadamente 70% de ácido linoleico (MEYDANI et al., 1991) e é altamente suscetível à oxidação lipídica (SMITH, KING e MIN, 2006). A modificação genética do óleo de girassol, para diminuir o teor de ácido linoleico e aumentar o ácido oleico teve como principal objetivo melhorar a estabilidade oxidativa durante o armazenamento e/ou em processamentos de alimentos, bem como favorecer os benefícios para a saúde. O óleo de girassol alto oleico foi desenvolvido por pesquisadores russos que usam mutagênese química e cruzamentos seletivos de girassol (*Helianthus annuus*) com o objetivo de obter uma variedade de sementes estáveis às condições climáticas e com alto teor de ácido oleico. A composição típica do óleo de girassol alto oleico é 3-5% de ácido palmítico, 2-6% de ácido esteárico, ácido oleico a 75-88% e menos de 1% de ácido linolênico, o que garante estabilidade oxidativa dez vezes maior do que a soja, canola e óleo de girassol regulares. Além disso, a distribuição regiospecífica do óleo de girassol alto-oleico é diferenciada, com uma alta proporção de ácido linoleico no sn-2, o que também justifica sua alta estabilidade ao processo de oxidação (GROMPONE, 2005).

Devido sua composição, estudos vêm demonstrando as excelentes propriedades nutricionais desse óleo, especialmente no que diz respeito ao metabolismo do colesterol. Yodice (1990) realizou um estudo onde foi oferecida uma dieta com ingestão de óleo de girassol alto oleico. Pôde-se observar que, quando o nível de monoinsaturados é de pelo menos 50% do total de insaturados ou maior, ocorre uma diminuição no colesterol e no LDL, mantendo os níveis benéficos de HDL. Ashton, Best e Ball (2001) relataram que o consumo

de óleo de girassol alto oleico pode diminuir o risco de doenças cardiovasculares, diminuindo a suscetibilidade à oxidação das lipoproteínas de baixa densidade (LDL).

O óleo de girassol alto oleico é considerado uma matéria-prima *premium*, usado em aplicações alimentares que requerem o uso de óleo líquido com excepcional estabilidade oxidativa. Possui um sabor e aroma neutro, devido ao seu alto potencial de aplicação em alimentos, cosméticos e produtos farmacêuticos (GROMPONE, 2005).

### **3.7. Aspectos Nutricionais Sobre os Ácidos Graxos *Trans*.**

Ao longo da última década os consumidores estão cada vez mais conscientes da importância de manter um aporte nutricional adequado. A preocupação dos consumidores em relação aos alimentos com elevados índices calóricos, fez com que a indústria trabalhasse no desenvolvimento de produtos que oferecessem melhores propriedades nutricionais. Na produção desses alimentos, busca-se a redução de ingredientes que são considerados vilões na dieta humana, entre eles estão a gordura saturada, cloreto de sódio (sal de cozinha) e o açúcar.

Desenvolver alimentos que possuem em sua formulação ingredientes que ajudam a reduzir o risco de doenças, como no caso da substituição da gordura animal por óleos vegetais, é considerada uma alternativa promissora. No entanto, muitos desses ingredientes como, por exemplo, a gordura conferem ao produto propriedades importantes como, aparência, textura, sabor, características de fusão, entre outros (BACHMANN, 2001).

Como visto anteriormente, nas formulações de análogos de requeijão culinário ou coberturas culinárias, a gordura vegetal parcialmente hidrogenada pode ser considerada como fonte principal ou parcial de lipídios. No entanto, um dos principais efeitos do processo de hidrogenação parcial de gorduras insaturadas é a formação de ácidos graxos com isomerismo *trans*, um composto prejudicial à saúde. Segundo Dhaka et al. (2011), estima-se que 80% da gordura *trans* da dieta provenha de óleos e alimentos processados, enquanto 20% provêm de fontes de origem animal, cuja formação ocorre naturalmente, através do processo de biohidrogenação na flora microbiana do rúmen.

Os ácidos graxos *trans* (AGT) possuem uma forma tridimensional similar aos ácidos graxos saturados e vem sendo associados a uma série de doenças crônicas. Estudos já consolidados relacionam a ingestão de AGT com o surgimento de doenças cardiovasculares, em virtude do aumento de triglicerídeos e colesterol séricos devido aos maiores níveis de LDL, causando um efeito similar à saúde quando comparado aos ácidos graxos saturados (MOZAFFARIAN et al., 2006). Os isômeros *trans* provocam a diminuição da lipoproteína de

alta densidade (HDL) desta forma, a relação LDL/HDL é afetada negativamente em comparação com a modificação causada apenas pelos ácidos graxos saturados. Há pesquisas que mostram que os ácidos graxos *trans* aumentam a lipoproteína “a” (Lp[a]) e os níveis de triacilgliceróis plasmático que também estão relacionados a doenças cardiovasculares (MENSINK et al., 1992; MENSINK; KATAN, 1990; RIBEIRO, 2009).

Alguns estudos reportam que dietas com AGT exercem um efeito pró-inflamatório direto, o que promove a adesão de leucócitos ao endotélio através da ativação de núcleos dependentes de espécies reativas de oxigênio, gerados a partir desses estímulos inflamatórios. Hirata et al. (2017) relacionaram o consumo de AGT com atividade pró-inflamatória e aterosclerose através de marcadores como a ativação da quinase (ASK1) e regulador do sinal de morte celular (apoptose) induzida pelo ATP extracelular. Descobriu-se que os TFAs aumentaram dramaticamente a apoptose induzida por ATP extracelular, acompanhada de ativação elevada da via ASK1.

O estudo realizado por Pase et al., (2017) teve como objetivo relacionar a ingestão de AGT e ácidos graxos essenciais por gestantes e lactantes, através da suplementação de ratos. Observou-se que a descendência adulta nascida de ratos suplementados com gordura *trans* tanto na gestação quanto na lactação apresentaram comprometimento da memória de curto e longo prazo antes e após a exposição ao estresse. Observou-se que os AGT consumidos durante a gestação passaram pela placenta e pelo leite materno. Tais resultados evidenciaram que o tipo de ácido graxo e o período de desenvolvimento cerebral foram capazes de modificar a incorporação nas membranas neurais do cérebro.

### **3.8 Aspectos Regulatórios Sobre Ácidos Graxos *Trans***

Tendo em vista os aspectos nutricionais negativos associados à ingestão de alimentos que possuem em sua composição ácidos graxos *trans*, diversos países e órgãos internacionais determinaram limites de consumo com o intuito de prevenção dessas doenças.

A OMS (Organização Mundial de Saúde) em 1995 sugeriu a redução da ingestão de AGT a um máximo de 1% do valor energético total diário. Em 2004 a mesma instituição estabeleceu como objetivo a eliminação do consumo de ácidos graxos *trans* produzidos industrialmente (PROENÇA & SILVEIRA, 2012). Em maio de 2018, a OMS lançou um guia denominado REPLACE que apresenta uma estratégia para alcançar a eliminação das gorduras com elevados teores de ácidos graxos *trans* produzidas industrialmente. Acredita-se que a adoção destas estratégias tenha um grande impacto na saúde da população, uma vez que o seu

consumo de gorduras *trans* leva a mais de 500.000 mortes de pessoas com doenças cardiovasculares. A REPLACE fornece seis ações estratégicas para assegurar a eliminação rápida, completa e sustentada das gorduras *trans* produzidas industrialmente a partir da hidrogenação parcial de óleos e gorduras:

***Review*** – Revisão de fontes alimentares de gorduras *trans* produzidos industrialmente e o panorama para a mudança política necessária;

***Promote*** - Promover a substituição de gorduras *trans* produzidas industrialmente por gorduras e óleos mais saudáveis;

***Legislate*** - Legislar ou decretar as medidas regulamentares para eliminar gorduras *trans* produzidos industrialmente.

***Assess*** - Avaliar e monitorar o conteúdo de gorduras *trans* nos alimentos e as mudanças no consumo de gordura *trans* na população.

***Create*** - Criar consciência do impacto negativo de saúde de gorduras *trans* entre os decisores políticos, produtores, fornecedores e o público.

***Enforce*** - Assegurar o cumprimento das políticas e regulamentações (OMS, 2018).

O órgão legislador dos Estados Unidos, FDA (Food and Drug Administration) em 2003, estabeleceu como obrigatório a declaração do teor de ácidos graxos *trans* maiores ou iguais a 0,5g por porção no rótulo dos alimentos. Em 2013, o mesmo determinou que as gorduras parcialmente hidrogenadas não fossem mais “reconhecidas como seguras” (GRAS) para consumo humano, sendo necessária autorização para a inserção deste ingrediente em alimentos processados. Em junho de 2015, após revisões sistemáticas, foi estabelecido que as indústrias que utilizam em seus produtos óleos parcialmente hidrogenados terão um prazo de três anos para se adequar à nova regra a través da reformulação dos seus produtos (FDA, 2015).

No Brasil em 1998, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) através da Portaria 27 regulamentou as Informações Nutricionais Complementares dos alimentos produzidos, embalados e comercializados prontos para oferta ao consumidor (ANVISA, 1998). Em 2003, a RDC nº 360 determinou como obrigatório a declaração do teor de ácidos graxos *trans* por porção nos rótulos de alimentos. De acordo com esta Resolução, quando o teor de ácidos graxos *trans* é igual ou menor que 0,2g por porção, a informação nutricional pode ser expressa como “zero” ou “livre” (ANVISA, 2003).

Em 2012 este regulamento foi modificado através da RDC n° 54 onde estabelece que os alimentos embalados e comercializados no Mercosul (Mercado Comum do Sul) devam apresentar informação nutricional complementar clara com o objetivo de facilitar a livre circulação dos alimentos e fornecer ao consumidor informações de fácil compreensão. Dentre os termos especificados, foram determinados que os alimentos considerados como “baixo em gorduras saturadas” devem apresentar valores menores que 1,5g por porção ou por 100g para pratos prontos, “não contém gorduras saturadas” quando possuem valores menores que 0,1g, e “reduzido em gorduras saturadas” quando apresentar um valor de 25% de redução (ANVISA, 2012).

Mais recentemente, em maio de 2017, Projeto de Lei N.º 7.681-A do Senado Federal, propôs a proibição do uso de gorduras vegetais parcialmente hidrogenadas na fabricação de alimentos. O projeto menciona que o Poder Público incentivará, apoiará e financiará pesquisas e estudos que visão o desenvolvimento de substitutos das gorduras vegetais (BRASIL, 2017). Este decreto entra em vigor após três anos de sua publicação oficial. Além disso, em julho de 2017, foi estabelecido a partir do Projeto de Lei N.º 7.719 a redução dos ácidos graxos *trans* de origem industrial na produção de alimentos destinados ao consumo humano, e dá outras providências. O Congresso Nacional decreta:

*Art. 1º É proibida, a partir de um ano após a publicação desta Lei, a utilização de gorduras e óleos com percentual superior a 2% (dois por cento) de ácidos graxos trans produzidos industrialmente (AGT-OI) na produção de alimentos pré-embalados destinados ao consumo humano.*

*Art. 2º É proibida, a partir de dois anos da publicação desta Lei, a produção de óleos e gorduras que contenham percentual de ácidos graxos trans produzidos industrialmente (AGTOI), superior a 2% (dois por cento).*

*Art. 3º É proibida a produção e a comercialização de alimentos destinados ao consumo humano em todo o território nacional, a partir de três anos da publicação desta Lei, que contenham em sua composição ácidos graxos trans produzidos industrialmente (AGT-OI) em percentual superior a 2% (dois por cento).*

É importante ressaltar que as indústrias alimentícias deverão submeter periodicamente análises de seus produtos que certifique o cumprimento da lei em questão (BRASIL, 2017).

#### 4. Materiais e Métodos.

##### 4.1 Materiais.

##### 4.1.1. Matérias-primas.

##### 4.1.1.1. Amostras comerciais de cobertura culinária.

As amostras comerciais de cobertura culinária foram adquiridas nas redes de supermercado da cidade de Campinas-SP. Como critério de escolha, todas as amostras apresentavam em sua composição amido e/ou gordura vegetal hidrogenada, armazenadas em embalagens de 1 kg. Na tabela 1 apresentam os lotes e os valores em reais referentes a cada amostra comercial adquirida.

**Tabela 1. Amostras comerciais de cobertura culinária com seus respectivos lotes e valor por unidade.**

Amostras	Lote	Valor (R\$)
C1	06	11,00
C2	A201040305	4,50
C3	068	7,85
C4	080318	7,99
C5	260218	18,50
C6	0745	8,50
C7	B1710	9,70
C8	074	9,95

Após aquisição, as amostras foram armazenadas sob refrigeração com temperatura de aproximadamente 4-5°C. Uma quantidade de cada produto foi transferida para um recipiente previamente higienizado para que posteriormente fossem realizadas as análises de caracterização.

##### 4.1.1.2. Matérias-primas utilizadas para formulação de cobertura culinária.

Para a elaboração das formulações da cobertura culinária foram utilizadas as matérias-primas descritas na tabela 2.

**Tabela 2. Matérias-primas utilizadas no processamento da cobertura culinária.**

Matéria-prima	Empresas	Local
Amido Modificado N-Dulce 223	Ingredion Brasil Ind. Ltda	Mogi Guaçu, SP, Brasil
Concentrado Proteico do soro (WPC) Lactoprodan 80	Arla Foods Ingredients Group P/S	São Paulo, SP, Brasil
Óleo de Girassol Alto Oleico (HOSO)	Cargill Agrícola S.A.	São Paulo, SP, Brasil
Sal Fundente R11 (Polifosfatos, Citratos e Pirofosfato Tetrassódico)	Rica Nata Indústria e Comércio Ltda.	Piracema, MG, Brasil
Conservante Sorbato de Potássio	Rica Nata Indústria e Comércio Ltda.	Piracema, MG, Brasil
Condimento Preparado Tipo Requeijão	Alibra Ingredientes Ltda.	Campinas, SP, Brasil
Ácido Lático	Art Alimentos	São Paulo, SP, Brasil
Cloreto de Sódio (sal de cozinha)	Adquirido no comercio local.	-
Água	-	-

#### 4.1.2. Reagentes

Para realização das análises foram utilizados os reagentes listados na Tabela 3.

**Tabela 3.** Reagentes utilizados durante as análises das matérias-primas, amostras comerciais e desenvolvidas.

Reagentes	Empresa/Local	Análises
Ácido Acético	Dinâmica - Sinergia Científica - (Campinas, SP, Brasil)	Índice de peróxido
Ácido Bórico	Synth - (Diadema, SP, Brasil)	Teor Proteína
Ácido Clorídrico	Synth - (Diadema, SP, Brasil)	Teor de Proteína e Lipídios
Ácido Sulfúrico	CRQ Química - (Diadema, SP, Brasil)	Teor de Proteína e CAG
Álcool Etilico	Dinâmica – Sinergia Científica - (Campinas, SP, Brasil)	AGL
Amido Solúvel	Sigma Aldrich Co - (St. Louis, MO, Estados Unidos)	Índice de peróxido
Cloreto de Sódio	Synth - (Diadema, SP, Brasil)	CAG
Cloreto de Amônio	Synth - (Diadema, SP, Brasil)	CAG
Éter de Petróleo	CRQ Química - (Diadema, SP, Brasil)	Teor de Lipídios
Fenoltaleína	CRQ Química - (Diadema, SP, Brasil)	AGL
Hexano	Synth - (Diadema, SP, Brasil)	CAG
Hidróxido de Potássio	Synth - (Diadema, SP, Brasil)	CAG
Hidróxido de Sódio	Synth - (Diadema, SP, Brasil)	AGL, CAG e Teor de Proteína
Iodeto de Potássio	Synth - (Diadema, SP, Brasil)	AGL
Lauril Sulfato de Sódio	CRQ Química - (Diadema, SP, Brasil)	Índice de Peróxido
Sulfato de Cobre	Dinâmica – Sinergia Científica - (Campinas, SP, Brasil)	Teor de Proteína
Sulfato de Potássio	Dinâmica – Sinergia Científica - (Campinas, SP, Brasil)	Teor de Proteína
Tiosulfato de Sódio	Synth - (Diadema, SP, Brasil)	Índice de Peróxido

\*AGL: Ácidos graxos livres; CAG: Composição em ácidos graxos;

### 4.1.3 Equipamentos.

Durante os processos experimentais foram utilizados os equipamentos citados na tabela 4.

**Tabela 4. Equipamentos utilizados durante os procedimentos experimentais.**

<b>Equipamentos</b>	<b>Modelo</b>
Agitador magnético com aquecimento	C-MAG HS 10 digital
Agitador Vórtex	Fisatom – 771
Analizador de Textura	Stable Microsystems
Balança analítica Adventurer™ Ohaus	AR 2140
Balança analítica Metler	AE-200
Balança semi-analítica Shimadzu	Libror EB-330H
Bico de Bulsen	ICAL
Bloco digestor Tecnal	TE – 6150
Cromatógrafo gasoso capilar dotado de coluna capilar	DB-23 Agilent
Estufa Memmert U15	3719 GS2M
Estufa com circulação e renovação de ar Marconi	MA035
Extrato Soxhlt Tecnal	TE 188 Sebelin
Destilador de Nitrogênio Tecnal	TE – 0361
Evaporador rotativo Fisatom	802 A
Mufla Multiprocessada EDG	EDG3P
pHmetro Digimed	DM - 22
Rotavapor Buchi Brinkmann	R110
Thermomix Vorwerk	5° Geração
Forno Elétrico	Fischer Gratinatto Grill

## 4.2 Métodos analíticos

### 4.2.1 Composição Centesimal

#### 4.2.1.1. Umidade

A umidade foi determinada utilizando areia fina tratada no recipiente da análise, para aumentar a superfície de contato da amostra com o calor e evitar formação de crosta na superfície. A amostras foi levada para estufa a 105°C durante 16 horas (no mínimo), não ultrapassando 24 horas. Seguida de resfriamento em dessecador e pesagem (AOAC, 2012). O teor de umidade foi determinado por meio da fórmula 1.

#### Fórmula 1.

$$\% \text{ EST} = \frac{\text{massa placa seca} - \text{massa conjunto}}{\text{massa de amostra}} \times 100$$

#### 4.2.1.2. Cinzas

Pesagem e secagem da amostra em estufa a 105°C por aproximadamente 16 horas, seguida de incineração em bico de Bunsen até total carbonização. Na sequência, a amostra foi levada para um forno mufla a 550°C por 12 horas, após este período, foi realizado o resfriamento e pesagem (AOAC, 2012). O teor de cinzas foi obtido pela fórmula 2:

#### Fórmula 2.

$$\text{g de Cinzas} = \frac{m_2 - m_1}{m_0} \times 100$$

**Onde:** m<sub>2</sub> = massa da cápsula + cinzas (g); m<sub>1</sub> = massa da cápsula (g); m<sub>0</sub> = massa da amostra (g).

#### 4.2.1.3. Proteína

O teor de proteínas foi obtido por meio da determinação do teor de nitrogênio. Para tanto, a amostra foi digerida com ácido sulfúrico concentrado sob aquecimento gradual, aumentando a temperatura a cada 30 minutos até atingir 350°C, na presença de catalisadores (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + CuSO<sub>4</sub>) transformando todo o nitrogênio presente na amostra em sulfato de amônia. Em um sistema fechado, o sulfato de amônia é convertido em amônia gasosa após a alcalinização do meio com solução de hidróxido de sódio concentrada. A amônia foi destilada e recolhida em solução de ácido bórico 4% contendo indicador ácido-base.

O teor de nitrogênio foi calculado a partir do volume e da concentração de uma solução de ácido clorídrico padronizada, utilizada para a titulação do ácido bórico. O teor de proteína da amostra foi calculado pela multiplicação do teor de nitrogênio total por um fator específico do produto, este método é tradicionalmente conhecido como método de Kjeldahl (AOAC, 2012). O teor de proteína foi obtido a partir da fórmula 3:

#### Fórmula 3.

$$\% \text{Nitrogênio} = \frac{\text{ml (HCl)} \times N \text{ (HCl)} \times \text{fc(HCl)} \times 1,4008}{\text{massa da amostra}}$$

$$\% \text{Proteína total} = \% \text{Nitrogênio} \times 6,38.$$

**Onde:** ml (HCL) = volume de ácido clorídrico gasto na amostra e no branco, N (HCL) = concentração de ácido clorídrico e F(HCL) = fator do ácido clorídrico.

#### 4.2.1.4. Lipídios

A extração da fase lipídica foi obtida pelo processo de hidrólise ácida, onde foi pesada 5 gramas de amostra e adicionada de solução de água destilada e ácido clorídrico (2:1) seguida de aquecimento durante 30 minutos em ebulição. Após hidrólise a amostra foi resfriada até temperatura ambiente para ser realizado o processo de filtração em papel de filtro duplo. O papel filtrado com lipídios foi acondicionado em estufa a 105°C por 1 hora. Depois de seco, o mesmo é introduzido em cartucho de papel para extração da gordura com solvente em aparelho Soxhlet onde se procedeu a extração sob-refluxo por 6 a 8 horas. A amostra desengordurada presente no papel de filtro foi descartada, e o solvente evaporado a 50°C. O balão foi acondicionado em estufa a 100±5°C por 1 hora (AOAC, 2012). Após resfriar, o balão foi pesado e o teor de lipídios calculado pela fórmula 4:

#### Fórmula 4.

$$\frac{\text{g de Lipídios}}{100\text{g}} = \frac{(m_2 - m_1) \times 100}{m_0}$$

**Onde:** m<sub>2</sub> = massa do balão + óleo (g); m<sub>1</sub> = massa do balão (g); m<sub>0</sub> = massa de amostra (g).

#### 4.2.1.5. Carboidratos

O teor de carboidratos foi calculado por diferença entre o numeral 100 e a soma dos valores percentuais de umidade, proteínas, cinzas e lipídios, de acordo com a fórmula 5.

#### Formula 5.

$$\frac{\text{g de Carboidratos}}{100\text{g}} = 100 - (U + P + C + L)$$

**Onde:** U = Umidade (g); P = Proteínas (g); C = Cinzas (g) e L = Lipídios (g).

#### 4.2.1.6. Calorias

As calorias foram calculadas de acordo com KALIL (1975) e PASSMORE et al., (1975). Os valores quantificados em g de carboidratos e proteínas foram multiplicados por 4 Kcal/g e os valores quantificados de lipídios foram multiplicados por 9 Kcal/g, de acordo com a seguinte fórmula (6):

### Fórmula 6

$$\text{Calorias (Kcal)} = 4 \frac{\text{kcal}}{\text{g}} \times \text{g C} + 4 \frac{\text{kcal}}{\text{g}} \times \text{g P} + 9 \frac{\text{kcal}}{\text{g}} \times \text{g L}$$

**Onde:** C = carboidratos (g); P = Proteínas (g) e L = Lipídios

#### 4.2.2. Composição em ácidos graxos

A composição em ácidos graxos do óleo de girassol, bem como da fração lipídica das amostras comerciais e das demais matérias-primas foi determinada por cromatografia gasosa, após esterificação utilizando a metodologia descrita por Hartmann & Lago (1973), e os ésteres metílicos foram separados segundo o método AOCS Ce 2-66 (2009). Foi utilizado o cromatógrafo gasoso capilar dotado de coluna capilar DB-23 Agilent (50% cianopropil - metilpolisiloxano, dimensões 60m, Ø int: 0,25mm, 0,25µm filme). As condições de operação do cromatógrafo foram: Fluxo da coluna = 1,0 mL por minuto; velocidade linear = 24 cm por segundo. Condições de análise: temperatura do forno de 110°C por 5 minutos, 110°C a 215°C (5°C/min), 215°C por 24 minutos; temperatura do detector: 280°C; temperatura do injetor 250°C; gás de arraste: hélio; razão split 1:50; volume injetado: 1,0 µL. A composição qualitativa foi determinada por comparação dos tempos de retenção dos picos com os dos respectivos padrões de ácidos graxos e a quantificação foi feita pelo percentual de área corrigido.

#### 4.2.3. Índice de peróxido

O índice de peróxido (expressa em miliequivalentes de oxigênio ativo por quilograma [1000g] da amostra) do óleo de girassol alto oleico foi determinado segundo a metodologia da AOCS Cd 8b-90 (2009). Foi pesado 5 gramas de amostra em frasco de Erlenmeyer e adicionado 30 ml da solução ácido acético-clorofórmio 3:2, seguida de agitação até a dissolução da amostra. Foram adicionados 0,5 ml de solução saturada iodeto de potássio na amostra, acondicionando ao abrigo da luz por exatamente um minuto. Foi acrescentado 30 ml de água destilada seguida de titulação com solução de tiosulfato de sódio 0,1 N, com constante agitação. A titulação foi realizada até que não haja mais coloração amarela. Adição de 0,5 mL de solução de amido indicadora e continuação da titulação até o completo desaparecimento da coloração azul. A fórmula 7 é utilizada para determinação do índice de peróxido.

**Fórmula 7**

$$IP = \frac{B \times N \times 1000}{A}$$

**Onde:** B = Volume de tiosulfato de sódio consumido na titulação; N = normalidade da solução de tiosulfato de sódio; A = massa da amostra.

**4.2.4. Teor de ácidos graxos livres**

A determinação é dada pela porcentagem (em peso) de ácidos graxos livres, em relação a um ácido graxo específico, geralmente o ácido oléico (PM = 282 g) ou outro ácido graxo predominante na amostra. O procedimento está baseado na dissolução a quente da gordura em solvente e previamente neutralizado, seguido de titulação com uma solução padronizada de NaOH, na presença de fenolftaleína como indicador. A determinação foi obtida utilizando a fórmula 8 como descrito na segunda metodologia da AOCS Ca 5a-40 (2009).

Calculo para determinar a porcentagem de ácidos graxos livres ou mg de KOH/g de amostra:

$$AGL = \frac{B \times M \times E}{A}$$

**Onde:** B = Volume de NaOH consumido na titulação; M = Molaridade da solução de NaOH; E = Equivalente de ácido graxo presente em maior quantidade na amostra; A = Massa da amostra.

**4.2.5. Análise de perfil de textura – TPA**

O perfil de textura foi determinado utilizando um texturômetro universal TAXT2 equipado com uma célula de carga de 5,0 kg segundo a metodologia descrita por Rapacci (1997). Após a calibração do texturômetro, foi realizada a determinação do perfil de textura fazendo o corpo de prova (cilindro de acrílico de 25 mm de diâmetro, não lubrificado) penetrar 10,0 mm na amostra, a uma velocidade de 1,0 mm.s<sup>-1</sup>. Alcançados os 10,0 mm de distância, a compressão era interrompida e o corpo de prova retornava à posição original, a uma velocidade de 1,0 mm.s<sup>-1</sup>. Em seguida, iniciava-se o segundo ciclo de compressão, com o corpo de prova penetrando novamente na amostra até uma distância de 10,0 mm, a uma

velocidade de  $1,0 \text{ mm.s}^{-1}$ . Alcançada a distância de 10,0 mm, a compressão era novamente interrompida e o corpo de prova retornava à posição inicial. Foram obtidos dados de força em função do tempo para os dois ciclos de compressão e descompressão. Utilizando-se a função “perfil de textura” (TPA) do software do TAXT2, foram obtidos valores para os seguintes parâmetros: elasticidade, coesividade, adesividade e dureza. Todas as determinações foram realizadas em quadruplicata.

#### **4.2.6. Baking Test**

O *baking test* foi utilizado para simular a fabricação de uma pizza e avaliar as propriedades funcionais e visuais do produto. O processo foi padronizado utilizando 10g de molho de tomate para pizza da marca Fugini (Fugini Alimento LTDA) e aproximadamente 100 g de cobertura culinária que foram colocados sobre massa de mini pizzas da marca Mezzani (Mezzani Alimentos). As mini pizzas foram assadas em forno elétrico a  $200^{\circ}\text{C}$ , após 10 minutos foram realizadas fotografias para comparação das mesmas (SOBRAL, 2007; RUDAN & BARBANO, 1997). Para avaliar o comportamento de cada formulação, foram estabelecidos valores que representam a capacidade de resistência ao processo de forneamento. Valores determinados como parâmetro do *baking test* foram:

- (1) Amostra com derretimento extremamente excessivo, sem capacidade de retenção de água;
- (2) Amostra não homogênea, textura granular, pouca capacidade de retenção de água;
- (3) Amostra parcialmente homogênea, média capacidade de retenção de água, porém sem derretimento excessivo, maior dificuldade de manipulação.
- (4) Amostra quebradiça ao manipular, porém com boa capacidade de retenção de água, sem derretimento excessivo.
- (5) Amostra totalmente homogênea, ótima capacidade de retenção de água, sem derretimento excessivo.

#### **4.2.7. Determinação do pH**

O método tem como fundamento a medida da concentração de íons hidrogênio na amostra utilizando um pHmetro previamente calibrado e aferido com soluções tampões padrão com pH 4 e 7. (AOAC, 2012).

### 4.3. Procedimentos Experimentais

#### 4.3.1. Caracterização das amostras comerciais

As amostras comerciais de cobertura culinária foram caracterizadas segundo sua composição em ácidos graxos, composição centesimal (Proteína, Lipídios, Cinzas, Umidade, Carboidratos, Calorias), *baking test* (teste de forneamento), perfil de textura (TPA).

#### 4.3.2. Caracterização das matérias primas.

O óleo de girassol alto oleico foi avaliado segundo sua composição em ácidos graxos, índice de peróxido e índice de acidez. O concentrado proteico do soro e o condimento preparado tipo requeijão foram avaliados quanto ao teor lipídico e composição em ácidos graxos.

#### 4.3.3. Caracterização das coberturas culinárias desenvolvidas.

As amostras desenvolvidas foram avaliadas quanto ao perfil de textura e *baking test* (teste de forneamento). A composição em ácidos graxos bem como a composição centesimal foram obtidas através dos cálculos a partir das concentrações de cada componente presente nas matérias-primas.

#### 4.3.4. Processamento das coberturas culinárias.

As formulações de cobertura culinária bem como suas etapas de processamento foram baseadas no estudo realizado por Fox e colaboradores (2000), sendo efetuadas adaptações necessárias. A tabela 5 apresenta as matérias-primas utilizadas e suas concentrações.

**Tabela 5. Formulação padrão de cobertura culinária.**

Matérias-primas	g/100g
Amido	6 - 14
WPC	0 - 4
HOSO	0 - 6
Sal fundente	1,8
Condimento preparado tipo requeijão	0,5
Sal	0,2
Regulador de acidez	0,9
Conservante sorbato de potássio	0,2
Água	76 - 86

**WPC:** Concentrado Proteico do Soro; **HOSO:** Óleo de Girassol Alto Oleico.

As coberturas culinárias foram produzidas em escala laboratorial de acordo com as seguintes etapas:

- Homogeneização do concentrado proteico do soro, sal fundente, sorbato de potássio, cloreto de sódio (sal) e metade da água do sistema previamente aquecida. Mistura durante 4:30 minutos à 75°C numa velocidade 3000 rpm no equipamento Thermomix;
- Adição do amido modificado, óleo de girassol alto oleico (HOSO) e restante da água da formulação. Homogeneização por 1:30 minutos à 85°C a 3000 rpm no equipamento Thermomix;
- Adição do regulador de acidez e condimento preparado tipo requeijão. Homogeneização por 1:30 minuto a 90°C a 3000 rpm;
- Envase a quente em embalagens de polipropileno com volume de 300 ml previamente sanitizadas com solução de hipoclorito de sódio a 20 ppm por 30 minutos e enxaguado em água potável;
- Depois de breve resfriamento, as embalagens foram armazenadas em BOD a 5°C.

#### 4.3.5. Delineamento Experimental

Após os testes preliminares, foi definido que, para obtenção das formulações de coberturas culinárias as concentrações de amido modificado, concentrado proteico do soro (WPC) e óleo de girassol alto oleico (HOSO) seriam otimizadas segundo o Delineamento Composto Central Rotacional – DCCR 2<sup>3</sup>, com 3 repetições do ponto central, totalizando 17 ensaios de acordo com a metodologia descrita por Rodrigues e Iemma (2009). A tabela 6 apresenta os valores utilizados no planejamento para variáveis independentes.

**Tabela 6. Níveis das variáveis independentes do delineamento experimental DCCR 2<sup>3</sup>.**

Codificação	Variáveis	Níveis				
		- $\alpha$	-1	0	1	+ $\alpha$
X1	Amido	6	7,61	10	12,38	14
X2	WPC	0	0,81	2	3,19	4
X3	HOSO	0	1,21	3	4,78	6

Onde:  $\pm \alpha = 1,68$ .

**Tabela 7. Delineamento estatístico do tipo composto central rotacional.**

<b>Ensaio</b>	<b>X1</b>	<b>X2</b>	<b>X3</b>	<b>Amido (X1)</b>	<b>WPC (X2)</b>	<b>HOSO (X3)</b>
<b>1</b>	-1	-1	-1	7,61	0,81	1,21
<b>2</b>	1	-1	-1	12,38	0,81	1,21
<b>3</b>	-1	1	-1	7,61	3,19	1,21
<b>4</b>	1	1	-1	12,38	3,19	1,21
<b>5</b>	-1	-1	1	7,61	0,81	4,78
<b>6</b>	1	-1	1	12,38	0,81	4,78
<b>7</b>	-1	1	1	7,61	3,19	4,78
<b>8</b>	1	1	1	12,38	3,19	4,78
<b>9</b>	-1,68	0	0	6	2	3
<b>10</b>	1,68	0	0	14	2	3
<b>11</b>	0	-1,68	0	10	0	3
<b>12</b>	0	1,68	0	10	4	3
<b>13</b>	0	0	-1,68	10	2	0
<b>14</b>	0	0	1,68	10	2	6
<b>15</b>	0	0	0	10	2	3
<b>16</b>	0	0	0	10	2	3
<b>17</b>	0	0	0	10	2	3

Onde:  $\pm \alpha = 1,68$ ; **X1**: Amido; **X2**: WPC e **X3**: HOSO (óleo de girassol alto oleico).

#### **4.3.6 Análise estatística**

Os dados obtidos nos ensaios do delineamento experimental foram avaliados através do programa estatístico Statistica 8.0 - Statsoft USA (STAT SOFT, 2007) para cálculo do coeficiente de regressão, probabilidades (p-valor) e análise de variância (ANOVA) com nível de significância de 5%. O mesmo programa foi utilizado para a comparação das médias dos ensaios realizados nas amostras comerciais e nas amostras desenvolvidas, através de teste de Tukey, com nível de significância de 5%.

### **5. Resultados**

#### **5.1. Caracterização das amostras comerciais de cobertura culinária.**

##### **5.1.1. Composição centesimal das amostras comerciais de cobertura culinária.**

Com o intuito de identificar e quantificar os principais componentes presentes nas coberturas culinárias, oito amostras comerciais de marcas distintas foram adquiridos no comercio local da cidade de Campinas-SP com o propósito de caracterização. Foram realizados as análises de composição centesimal (umidade, cinzas, lipídios e proteína, sendo os carboidratos e calorias calculados), onde os resultados estão descritos na tabela 8.

**Tabela 8. Composição centesimal das amostras comerciais de cobertura culinária.**

Amostras	Umidade g/100g	Cinzas g/100g	Lipídios g/100g	Proteína g/100g	*Carboidrato g/100g	**Calorias	pH
C1	70,04 ± 1,38 <sup>c,d</sup>	1,70 ± 0,02 <sup>b</sup>	23,02 ± 0,59 <sup>b,c</sup>	1,20 ± 0,01 <sup>b</sup>	4,04 ± 1,83 <sup>b,c</sup>	226,42 ± 4,79 <sup>c</sup>	5,70
C2	77,32 ± 0,62 <sup>a</sup>	1,58 ± 0,01 <sup>c</sup>	15,44 ± 0,52 <sup>d</sup>	0,72 ± 0,00 <sup>d</sup>	4,94 ± 0,66 <sup>b,c</sup>	164,79 ± 0,47 <sup>f</sup>	5,76
C3	75,68 ± 0,69 <sup>a</sup>	1,86 ± 0,03 <sup>a</sup>	11,42 ± 0,48 <sup>e</sup>	0,41 ± 0,02 <sup>e</sup>	10,62 ± 0,22 <sup>a</sup>	146,91 ± 1,58 <sup>g</sup>	5,89
C4	68,98 ± 1,07 <sup>d</sup>	1,70 ± 0,03 <sup>b</sup>	24,19 ± 0,17 <sup>b</sup>	0,69 ± 0,02 <sup>d</sup>	4,44 ± 1,22 <sup>c</sup>	241,59 ± 3,17 <sup>b</sup>	5,67
C5	72,25 ± 1,23 <sup>b,c</sup>	1,60 ± 0,06 <sup>c</sup>	20,70 ± 0,42 <sup>c</sup>	1,06 ± 0,00 <sup>b,c</sup>	4,39 ± 0,60 <sup>c</sup>	208,25 ± 3,46 <sup>d</sup>	5,75
C6	72,45 ± 0,27 <sup>b</sup>	1,55 ± 0,00 <sup>c</sup>	16,10 ± 0,31 <sup>d</sup>	0,90 ± 0,07 <sup>c</sup>	9,36 ± 1,00 <sup>a,b</sup>	190,74 ± 5,96 <sup>e</sup>	5,44
C7	71,52 ± 0,38 <sup>b,c</sup>	1,54 ± 0,01 <sup>c</sup>	16,18 ± 0,98 <sup>d</sup>	1,43 ± 0,08 <sup>a</sup>	9,01 ± 0,27 <sup>a</sup>	189,11 ± 3,83 <sup>e</sup>	5,76
C8	61,89 ± 0,20 <sup>e</sup>	1,00 ± 0,00 <sup>d</sup>	27,87 ± 0,32 <sup>a</sup>	1,17 ± 0,04 <sup>b</sup>	7,94 ± 0,39 <sup>a,b,c</sup>	287,19 ± 1,39 <sup>a</sup>	5,71

Resultados expressos como média ± desvio padrão das análises em triplicata. \*Calculado por diferença: 100 – (proteína + umidade + lipídeos totais + cinzas). \*\*Calculada pela soma das porcentagens de proteína e carboidratos multiplicado pelo fator 4 (kcal/g) somado ao teor de lipídeos totais multiplicado pelo fator 9 (kcal/g). Médias seguidas por uma mesma letra na mesma coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

As amostras apresentaram teores de umidade entre 61,89 à 77,32%. Embora os valores estabelecidos pela legislação de requeijão tradicional sejam de no máximo 65% é importante destacar que não há um padrão de identidade e qualidade estabelecida para requeijão culinário e seus análogos como é o caso da cobertura culinária. Os teores de cinzas variaram de 1,0% a 1,9% sendo considerados inferiores aos reportados por SOBRAL (2007) que foram 2,3 – 2,79% e GONSALVES (2010) 2,56 – 2,7%.

As coberturas culinárias comerciais apresentaram teores variados de lipídios, numa faixa de 11,42 a 27,87%. Dentre os componentes presentes neste produto, o teor de proteína encontrou-se em menores proporções (0,41 a 1,43%). Um dos principais fatores que justificam a utilização de menores concentrações dos componentes proteicos são os altos valores dessas matérias-primas, dessa forma, o amido vem sendo adicionado não só para fins de melhoramento de textura, mas principalmente, para redução de custo devido substituição parcial da proteína do leite. Isso justifica os maiores valores de carboidratos presentes nas amostras C3 – 10,60g; C6 – 9,36g; C7 – 9,01g e C8 – 7,94g.

De modo geral, os valores calóricos foram significativamente altos para todas as coberturas culinárias comerciais, uma vez que, as amostras possuem teores elevados de lipídios, que está diretamente relacionado ao aporte energético fornecido pelas gorduras que correspondem a 9 (nove) Kcal de energia por grama de lipídio, enquanto que carboidratos e proteínas fornecem 4 (quatro) Kcal na mesma quantidade de ingrediente (PHILIPPI, 2006; PACHECO, 2006).

### **5.1.2. Composição em ácidos graxos das amostras comerciais de cobertura culinária.**

Na Tabela 9 está descrita a composição em ácidos graxos das amostras comerciais, sendo que os ácidos predominantes foram: ácido palmítico (12 a 18,10%), ácido esteárico (10,54 a 23,02%), ácido eláidico (17,19 a 28,23%), ácido oleico (30,78 a 41,97%) e ácido linoleico (2,29 a 6,17%). Pode-se observar que em todos os produtos foram encontrados quantidades consideravelmente elevadas de ácidos graxos *trans*, representando em média 25,75% na porcentagem de área e 4,58g/100g. Esta quantidade excessiva está diretamente relacionada à principal fonte lipídica utilizada, a gordura vegetal parcialmente hidrogenada, que apresenta em sua composição isômeros *trans* que, como visto anteriormente, estão diretamente associados ao surgimento de doenças cardiovasculares e síndromes metabólicas como, por exemplo, acidente vascular cerebral e diabetes (MAGRI et al., 2015).

É importante ressaltar que as novas legislações nacionais e internacionais estão banindo o uso dessa matéria-prima devido aos riscos e implicações para saúde (BRASIL, 2017). Dessa forma, as indústrias de análogos de requeijão culinário devem procurar alternativas para a substituição desta gordura a fim de se adequar aos novos padrões estabelecidos, uma vez que, esta matéria-prima é amplamente utilizada como ingrediente em alimentos de consumo cotidiano como, por exemplo, pizzas, salgados fritos e assados.

**Tabela 9.1 Composição em ácidos graxos das amostras comerciais de cobertura culinária, adquiridas no comércio local da cidade de Campinas-SP, Brasil.**

Ácidos Graxos	C1		C2		C3		C4	
	% Área	g/100g						
Capróico (C6:0)	-	-	-	-	-	-	0,22 ± 0,02	0,06 ± 0,00
Caprílico (C8:0)	0,04 ± 0,00	0,01 ± 0,00	-	-	-	-	0,16 ± 0,00	0,04 ± 0,00
Cáprico (C10:0)	0,09 ± 0,00	0,02 ± 0,00	-	-	-	-	0,36 ± 0,01	0,09 ± 0,00
Láurico (C12:0)	0,27 ± 0,03	0,06 ± 0,01	0,06 ± 0,02	0,01 ± 0,00	0,18 ± 0,06	0,02 ± 0,01	0,52 ± 0,09	0,13 ± 0,02
Mirístico (C14:0)	0,55 ± 0,01	0,12 ± 0,00	0,18 ± 0,01	0,02 ± 0,01	0,35 ± 0,04	0,04 ± 0,00	1,66 ± 0,08	0,39 ± 0,02
Pentadecanóico (C15:0)	0,07 ± 0,00	0,02 ± 0,00	0,03 ± 0,00	-	0,06 ± 0,02	0,01 ± 0,00	0,17 ± 0,00	0,04 ± 0,00
Palmítico (C16:0)	12,70 ± 0,20	2,77 ± 0,04	12,01 ± 0,01	1,75 ± 0,00	13,94 ± 0,17	1,50 ± 0,02	14,26 ± 0,07	3,26 ± 0,01
Palmitoléico (C16:1 ω 7)	0,14 ± 0,02	0,03 ± 0,00	0,11 ± 0,01	0,02 ± 0,00	0,07 ± 0,01	0,01 ± 0,00	0,32 ± 0,01	0,07 ± 0,00
Margárico (C17:0)	0,16 ± 0,01	0,04 ± 0,00	0,12 ± 0,00	0,02 ± 0,00	0,14 ± 0,01	0,02 ± 0,00	0,20 ± 0,01	0,05 ± 0,00
Heptadecanóico (C17:1 cis-10)	0,03 ± 0,01	0,01 ± 0,00	0,04 ± 0,00	0,01 ± 0,00	0,03 ± 0,00	0 ± 0,00	0,06 ± 0,00	0,01 ± 0,00
Esteárico (C18:0)	23,02 ± 0,10	4,91 ± 0,02	10,54 ± 0,01	1,51 ± 0,00	15,25 ± 0,27	1,61 ± 0,03	10,72 ± 0,42	2,40 ± 0,09
Elaídico (C18:1 ω 9 t)	26,09 ± 0,37	5,56 ± 0,01	27,05 ± 0,14	3,87 ± 0,02	28,23 ± 0,92	2,99 ± 0,10	27,08 ± 0,18	6,07 ± 0,04
Oleico (C18:1 ω 9)	30,78 ± 0,11	6,55 ± 0,08	41,97 ± 0,18	6,00 ± 0,03	34,62 ± 0,25	3,66 ± 0,03	39,54 ± 0,18	8,86 ± 0,04
<i>Trans</i> linoleico (C18:2 ω 6 t)	0,93 ± 0,11	0,20 ± 0,02	1,27 ± 0,02	0,18 ± 0,00	1,08 ± 0,03	0,11 ± 0,00	1,13 ± 0,02	0,25 ± 0,00
Linoleico (C18:2 ω 6)	3,62 ± 0,32	0,77 ± 0,06	4,80 ± 0,20	0,69 ± 0,03	4,80 ± 1,19	0,51 ± 0,13	2,29 ± 0,21	0,51 ± 0,05
<i>Trans</i> Linolênico (C18:3 ω 3 t)	0,02 ± 0,03	0,03 ± 0,02	0,07 ± 0,01	0,01 ± 0,00	-	-	0,06 ± 0,00	0,01 ± 0,00
Linolênico (C18:3 ω 3 α)	0,26 ± 0,05	0,06 ± 0,00	0,39 ± 0,02	0,05 ± 0,01	-	-	0,10 ± 0,02	0,02 ± 0,00
Araquídico (C20:0)	0,47 ± 0,01	0,10 ± 0,01	0,47 ± 0,01	0,07 ± 0,00	0,46 ± 0,00	0,05 ± 0,00	0,41 ± 0,01	0,09 ± 0,00
Cis-11-eicosenóico (C20:1 ω 11)	0,09 ± 0,01	0,04 ± 0,00	0,17 ± 0,01	0,05 ± 0,00	0,11 ± 0,03	0,03 ± 0,01	0,12 ± 0,00	0,05 ± 0,00
Behênico (C22:0)	0,47 ± 0,00	0,10 ± 0,00	0,51 ± 0,01	0,07 ± 0,00	0,50 ± 0,00	0,05 ± 0,00	0,44 ± 0,00	0,10 ± 0,00
Lignocérico (C24:0)	0,18 ± 0,00	0,04 ± 0,00	0,19 ± 0,00	0,03 ± 0,00	0,18 ± 0,00	0,02 ± 0,00	0,17 ± 0,01	0,04 ± 0,00
<b>Ácidos Graxos Totalizados</b>	<b>% Área</b>	<b>g/100g</b>						
Saturados	38,03 ± 0,06	8,17 ± 0,01	24,09 ± 0,05	3,48 ± 0,01	31,06 ± 0,02	3,32 ± 0,00	29,30 ± 0,22	6,68 ± 0,05
Monoinsaturados	31,00 ± 0,40	6,48 ± 0,08	42,29 ± 0,16	5,94 ± 0,02	34,83 ± 0,22	3,61 ± 0,02	40,04 ± 0,19	8,87 ± 0,04
Poliinsaturados	3,88 ± 0,37	0,82 ± 0,08	5,18 ± 0,22	0,74 ± 0,03	4,80 ± 1,19	0,51 ± 0,13	2,39 ± 0,23	0,53 ± 0,05
<i>Trans</i>	27,04 ± 0,09	5,77 ± 0,02	28,39 ± 0,17	4,06 ± 0,02	29,31 ± 0,95	3,10 ± 0,10	28,27 ± 0,20	6,33 ± 0,04

Cálculo para expressar os valores de ácido graxos em g/100g: área\*fator de correção (0,945)\*teor lipídico/100.

**Tabela 9.2. Composição em ácidos graxos das amostras comerciais de cobertura culinária, adquiridas no comércio local da cidade de Campinas-SP. Brasil.**

Ácidos Graxos	C5		C6		C7		C8	
	% Área	g/100g						
Capróico (C6:0)	0,50 ± 0,06	0,12 ± 0,01	0,04 ± 0,01	0,01 ± 0,00	0,04 ± 0,00	0,01 ± 0,00	0,19 ± 0,01	0,06 ± 0,00
Caprílico (C8:0)	0,37 ± 0,03	0,09 ± 0,01	0,17 ± 0,12	0,03 ± 0,02	0,09 ± 0,03	0,02 ± 0,00	0,14 ± 0,00	0,04 ± 0,00
Cáprico (C10:0)	0,84 ± 0,07	0,18 ± 0,01	0,17 ± 0,12	0,03 ± 0,02	0,06 ± 0,04	0,01 ± 0,01	0,31 ± 0,00	0,09 ± 0,00
Láurico (C12:0)	1,17 ± 0,08	0,24 ± 0,02	2,37 ± 1,76	0,38 ± 0,28	0,40 ± 0,45	0,07 ± 0,07	0,48 ± 0,07	0,13 ± 0,02
Mirístico (C14:0)	3,72 ± 0,28	0,74 ± 0,06	1,08 ± 0,68	0,17 ± 0,11	0,44 ± 0,17	0,07 ± 0,03	1,46 ± 0,05	0,39 ± 0,01
Pentadecanóico (C15:0)	0,39 ± 0,03	0,08 ± 0,01	0,04 ± 0,01	0,01 ± 0,00	0,07 ± 0,00	0,01 ± 0,00	0,20 ± 0,02	0,05 ± 0,00
Palmítico (C16:0)	18,10 ± 0,72	3,54 ± 0,14	12,18 ± 0,31	1,85 ± 0,05	12,12 ± 0,60	1,85 ± 0,09	13,69 ± 0,13	3,61 ± 0,03
Palmitoléico (C16:1 ω 7)	0,72 ± 0,08	0,14 ± 0,02	0,061 ± 0,00	0,01 ± 0,00	0,08 ± 0,00	0,01 ± 0,00	0,27 ± 0,00	0,07 ± 0,00
Margárico (C17:0)	0,35 ± 0,02	0,07 ± 0,00	0,13 ± 0,01	0,02 ± 0,00	0,15 ± 0,00	0,02 ± 0,00	0,22 ± 0,02	0,06 ± 0,00
Heptadecanóico (C17:1 cis-10)	0,11 ± 0,01	0,02 ± 0,00	0,04 ± 0,01	0,01 ± 0,00	0,04 ± 0,00	0,01 ± 0,00	0,06 ± 0,00	0,02 ± 0,00
Esteárico (C18:0)	16,69 ± 3,83	3,20 ± 0,93	11,55 ± 1,81	1,72 ± 0,27	14,28 ± 1,92	2,14 ± 0,29	14,14 ± 0,60	3,65 ± 0,15
Elaídico (C18:1 ω 9 t)	17,19 ± 1,39	3,30 ± 0,27	24,53 ± 0,22	3,66 ± 0,03	23,57 ± 1,18	3,53 ± 0,18	24,66 ± 0,39	6,37 ± 0,10
Oleico (C18:1 ω 9)	34,82 ± 2,47	6,68 ± 0,4	38,91 ± 0,86	5,80 ± 0,13	39,64 ± 0,66	5,94 ± 0,10	38,72 ± 0,05	9,99 ± 0,01
<i>Trans</i> linoleico (C18:2 ω 6 t)	0,34 ± 0,03	0,07 ± 0,01	0,81 ± 0,02	0,12 ± 0,00	1,20 ± 0,07	0,18 ± 0,01	0,52 ± 0,01	0,13 ± 0,00
Linoleico (C18:2 ω 6)	2,96 ± 0,12	0,57 ± 0,02	6,17 ± 0,05	0,92 ± 0,01	6,05 ± 0,12	0,91 ± 0,02	3,41 ± 0,04	0,88 ± 0,01
<i>Trans</i> Linolênico (C18:3 ω 3 t)	0,08 ± 0,01	0,02 ± 0,0	0,29 ± 0,00	0,04 ± 0,00	0,27 ± 0,01	0,04 ± 0,00	0,13 ± 0,00	0,03 ± 0,00
Linolênico (C18:3 ω 3 α)	0,36 ± 0,22	0,07 ± 0,04	-	-	-	-	-	-
Araquídico (C20:0)	0,38 ± 0,03	0,07 ± 0,01	0,51 ± 0,04	0,07 ± 0,01	0,57 ± 0,03	0,09 ± 0,00	0,50 ± 0,01	0,13 ± 0,00
Cis-11-eicosenóico (C20:1 ω 11)	0,09 ± 0,00	0,04 ± 0,00	0,14 ± 0,00	0,04 ± 0,00	0,14 ± 0,00	0,04 ± 0,00	0,11 ± 0,00	0,06 ± 0,00
Behênico (C22:0)	0,38 ± 0,04	0,07 ± 0,01	0,51 ± 0,03	0,07 ± 0,00	0,55 ± 0,01	0,08 ± 0,00	0,51 ± 0,01	0,13 ± 0,00
Lignocérico (C24:0)	0,15 ± 0,01	0,03 ± 0,00	0,24 ± 0,06	0,03 ± 0,01	0,23 ± 0,00	0,03 ± 0,00	0,26 ± 0,02	0,06 ± 0,00
<b>Ácidos Graxos Totalizados</b>	<b>% Área</b>	<b>g/100g</b>						
Saturados	43,04 ± 3,61	8,43 ± 0,68	28,97 ± 1,18	4,40 ± 0,21	29,01 ± 0,72	4,39 ± 0,10	32,10 ± 0,40	8,41 ± 0,10
Monoinsaturados	35,75 ± 2,56	6,81 ± 0,49	39,15 ± 0,86	5,78 ± 0,13	39,90 ± 0,66	5,93 ± 0,10	39,17 ± 0,05	10,01 ± 0,01
Poliinsaturados	3,32 ± 0,35	0,64 ± 0,07	6,46 ± 0,04	0,96 ± 0,01	6,32 ± 0,13	0,94 ± 0,02	3,54 ± 0,04	0,91 ± 0,01
<i>Trans</i>	17,61 ± 1,41	3,38 ± 0,27	25,34 ± 0,24	3,78 ± 0,04	24,77 ± 1,25	3,71 ± 0,19	25,19 ± 0,40	6,51 ± 0,10

Cálculo para expressar os valores de ácido graxos em g/100g: área\*fator de correção (0,945)\*teor lipídico/100.

### 5.1.3. Perfil de textura das amostras comerciais de cobertura culinária.

De acordo com Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, a textura pode ser definida como todas as propriedades reológicas e estruturais (geométricas e de superfície) de um alimento, perceptíveis pelos receptores mecânicos, táteis e eventualmente pelos receptores visuais e auditivos (ABNT, 1993). Os métodos instrumentais utilizados para avaliação de textura fornecem informações que estão relacionados com as descrições sensoriais (LASSOUED et al., 2008). Com o propósito de medir os parâmetros mais importantes para caracterização dos produtos, foi realizada a análise de perfil de textura-TPA (simula a ação de compressão e corte dos dentes durante a mastigação através da aplicação de forças deformantes) nas amostras comerciais de cobertura culinária. Cujos resultados são mostrados na Tabela 10.

**Tabela 10. Perfil de textura das amostras comerciais de cobertura culinária.**

Amostras	Dureza (N)	Adesividade (N.s)	*Elasticidade	*Coesividade
C1	4,77 ± 0,13 <sup>b</sup>	21,55 ± 1,58 <sup>a</sup>	0,89 ± 0,04 <sup>a</sup>	0,64 ± 0,03 <sup>a</sup>
C2	2,87 ± 0,41 <sup>c</sup>	9,63 ± 1,89 <sup>d</sup>	0,96 ± 0,03 <sup>a</sup>	0,64 ± 0,02 <sup>a</sup>
C3	5,09 ± 0,21 <sup>b</sup>	17,63 ± 1,99 <sup>a,b,c</sup>	0,9 ± 0,02 <sup>a</sup>	0,68 ± 0,01 <sup>a</sup>
C4	6,62 ± 0,22 <sup>a</sup>	17,05 ± 2,38 <sup>a,b,c</sup>	0,98 ± 0,00 <sup>a</sup>	0,56 ± 0,06 <sup>a</sup>
C5	2,72 ± 0,55 <sup>c</sup>	8,66 ± 1,55 <sup>d</sup>	0,96 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,61 ± 0,01 <sup>a</sup>
C6	3,07 ± 0,01 <sup>c</sup>	13,11 ± 0,30 <sup>c,d</sup>	0,89 ± 0,02 <sup>a</sup>	0,67 ± 0,02 <sup>a</sup>
C7	3,58 ± 0,18 <sup>c</sup>	14,99 ± 1,32 <sup>b,c,d</sup>	0,89 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,64 ± 0,02 <sup>a</sup>
C8	5,43 ± 0,39 <sup>b</sup>	19,68 ± 4,54 <sup>a,b</sup>	0,67 ± 0,44 <sup>a</sup>	0,45 ± 0,25 <sup>a</sup>

Médias seguidas da mesma letra na mesma coluna não diferem entre si ao nível de 5% de significância de acordo com o teste de Tukey. \*Parâmetros adimensionais.

Analisando os resultados da Tabela 10 pode-se verificar que existem diferenças significativas entre as amostras com relação ao parâmetro de dureza e adesividade. As amostras com maiores valores de dureza apresentam em sua composição elevados percentuais de carboidrato (C3, C6, C7 e C8). Como anteriormente citado (5.1.1) a principal fonte de carboidrato nas coberturas culinárias é o amido modificado, utilizado para proporcionar características de textura, umidade, estabilidade, aumento do *shelf life* dos produtos, além de melhorias no processo produtivo. Dessa forma, nessas amostras foram necessárias maiores forças para alcançar uma determinada deformação, que está diretamente relacionada ao nível de adição de certas matérias-primas, no caso o amido modificado. Esses resultados corroboram com os descritos por Noronha et. al., (2008) que analisou a adição de 1,9 a 9,9% de amido na formulação de análogo de queijo, observando que o aumento do teor de amido modificou a textura dos análogos de macio para duro, diminuindo assim, a mobilidade da água. Sobral (2007) observou que a adição de 4% de amido em análogos de requeijão

culinários, proporciona condições ótimas para obtenção de um produto com características desejadas.

As amostras C1 e C4 também mostraram altos valores de dureza, mesmo contendo menores teores de carboidratos quando comparadas as demais, por outro lado, estas amostras continham elevado teor de gordura (lipídios), com elevados conteúdos de ácidos graxos *trans* e saturados que podem contribuir para a dureza destes produtos.

Os resultados de adesividade mostraram uma grande variação (8,66 a 21,55 N.s) onde as amostras com maiores valores exibiram também uma maior resistência a aderir-se na superfícies das massas de pizza na análise de *baking test*, isso quer dizer que essas coberturas requerem um esforço muito maior para superar as forças atrativas entre sua superfície e a de outro material com o qual está em contato. Os parâmetros elasticidade e coesividade não apresentaram diferenças significativas ao nível de 5% pelo teste de Tukey entre as amostras.

#### **5.1.4. Análise de *Baking Test* das amostras comerciais de cobertura culinária.**

Com o objetivo de avaliar as propriedades tecnológicas e visuais no produto final, foi realizada a análise de *baking test*, que simula a aplicação em uma pizza verificando assim, a estabilidade do produto, quando submetido ao processo de forneamento. Como resultado, todas as coberturas culinárias comerciais apresentaram *baking test* positivo, sendo classificados com uma pontuação 5 (**item 4.3.6**), que de acordo com valores estabelecidos, significa uma amostra totalmente homogênea, com ótima capacidade de retenção de água e sem derretimento excessivo. Esses aspectos podem ser melhor observados nas figuras (4 a 11) a seguir:



**Figura 4.** Amostra Comercial 1 – Antes e depois do processo de forneamento a 200°C por 10 minutos.



**Figura 5.** Amostra Comercial 2 – Antes e depois do processo de forneamento a 200°C por 10 minutos.



**Figura 6.** Amostra Comercial 3 – Antes e depois do processo de forneamento a 200°C por 10 minutos.



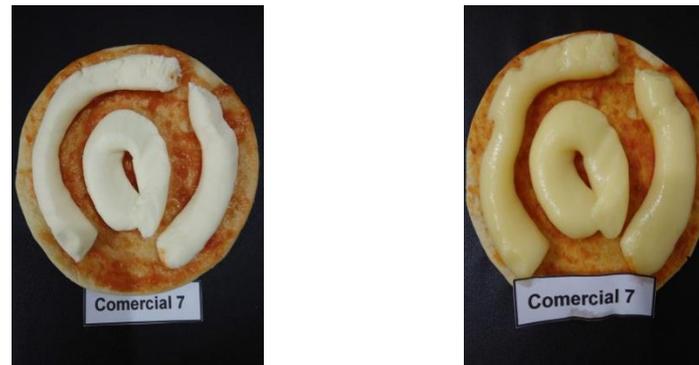
**Figura 7.** Amostra Comercial 4 – Antes e depois do processo de forneamento a 200°C por 10 minutos.



**Figura 8.** Amostra Comercial 5 – Antes e depois do processo de forneamento a 200°C por 10 minutos.



**Figura 9.** Amostra Comercial 6 – Antes e depois do processo de forneamento a 200°C por 10 minutos.



**Figura 10.** Amostra Comercial 7 – Antes e depois do processo de forneamento a 200°C por 10 minutos.



**Figura 11.** Amostra Comercial 8 – Antes e depois do processo de forneamento a 200°C por 10 minutos.

#### **5.1.5. Avaliação comparativa das informações nutricionais presente nos rótulos das amostras comerciais.**

As informações presentes nos rótulos dos alimentos servem para orientar o consumidor em suas escolhas. Essas informações sobre os diferentes produtos e serviços, devem ser claras e adequadas, com especificações corretas de quantidade, características, composição, qualidade e preço, bem como sobre os riscos que apresentem (SILVA et. al., 2012). Com o intuito de verificar as informações contidas no rótulo das coberturas culinárias, foi realizado um estudo avaliando os dados quantitativos presente nas embalagens em comparação aos obtidos no laboratório, através da composição centesimal. Na Tabela 11,

montada utilizando a sequencia recomendada pela ANVISA no Regulamento Técnico Sobre Rotulagem Nutricional (RDC N° 360 de dezembro de 2003), apresenta-se os valores de cada componente. Como descrito na tabela nutricional, esses valores correspondem a uma porção de 30g, porém para facilitar a comparação a Tabela 11 também apresenta os valores para 100g

**Tabela 11. Informações nutricionais descritas nos rótulos das embalagens das amostras comerciais de cobertura culinárias.**

Amostras	Calorias (Kcal)		Carboidratos		Proteína		Gorduras Totais		Gorduras Saturadas		Gorduras Trans	
	30g	100g	30g	100g	30g	100g	30g	100g	30g	100g	30g	100g
<b>C1</b>	69	231	1,7	5,7	0,8	2,7	6,6	22,0	2,5	8,3	0	0
<b>C2</b>	47	158	1,4	4,7	0,3	1,0	4,5	15,0	1,2	4,0	1,2	4,0
<b>C3</b>	41	138	2,7	9,0	0	0,0	3,4	11,3	1	3,3	0	0
<b>C4</b>	71	236	1,5	5,0	0	0,0	7,2	24,0	1,9	6,3	2,4	8,0
<b>C5</b>	69	230	1,6	5,3	2,6	8,7	5,8	19,3	2,5	8,3	0,3	1,0
<b>C6</b>	59	196	2,9	9,7	1,2	4,0	4,7	15,7	1,5	5,0	0,8	2,7
<b>C7</b>	62	208	2,4	8,0	2,4	8,0	4,8	16,0	1,8	6,0	1,2	4,0
<b>C8</b>	88	294	2,6	8,7	1,2	4,0	8,1	27,0	1,6	5,3	1,4	4,7

Valores estão expressos em porções de 30 e 100g.

De modo geral, os valores de carboidratos, gorduras totais (lipídios) e gorduras saturadas se mostraram em concordância com os determinados no presente estudo. No entanto, o mesmo não ocorreu para proteína. Com exceção as amostras C3 e C4 que declaram como “zero” o teor proteico (condizendo com o obtido na análise), as demais apresentam valores significativamente maiores. Os resultados obtidos através do método de kjeldahl para as coberturas culinárias mostraram teores variando de 0,41 a 1,7g em 100g, representando uma total discordância com os declarados. É importante ressaltar que, todas as análises experimentais foram realizadas em triplica a fim de garantir uma maior precisão de dados. Avaliando os ácidos graxos *trans*, pode-se observar que os valores também divergem com os obtidos na análise composição em ácidos graxos (Tabela 9). Embora algumas amostras tenham declarado como “zero”, o que de acordo com a RDC N° 12 significa que na porção o produto apresenta no máximo 0,1g, quando calculados os valores da Tabela 9.1 e 9.2 para porção de 30g os mesmos apresentam os seguintes resultados: C1–1,73g; C2–1,22g; C3–0,93; C4–1,91g; C5–1,01g; C6–1,13g; C7 – 1,15g e C8 – 1,95g. Sendo assim, os resultados obtidos permitem inferir que as informações na rotulagem nutricional nos produtos analisados não refletem o conteúdo real de ácidos graxos *trans*.

Como descrito pela ANVISA no Manual de Orientação aos Consumidores, a lista de ingredientes deve estar em ordem decrescente, isto é, o primeiro ingrediente é aquele que está em maior quantidade no produto e o último, em menor quantidade (ANVISA, 2008).

Analisando a tabela de rotulagem nutricional das coberturas culinárias comerciais pode-se notar que de modo geral, os componentes de maior proporção são os carboidratos e as gorduras totais, porém como podemos notar na Tabela 12, em algumas amostras (C1, C4, C5 C6 e C7) a primeira matéria-prima citada é o leite desnatado, seguida em alguns casos, pela gordura vegetal e/ou creme de leite e/ou massa coalhada. Dessa forma, é de grande importância que indústrias se atentem em manter os rótulos de suas embalagens dentro dos parâmetros estabelecidos por lei, para que os consumidores possam compreender corretamente o significado de suas informações.

**Tabela 12. Lista de ingredientes descritos nas embalagens das amostras comerciais de cobertura culinária.**

<b>Amostras</b>	<b>Ingredientes descritos</b>
<b>C1</b>	Leite pasteurizado desnatado, água, creme de leite, <b>gordura vegetal, amido modificado</b> , margarina, massa coalhada, cloreto de sódio, estabilizante (tetrapirofosfato de sódio INS 451 iii), regulador de acidez (ácido cítrico INS 330), conservador (sorbato de potássio INS 202 e nisina INS 234).
<b>C2</b>	Água, <b>amido modificado, gordura vegetal hidrogenada</b> , margarina, soro de leite em pó, sal, leite desnatado em pó, concentrado proteico do soro de leite em pó, condimento preparado sabor queijo tipo requeijão, estabilizante (difosfato tetrassódico) conservante (sorbato de potássio) e acidulante (ácido cítrico).
<b>C3</b>	<b>Amido modificado, gordura vegetal hidrogenada</b> , margarina, leite integral e/ou leite integral em pó, sal, concentrado proteico do soro de leite, condimento preparado sabor requeijão, carboximetilcelulose, estabilizante (pirofosfato tetrassódico), regulador de acidez (ácido cítrico) conservador (sorbato de potássio e nisina), corante natural de urucam.
<b>C4</b>	Leite desnatado, <b>gordura vegetal</b> , massa coalhada de soro de leite, <b>amido modificado</b> , creme de leite, massa para produtos lácteos fundidos, cloreto de sódio, estabilizantes (pirofosfato tetrassódico e polifosfato de sódio) regulador de acidez (ácido cítrico), corante (carotenoides naturais) e conservadores (sorbato de potássio e nisina).
<b>C5</b>	Leite desnatado, <b>gordura vegetal</b> , creme de leite, massa coalhada do soro de leite, <b>amido modificado</b> , massa láctea, cloreto de sódio, estabilizante (pirofosfato tetrassódico e polifosfato de sódio) ácido cítrico, corante (carotenoide natural) e conservantes (sorbato de potássio e nisina).
<b>C6</b>	Leite desnatado, creme de leite, <b>gordura vegetal hidrogenada, amido modificado</b> , margarina, concentrado proteico do soro, soro de leite em pó, cloreto de sódio, fermento lácteo, estabilizante (polifosfato de sódio) regulador de acidez (bicarbonato de sódio), conservante (sorbato de potássio e nisina).
<b>C7</b>	Leite desnatado e/ou leite desnatado em pó reconstituído, creme de leite e/ou creme de leite em pó reconstituído e/ou manteiga, <b>gordura vegetal hidrogenada, amido modificado</b> , soro de leite em pó, fermento lácteo, sal, estabilizante (polifosfato de sódio) regulador de acidez (bicarbonato de sódio) e conservante (sorbato de potássio e nisina).
<b>C8</b>	Água, <b>gordura vegetal</b> , massa láctea, <b>amido modificado</b> , margarina, soro de leite em pó, sal, leite desnatado em pó, concentrado proteico de soro de leite, condimento preparado sabor queijo tipo requeijão, estabilizante (difosfato tetrassódico, polifosfato de sódio e ortofosfato trissódico), conservante (sorbato de potássio), regulador de acidez (bicarbonato de sódio e acidulante ácido cítrico).

## **5.2. Caracterização das matérias-primas: óleo de girassol alto oleico (HOSO), concentrado proteico do soro (WPC) e condimento preparado tipo requeijão.**

A fim de compreender as características das matérias-primas, foram realizadas análise de determinação de teor de gordura através do método de hidrólise ácida, composição em ácidos graxos, índice de acidez e índice peróxido.

O óleo de girassol alto oleico apresentou valores de índice de acidez e peróxido de 0,23 mg KOH/g e 0,14 meq/100g respectivamente. Esses valores estão de acordo com limites estabelecidos pela Instrução Normativa N° 49 do MAPA (2006), nos parâmetros de identidade e qualidade óleos vegetais refinados. Com relação à composição em ácidos graxos, 81,97% corresponde ao ácido oleico e 9,36% de ácido linoleico (Tabela 13), o que condiz aos valores presentes na legislação para classificação desse óleo vegetal.

Para determinação dos lipídios totais o WPC e o condimento preparado tipo requeijão foram submetidos a análise de hidrólise. A partir desse método, foi obtida uma pequena fração de gordura que posteriormente foi utilizada para a determinação da composição em ácidos graxos. A Tabela 13 apresenta os resultados dessas determinações, onde pode-se observar que o WPC contém uma composição lipídica de 7,15 g/100g. Este valor está dentro da faixa descrita no Manual de Referência Para Produtos de Soro de Leite e Lactose dos EUA (2004), de 4,0 – 8% para o WPC 80%. Com relação a composição em ácidos graxos, é notório que os saturados são majoritários, entre eles podemos citar o mirístico (9,79 %), palmítico (30,09%) e esteárico (14,04%). Quanto os insaturados, o ácido oleico foi o predominante com 25,43%. Este é um perfil típico encontrado na gordura do leite. No trabalho realizado por VIRIATO (2017), o perfil de ácidos graxos da gordura anidra do leite foi semelhante aos identificados no presente estudo (mirístico – 14,15%; palmítico – 34,81%; esteárico – 10,64% e oleico – 19,89%), bem com os obtidos por LOPES e colaboradores (2011) (mirístico – 10,70%; palmítico – 28,9%; esteárico – 12,0% e oleico – 25,50%).

O condimento preparado tipo requeijão utilizado para melhorar as características organolépticas da cobertura culinária possui 28,20% de lipídios em sua composição. Em análogos de queijos, os condimentos são amplamente utilizados. Essa prática é necessária devido a substituição dos ingredientes lácteos, como por exemplo, a gordura do leite que proporcionam ao produto aroma e sabor específicos (RODRIGUES, 2006).

O perfil de ácidos graxos do condimento preparado tipo requeijão é composto prevalentemente pelo ácido palmítico (15,84%), esteárico (25,85%), elaídico (14,27) e oleico (35,10%). Embora tenha sido detectado uma quantidade significativa de C18:1 *trans*, o mesmo está diretamente relacionado a um dos ingredientes que compõem esta matéria-prima, no caso a gordura vegetal hidrogenada (média 33,72 a 35,97% de ácido elaídico). Porém, é importante ressaltar que a porcentagem de condimento utilizada é relativamente pequena (0,5%), não influenciando a composição de ácidos graxos finais das formulações desenvolvidas.

**Tabela 13. Tabela de composição em ácidos graxos e teor lipídico do Óleo de Girassol Alto Oleico (HOSO) Concentrado Proteico do Soro (WPC 80%) e Condimento Preparado.**

Determinações	HOSO		WPC 80%		Condimento	
Teor lipídico (g/100g)	-		7,15 ± 0,58		28,20 ± 0,58	
Ácidos Graxos	% Área	g/100g	% Área	g/100g	% Área	g/100g
Butírico (C 4:0)	-	-	0,75 ± 0,21	0,05 ± 0,01	-	-
Capróico (C6:0)	-	-	1,03 ± 0,08	0,07 ± 0,01	0,34 ± 0,03	0,09 ± 0,01
Caprílico (C8:0)	-	-	0,77 ± 0,04	0,05 ± 0,00	0,38 ± 0,02	0,10 ± 0,01
Cáprico (C10:0)	-	-	1,90 ± 0,09	0,13 ± 0,01	0,60 ± 0,03	0,16 ± 0,01
Láurico (C12:0)	-	-	2,63 ± 0,09	0,18 ± 0,01	0,64 ± 0,03	0,17 ± 0,01
Mirístico (C14:0)	3,74 ± 0,02	3,58 ± 0,02	9,79 ± 0,43	0,67 ± 0,03	2,40 ± 0,09	0,64 ± 0,02
Pentadecanóico (C15:0)	-	-	1,07 ± 0,05	0,07 ± 0,00	0,28 ± 0,02	0,08 ± 0,01
Palmítico (C16:0)	3,74 ± 0,02	3,58 ± 0,02	30,09 ± 0,25	2,06 ± 0,02	15,84 ± 0,29	4,22 ± 0,08
Palmitoléico (C16:1 ω 7)	0,11 ± 0,02	0,11 ± 0,02	1,44 ± 0,09	0,10 ± 0,01	0,40 ± 0,01	0,11 ± 0,00
Margárico (C17:0)	0,04 ± 0,00	0,04 ± 0,00	0,74 ± 0,02	0,05 ± 0,00	0,29 ± 0,01	0,08 ± 0,00
Heptadecanóico (C17:1 cis-10)	0,06 ± 0,01	0,05 ± 0,01	0,20 ± 0,01	0,01 ± 0,00	0,08 ± 0,00	0,02 ± 0,00
Estearico (C18:0)	2,69 ± 0,01	2,57 ± 0,01	14,04 ± 0,11	0,96 ± 0,01	25,85 ± 0,60	6,89 ± 0,15
Elaídico (C18:1 ω 9 t)	-	-	2,88 ± 0,09	0,20 ± 0,01	14,27 ± 0,12	3,80 ± 0,03
Oleico (C18:1 ω 9)	81,97 ± 0,05	78,36 ± 0,04	25,43 ± 0,84	1,74 ± 0,06	35,10 ± 0,15	9,35 ± 0,04
<i>Trans</i> linoleico (C18:2 ω 6 t)	-	-	0,52 ± 0,03	0,04 ± 0,00	-	-
Linoleico (C18:2 ω 6)	9,35 ± 0,04	8,94 ± 0,04	2,95 ± 0,13	0,20 ± 0,01	1,99 ± 0,19	0,53 ± 0,05
<i>Trans</i> Linolênico (C18:3 ω 3 t)	-	-	0,13 ± 0,03	0,01 ± 0,00	-	-
Linolênico (C18:3 ω 3 α)	0,13 ± 0,03	0,12 ± 0,03	0,24 ± 0,02	0,02 ± 0,00	0,17 ± 0,01	0,05 ± 0,00
Araquídico (C20:0)	0,27 ± 0,00	0,26 ± 0,00	0,35 ± 0,04	0,02 ± 0,01	0,44 ± 0,01	0,12 ± 0,00
Cis-11-eicosenóico (C20:1 ω 11)	0,29 ± 0,00	0,28 ± 0,00	0,08 ± 0,01	0,01 ± 0,00	0,09 ± 0,01	0,02 ± 0,00
Octadecatetraenóico (C18:4 ω 3)	-	-	0,16 ± 0,03	0,01 ± 0,00	-	-
Behênico (C22:0)	0,93 ± 0,01	0,89 ± 0,01	1,52 ± 0,04	0,10 ± 0,00	0,45 ± 0,00	0,12 ± 0,00
Lignocérico (C24:0)	0,33 ± 0,00	0,32 ± 0,00	1,30 ± 0,05	0,09 ± 0,00	0,18 ± 0,00	0,05 ± 0,00
<b>Ácidos Graxos Totalizados</b>	<b>% Área</b>	<b>g/100g</b>	<b>% Área</b>	<b>g/100g</b>	<b>% Área</b>	<b>g/100g</b>
Saturados	8,06 ± 0,05	7,70 ± 0,05	65,98 ± 0,74	4,51 ± 0,05	47,68 ± 0,10	12,71 ± 0,03
Monoinsaturados	82,43 ± 0,03	78,81 ± 0,03	27,15 ± 0,77	1,86 ± 0,05	35,67 ± 0,17	9,51 ± 0,05
Poliinsaturados	9,48 ± 0,02	9,06 ± 0,02	3,34 ± 0,17	0,23 ± 0,01	2,16 ± 0,20	0,58 ± 0,05
<i>Trans</i>	-	-	3,53 ± 0,15	0,24 ± 0,01	14,27 ± 0,12	3,80 ± 0,03

### 5.3 Caracterização das formulações de cobertura culinária obtidas através do planejamento experimental DCC 2<sup>3</sup>.

Para o desenvolvimento das coberturas culinárias, foram realizados testes preliminares com o intuito de estabelecer as concentrações máximas e mínimas das variáveis independentes escolhidas (Amido, WPC e HOSO). Após a definição prévia das concentrações, foi realizado o estudo utilizando o Delineamento Composto Central Rotacional (DCCR) 2<sup>3</sup> com 3 repetições no ponto central, totalizando 17 ensaios para obtenção desses análogos. As formulações produzidas foram avaliadas quanto a sua composição centesimal e composição em ácidos graxos através dos cálculos dos componentes presentes em cada matéria-prima. Também foram determinados o perfil de textura instrumental e *baking test* sendo que, os mesmos foram considerados como variáveis respostas para o planejamento.

#### 5.3.1. Composição centesimal e pH das formulações do planejamento.

Na tabela 14 apresenta os valores calculados da composição centesimal e do pH das formulações desenvolvidas.

**Tabela 14. Composição centesimal calculada das formulações de cobertura culinária do planejamento experimental DCCR 2<sup>3</sup>.**

Ensaio	Umidade (g/100g)	Cinzas (g/100g)	Lipídios (g/100g)	Proteínas (g/100g)	Carboidratos (g/100g)	Calorias (kcal/100g)	pH
1	87,96	0,13	1,41	0,67	9,83	54,68	5,93
2	83,78	0,17	1,41	0,67	13,95	71,15	5,91
3	85,69	0,21	1,57	2,58	9,95	64,26	5,97
4	81,53	0,26	1,57	2,58	14,07	80,73	5,97
5	84,37	0,13	4,98	0,67	9,85	86,89	5,89
6	80,21	0,17	4,98	0,67	13,97	103,36	5,96
7	82,12	0,21	5,14	2,58	9,95	96,39	5,98
8	77,96	0,26	5,14	2,58	14,07	112,86	5,97
9	86,35	0,15	3,28	1,62	8,60	70,41	5,95
10	79,47	0,23	3,28	1,62	15,40	97,61	5,98
11	84,80	0,12	3,13	0,02	11,93	75,94	5,85
12	81,02	0,26	3,42	3,22	12,08	91,99	5,99
13	85,91	0,19	0,28	1,62	12,00	57,01	5,97
14	79,91	0,19	6,28	1,62	12,00	111,01	5,89
15	82,91	0,19	3,28	1,62	12,00	84,01	5,99
16	82,91	0,19	3,28	1,62	12,00	84,01	5,96
17	82,91	0,19	3,28	1,62	12,00	84,01	5,97

\* Valores obtidos a partir do cálculo da composição das matérias-primas que de cada formulação.

A umidade ou teor de água presente nas formulações foi consideravelmente maior em relação às amostras comerciais, que possuem uma grande quantidade de sólidos (24,32 a

38,11%). Embora a formulação padrão utilizada para o desenvolvimento do estudo apresente uma menor concentração de sólidos, os mesmos foram suficientes para oferecer ao produto as características necessárias de retenção de água. Dessa forma, é de grande importância que as etapas de processamento bem como sua estocagem sejam realizadas corretamente, uma vez que altos teores de umidade podem implicar diretamente na estabilidade do produto (FELLOWS, 2006; CECCHI, 2007). Com relação às cinzas, podemos observar que os teores foram inferiores as amostras comerciais (0,12 a 0,26%) uma vez que as matérias-primas de maior proporção é o Amido e WPC que apresentam em suas composições um teor de cinzas menor que 1% e 3,5% respectivamente.

Por se tratar de um análogo parcialmente lácteo, estes produtos apresentam uma quantidade de proteína inferior quando comparados aos originais (requeijão culinário). A maior concentração obtida foi de 3,22%, sendo que a fonte majoritária desse componente é o WPC que possui uma concentração proteica de 80%. O percentual sugerido para adição de WPC em análogos de queijos é de 1 a 3% devido sua baixa capacidade de derretimento ou de proporcionar fluidez. No entanto, essa característica é de grande importância para as coberturas culinárias, uma vez que este produto deve apresentar capacidade de resistir a tratamentos térmicos como o processo de forneamento (GUINEE, 2011).

O teor lipídico das formulações apresentou uma variação de 0,28 à 6,28% que corresponde as condições indicadas no planejamento. Nota-se uma grande redução no teor lipídico das amostras desenvolvidas quando comparadas com as amostras comerciais, que representam em média 45,01 a 94,37% (**item 5.3.5**). Isso demonstra que, para esses produtos, não se faz necessário à utilização de uma grande quantidade de gordura como vem sendo empregada, visto que, em concentrações menores que 6% de HOSO foi possível o desenvolvimento da cobertura culinária com as mesmas características tecnológicas que as comerciais, porém com melhor perfil nutricional.

Os valores de carboidratos, na maioria dos casos, foram superiores nas formulações desenvolvidas no planejamento experimental quando comparadas as amostras comerciais. Como visto anteriormente, o amido modificado é a matéria-prima de maiores concentrações nas amostras coberturas culinárias, que dentre as inúmeras aplicações possíveis, apresenta propriedades favoráveis decorrentes da sua própria abundância e por possuir um papel comercial importante. O amido modificado utilizado no presente estudo possui em sua composição 88% de carboidrato, o que justifica os elevados teores desse componente.

Por se tratar de formulações com teores reduzidos de lipídios, os valores calóricos por consequência, foram inferiores quando comparados às amostras comerciais, conseguindo uma redução média de 65%. O pH apresenta uma grande importância em requeijão e seus análogos uma vez que a sua variação pode influenciar nas características de textura variando de secas e quebradiças até extremamente macias. O pH na faixa de 4,8 a 5,2 em geral, produz queijos com estrutura seca e firme com propensão a separação de fases. Um pH maior de 6,0 apresenta uma característica muito macia e úmida (MARCHESSEAU et. al., 1997; AWAD et. al, 2002). Os valores atingidos para as formulações desenvolvidas foram de 5,88 a 5,99 que correspondendo os limites encontrados na literatura (VAN DENDER, 2006; SOBRAL 2007).

### **5.3.2. Composição em ácidos graxos calculada das formulações de cobertura culinária desenvolvidas no planejamento.**

A composição em ácidos graxos assim como a composição centesimal, foi calculada a partir dos dados obtidos das matérias-primas (nesse caso, através da concentração de ácidos graxos encontrados no HOSO, WPC e condimento preparado tipo requeijão, considerando o teor de lipídios de cada matéria-prima e a concentração do ingrediente na cobertura culinária). Nota-se que de modo geral, os ácidos graxos predominantes foram palmítico (C16:0), esteárico (C18:0), oleico (C18:1) e linoleico (C18:2). As maiores concentrações são prevalentemente dos ácidos graxos insaturados por consequência da utilização do óleo de girassol alto oleico. Os demais ácidos graxos estão relacionados aos perfis encontrados no WPC (maior concentração de palmítico) e condimento preparado (maior concentração de esteárico e oleico). Os valores de ácidos graxos *trans* estiveram na faixa de 0,02 - 0,03g/100g. Levando em consideração aos parâmetros estabelecidos pela RDC n° 360 com relação às informações nutricionais, essas formulações são consideradas como “zero *trans*” por apresentar menos que 0,1g na porção (ANVISA, 2003). Esses resultados mostram a importância da substituição das bases lipídicas utilizadas nesses produtos, gordura vegetal hidrogenada, por óleos vegetais, como foi o caso do HOSO, que conferiram um perfil de ácidos graxos com melhores atributos além da ausência de ácidos graxos *trans* que são nocivos à saúde.

Tabela 15.1 Composição em ácidos graxos das formulações de cobertura culinária desenvolvidas no planejamento experimental DCCR 2<sup>3</sup>.

Ácidos Graxos	F1 (g/100g)	F2 (g/100g)	F3 (g/100g)	F4 (g/100g)	F5 (g/100g)	F6 (g/100g)	F7 (g/100g)	F8 (g/100g)	F9 (g/100g)	F10 (g/100g)
<b>Cáprico (C10:0)</b>	-	-	0,01	0,01	-	-	0,01	0,01	-	-
<b>Láurico (C12:0)</b>	-	-	0,01	0,01	-	-	0,01	0,01	0,01	0,01
<b>Mirístico (C14:0)</b>	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,03	0,03	0,02	0,02
<b>Palmítico (C16:0)</b>	0,08	0,08	0,13	0,13	0,21	0,21	0,26	0,26	0,16	0,16
<b>Palmitoléico (C16:1 ω 7)</b>	-	-	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
<b>Estearico (C18:0)</b>	0,07	0,07	0,10	0,10	0,17	0,17	0,19	0,17	0,13	0,13
<b>Elaídico (C18:1 ω 9 t)</b>	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03	0,04	0,02	0,02
<b>Oleico (C18:1 ω 9)</b>	1,01	1,01	1,05	1,05	3,78	3,78	3,85	3,85	2,43	2,43
<b>Linoleico (C18:2 ω 6)</b>	0,11	0,11	0,12	0,12	0,43	0,43	0,44	0,44	0,27	0,27
<b>Linolênico (C18:3 ω 3 α)</b>	-	-	-	-	0,01	0,01	0,01	0,01	-	-
<b>Araquídico (C20:0)</b>	-	-	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
<b>Cis-11-eicosenóico (C20:1 ω 11)</b>	-	-	-	-	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
<b>Behênico (C22:0)</b>	0,01	0,01	0,02	0,02	0,05	0,05	0,05	0,05	0,03	0,03
<b>Lignocérico (C24:0)</b>	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
<b>Ácidos graxos totalizados</b>	<b>g/100g</b>									
<b>Saturados</b>	0,19	0,19	0,30	0,30	0,47	0,47	0,58	0,58	0,38	0,38
<b>Monoinsaturados</b>	1,02	1,02	1,06	1,06	3,83	3,83	3,87	3,87	2,45	2,45
<b>Poliinsaturados</b>	0,11	0,11	0,12	0,12	0,44	0,44	0,44	0,44	0,28	0,28
<b>Trans</b>	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02

Valores obtidos a partir dos perfis de ácidos graxos encontrados nas matérias-primas: HOSO, WPC e condimento preparado tipo requeijão.

Tabela 15.2. Composição em ácidos graxos das formulações de cobertura culinária desenvolvidas no planejamento experimental DCCR 2<sup>3</sup>.

Ácidos Graxos	F11 (g/100g)	F12 (g/100g)	F13 (g/100g)	F14 (g/100g)	F15 (g/100g)	F16 (g/100g)	F17 (g/100g)
<b>Cáprico (C10:0)</b>	-	0,01	-	-	-	-	-
<b>Láurico (C12:0)</b>	-	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
<b>Mirístico (C14:0)</b>	0,01	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
<b>Palmitico (C16:0)</b>	0,13	0,21	0,06	0,27	0,16	0,16	0,16
<b>Palmitoléico (C16:1 ω 7)</b>	-	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01
<b>Esteárico (C18:0)</b>	0,11	0,15	0,05	0,21	0,13	0,13	0,13
<b>Elaídico (C18:1 ω 9 t)</b>	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
<b>Oleico (C18:1 ω 9)</b>	2,40	2,47	0,08	4,78	2,43	2,43	2,43
<b>Linoleico (C18:2 ω 6)</b>	0,27	0,28	0,01	0,54	0,28	0,28	0,28
<b>Linolênico (C18:3 ω 3 α)</b>	0,00	0,01	-	0,01	-	-	-
<b>Araquídico (C20:0)</b>	0,01	0,01	-	0,02	0,01	0,01	0,01
<b>Cis-11-eicosenóico (C20:1 ω 11)</b>	0,01	0,01	-	0,02	0,01	0,01	0,01
<b>Behênico (C22:0)</b>	0,03	0,03	-	0,06	0,03	0,03	0,03
<b>Lignocérico (C24:0)</b>	0,01	0,01	-	0,02	0,01	0,01	0,01
<b>Ácidos graxos totalizados</b>	<b>g/100g</b>						
<b>Saturados</b>	0,29	0,48	0,15	0,61	0,38	0,38	0,38
<b>Monoinsaturados</b>	2,41	2,49	0,08	4,81	2,45	2,45	2,45
<b>Poliinsaturados</b>	0,27	0,28	0,01	0,55	0,28	0,28	0,28
<b>Trans</b>	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02

Valores obtidos a partir dos perfis de ácidos graxos encontrados nas matérias-primas: HOSO, WPC e condimento preparado tipo requeijão.

**5.3.3. Avaliação dos efeitos das variáveis: amido, concentrado proteico do soro e óleo de girassol alto oleico nas formulações de cobertura culinária desenvolvidas com relação aos atributos de textura – TPA.**

A análise de perfil de textura foi estabelecida como uma das respostas do planejamento experimental DCCR 2<sup>3</sup> avaliando o comportamento das variáveis: amido, WPC e HOSO com relação as parâmetros de dureza, adesividade, elasticidade e coesividade. A tabela 16 apresenta os valores obtidos para os 17 ensaios.

**Tabela 16. Valores obtidos para os parâmetros dureza, adesividade, elasticidade e coesividade para as formulações de cobertura culinária desenvolvidas.**

Ensaio	Variáveis			Parâmetros da Análise de Perfil de Textura			
	Amido (%)	WPC (%)	HOSO (%)	Dureza (N)	Adesividade (N.s)	Elasticidade (-)	Coesividade (-)
1	7,61	0,81	1,21	1,18 ± 0,08	2,34 ± 0,28	0,90 ± 0,01	0,62 ± 0,03
2	12,38	0,81	1,21	3,02 ± 0,32	6,52 ± 0,63	0,88 ± 0,02	0,62 ± 0,01
3	7,61	3,19	1,21	1,22 ± 0,04	3,43 ± 0,23	0,91 ± 0,00	0,60 ± 0,01
4	12,38	3,19	1,21	3,84 ± 0,03	9,76 ± 1,17	0,89 ± 0,01	0,62 ± 0,02
5	7,61	0,81	4,78	1,44 ± 0,02	2,34 ± 0,35	0,89 ± 0,02	0,62 ± 0,02
6	12,38	0,81	4,78	4,27 ± 0,25	8,91 ± 1,46	0,88 ± 0,02	0,62 ± 0,01
7	7,61	3,19	4,78	1,58 ± 0,10	4,00 ± 0,45	0,91 ± 0,01	0,62 ± 0,01
8	12,38	3,19	4,78	3,52 ± 0,32	9,14 ± 0,79	0,89 ± 0,01	0,62 ± 0,01
9	6	2	3	0,58 ± 0,08	0,68 ± 0,09	0,92 ± 0,02	0,67 ± 0,06
10	14	2	3	6,27 ± 0,27	9,91 ± 2,17	0,91 ± 0,04	0,60 ± 0,05
11	10	0	3	1,75 ± 0,06	3,44 ± 0,60	0,87 ± 0,00	0,56 ± 0,03
12	10	4	3	2,63 ± 0,18	5,90 ± 1,19	0,91 ± 0,00	0,61 ± 0,04
13	10	2	0	1,88 ± 0,28	4,15 ± 1,07	0,91 ± 0,01	0,63 ± 0,01
14	10	2	6	2,65 ± 0,16	6,28 ± 1,36	0,91 ± 0,02	0,65 ± 0,01
15	10	2	3	1,70 ± 0,03	4,62 ± 0,24	0,90 ± 0,01	0,64 ± 0,01
16	10	2	3	1,55 ± 0,15	3,72 ± 0,92	0,66 ± 0,01	0,91 ± 0,10
17	10	2	3	1,66 ± 0,02	3,85 ± 0,38	0,66 ± 0,01	0,98 ± 0,04

Resultados expressos como média ± desvio padrão das análises em triplicata. (-) Parâmetro adimensional.

A relação entre medidas instrumentais e sensoriais fornece informações de uso prático no monitoramento e desenvolvimento de produtos. Relacionar dados instrumentais e dados de aceitação sensorial é importante para definir quais os parâmetros instrumentais que garantem uma máxima aceitação sensorial (VIDIGAL, 2009).

### 5.3.3.1. Dureza

Dureza pode ser definida como a força necessária para alcançar uma determinada deformação, em termos sensoriais expressa o valor máximo na primeira mordida no processo de mastigação (VAN-VLEIT, 1991). Por meio dos resultados obtidos através da análise instrumental, foi determinado os coeficientes de regressão apresentados na tabela 17.

**Tabela 17 - Coeficiente de regressão para o parâmetro de dureza das amostras desenvolvidas.**

Nome	Coeficiente	Erro Padrão	t calculado	p-valor
<b>Média</b>	1,648	0,276	5,982	0,001
<b>Amido (x<sub>1</sub> )</b>	<b>1,377</b>	<b>0,129</b>	<b>10,639</b>	<b>0,000</b>
<b>Amido (x<sub>1</sub><sup>2</sup>)</b>	<b>0,593</b>	<b>0,142</b>	<b>4,162</b>	<b>0,004</b>
<b>WPC (x<sub>2</sub> )</b>	0,127	0,129	0,979	0,360
<b>WPC (x<sub>2</sub><sup>2</sup>)</b>	0,156	0,142	1,096	0,309
<b>HOSO (x<sub>3</sub> )</b>	0,208	0,129	1,610	0,151
<b>HOSO (x<sub>3</sub><sup>2</sup>)</b>	0,183	0,142	1,283	0,240
<b>Amido x WPC</b>	-0,014	0,169	-0,081	0,937
<b>Amido x HOSO</b>	0,039	0,169	0,229	0,825
<b>WPC x HOSO</b>	-0,184	0,169	-1,087	0,313

\*Variáveis significativas ao nível de 5% (<0,05).

Como resultado, pode-se observar que apenas a concentração da variável amido influenciou no parâmetro de dureza. Análise de variância representada na tabela 18 mostrou uma porcentagem de variação de 90,16% (R<sup>2</sup>) e F-calculado superior ao tabelado, sugerindo que esse modelo é adequado para avaliar o comportamento de dureza das formulações desenvolvidas. Dessa forma, temos a equação 1 do modelo reparametrizado a partir das variáveis codificadas que contêm apenas os termos estatisticamente significativos ao nível de 5%.

#### Equação 9:

$$\text{Dureza} = 1,98 + 1,38 x_1 + 0,52 x_1^2$$

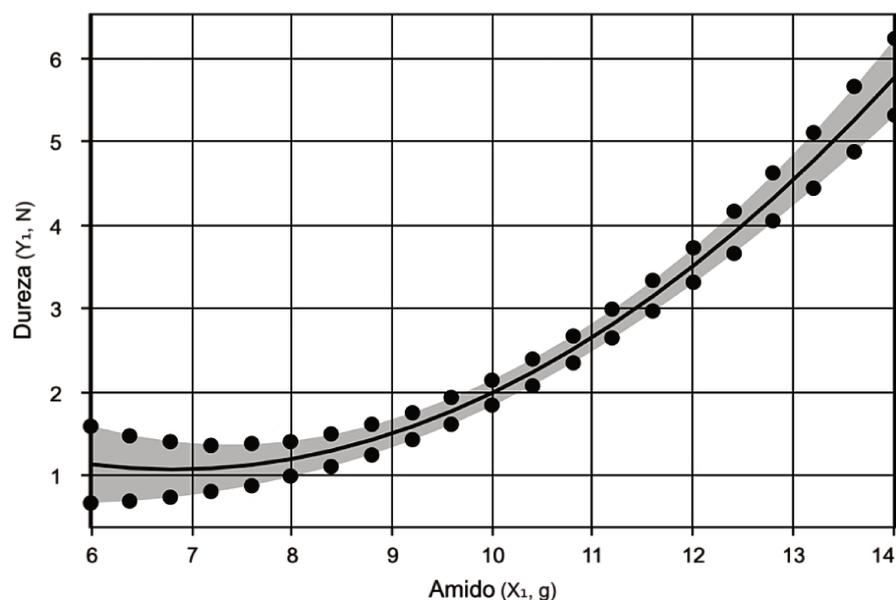
Onde: X1= Amido

**Tabela 18 – Análise de variância para dureza nos fatores estatisticamente significativos.**

Fonte de variação	Soma dos quadrados	Graus de liberdade	Quadrado médio	F-calc.	p-valor
Regressão	29,34	2	14,67	64,17	0,000
Resíduos	3,20	14	0,23		
Falta de Ajuste	3,19	12	0,27	44,04	0,022
Erro Puro	0,01	2	0,01		
<b>Total</b>	<b>32,54</b>	<b>16</b>			

**R<sup>2</sup>=90,16%**

É possível verificar a partir do gráfico (figura 12) que o aumento da concentração de amido influencia diretamente na dureza, ou seja, quanto maior o percentual de amido adicionado mais consistente será o produto final. Esses resultados também foram observados nos trabalhos realizados por Bennet et. al. (2006) e Sobral (2007), onde adição do amido desenvolveu um aumento da dureza nos queijos processados análogos. Hachmeister e Herald (1998) constataram que amido modificado pode acentuar a firmeza e outras características de textura em produtos de teor reduzido de gordura (produtos emulsionados de peru adicionados de água). Pode-se observar que as formulações 2, 4, 6, 8 e 10 apresentaram valores de dureza semelhantes as amostras comerciais, em uma faixa de 3 a 6 N.



**Figura. 12.** Gráfico do parâmetro de dureza em relação a variável amido.

### 5.3.3.3. Adesividade.

O parâmetro de adesividade que é considerado como o trabalho necessário para superar as forças de atração entre a superfície do alimento e a de outros materiais que o alimento entra em contato, os resultados de coeficiente de regressão estão descritos na tabela 19.

**Tabela 19. Coeficiente de regressão para o parâmetro de adesividade das amostras desenvolvidas.**

Nome	Coeficiente	Erro Padrão	t calculado	p-valor
<b>Média</b>	4,019	0,434	9,268	0,000
<b>Amido (x<sub>1</sub>)</b>	<b>2,764</b>	<b>0,204</b>	<b>13,571</b>	<b>0,000</b>
Amido (x <sub>1</sub> <sup>2</sup> )	0,587	0,224	2,621	0,034
<b>WPC (x<sub>2</sub>)</b>	<b>0,758</b>	<b>0,204</b>	<b>3,724</b>	<b>0,007</b>
WPC (x <sub>2</sub> <sup>2</sup> )	0,366	0,224	1,635	0,146
<b>HOSO (x<sub>3</sub>)</b>	0,434	0,204	2,129	0,071
HOSO (x <sub>3</sub> <sup>2</sup> )	0,559	0,224	2,495	0,041
<b>Amido x WPC</b>	0,090	0,266	0,338	0,745
<b>Amido x HOSO</b>	0,150	0,266	0,564	0,591
<b>WPC x HOSO</b>	-0,305	0,266	-1,146	0,289

\*Variáveis significativas ao nível de 5% (<0,05). Embora a variável Amido (X<sub>1</sub><sup>2</sup>) e HOSO (X<sub>3</sub><sup>2</sup>) apresentando valores abaixo de 0,05, quando calculado usando o software protimiza experimental designer, o mesmo apresenta um p-valor de: 0,0761 e 0,0928 respectivamente.

Para reposta adesividade, podemos observar que apenas os termos lineares das variáveis amido e WPC foram estatisticamente significativos. Os aumentos das suas concentrações acarretam num maior valor de adesividade, ou seja, uma maior resistência em aderir nas superfícies à qual produto e aplicado. A equação 2 descreve o modelo ajustado, excluindo as variáveis não estatisticamente significativas.

#### Equação 10

$$\text{Adesividade} = 5,23 + 2,76 x_1 + 0,76 x_2$$

**Onde:** X<sub>1</sub>= Amido; X<sub>2</sub>= WPC.

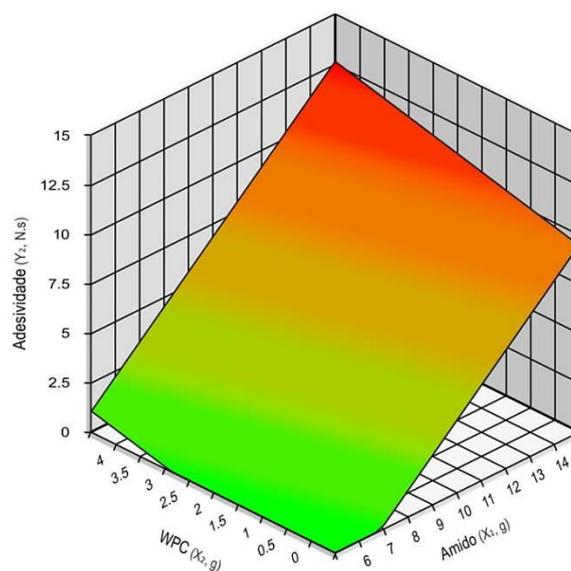
Através da análise de variância é possível notar que o F-calculado para regressão (58,63) é altamente significativo e a porcentagem de variação explicada (R<sup>2</sup>) pelo modelo foi consideravelmente relevante de 89,3%, concluindo que modelo se ajusta aos dados experimentais.

**Tabela 20. Análise de variância para adesividade nos fatores estatisticamente significativos ao nível de 5%.**

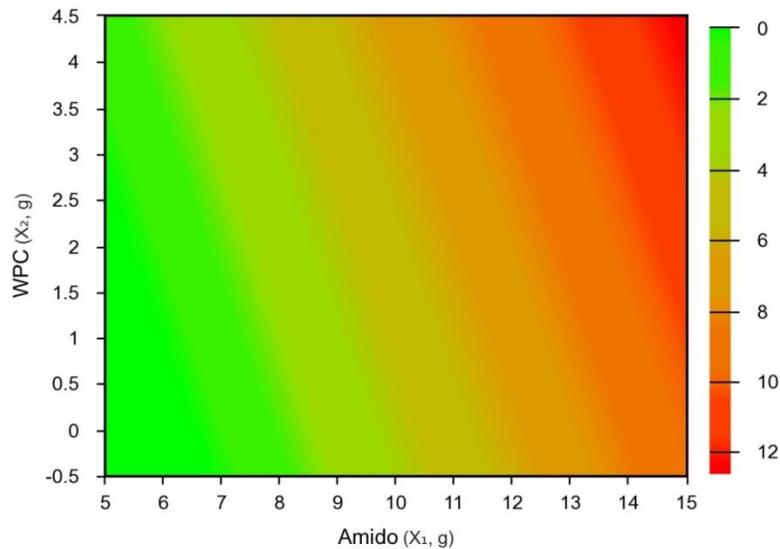
Fonte de variação	Soma dos quadrados	Graus de liberdade	Quadrado médio	F-cal	p-valor
Regressão	112,16	2	56,08	58,63	0,000
Resíduos	13,39	14	0,96		
Falta de Ajuste	12,92	12	1,08	4,55	0,194
Erro Puro	0,47	2	0,24		
<b>Total</b>	<b>125,56</b>	<b>16</b>			

**R<sup>2</sup>= 89,33%**

Através da superfície de resposta e a curva gerada pelo modelo, pode-se avaliar a relação amido x WPC para o parâmetro de adesividade. A faixa de variação dos valores obtidos nos ensaios foram de 0,61 a 9,98 N.s, sendo considerado relativamente menor em comparação as amostras comerciais. Foi possível perceber através do manuseio das amostras que os percentuais de amido na faixa de 10 – 12% e WPC acima de 2% proporcionam boas características de aderência do produto em superfícies como, por exemplo, massas de pizzas. Em análogos de queijos, que apresentam um maior teor de umidade e uma redução do teor de gordura, ocorre um aumento da firmeza e da adesividade devido a absorção gradativa da água pelo amido e pelo concentrado proteico do soro. Esses resultados corroboraram com os encontrados por BOSI (2008) onde a adição de fibra alimentar bem como WPC 34 proporcionou um aumento da adesividade em requeijão light.



**Figura. 13.** Superfície de resposta para adesividade entre a relação WPC x Amido



**Figura 14.** Curva de contorno para adesividade entre a relação WPC x Amido.

#### 5.3.3.4. Elasticidade

A elasticidade pode ser definida como taxa em que o material deformado retorna a sua forma não deformada depois da força ter sido cessada.

**Tabela 21.** Coeficiente de regressão para elasticidade das amostras desenvolvidas.

Nome	Coefficiente	Erro Padrão	t calculado	p-valor
<b>Média</b>	0,897	0,006	151,383	0,000
<b>Amido (<math>x_1</math>)</b>	<b>-0,006</b>	<b>0,003</b>	<b>-2,284</b>	<b>0,056</b>
<b>Amido (<math>x_1^2</math>)</b>	0,004	0,003	1,264	0,247
<b>WPC (<math>x_2</math>)</b>	<b>0,009</b>	<b>0,003</b>	<b>3,085</b>	<b>0,018</b>
<b>WPC (<math>x_2^2</math>)</b>	<b>-0,006</b>	<b>0,002</b>	<b>-2,650</b>	<b>0,020</b>
<b>HOSO (<math>x_3</math>)</b>	-0,001	0,003	-0,263	0,800
<b>HOSO (<math>x_3^2</math>)</b>	0,002	0,003	0,687	0,514
<b>Amido x WPC</b>	-0,001	0,004	-0,344	0,741
<b>Amido x HOSO</b>	0,001	0,004	0,344	0,741
<b>WPC x HOSO</b>	0,001	0,004	0,344	0,741

\*Variáveis significativas ao nível de 5% (<0,05).

De acordo com a tabela 21, apenas os coeficientes de regressão amido (linear) e WPC (linear e quadrático) influenciaram a elasticidade das formulações desenvolvidas. A equação (3) abaixo apresenta o modelo gerado excluindo as variáveis não estatisticamente significativas.

**Equação 11**

$$\text{Elasticidade} = 0,90 - 0,01 x_1 + 0,01 x_2 - 0,01 x_2^2$$

Onde: X1= Amido; X2 =WPC.

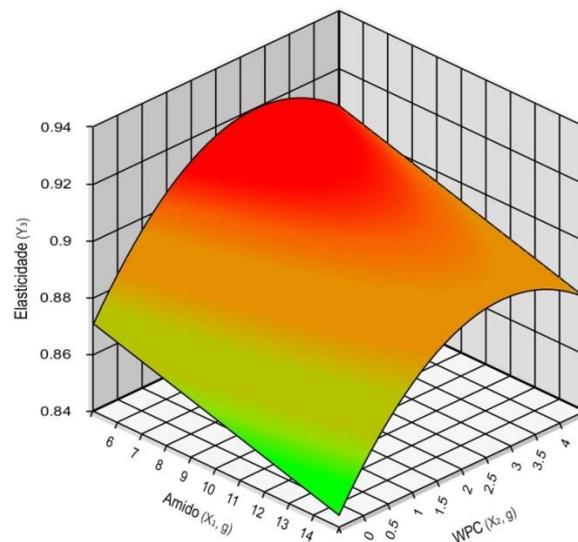
De acordo com ANOVA observou-se que o modelo que descreve a resposta elasticidade em função das variáveis estudadas, pode ser considerado adequado, uma vez que a porcentagem de variação explicada é da 68,29% ( $R^2$ ) satisfazendo os requisitos para construção das superfícies de respostas e curvas de contorno.

**Tabela 22. Análise de variância para elasticidade nos fatores estatisticamente significativos ao nível de 5% ( $p < 0,05$ ).**

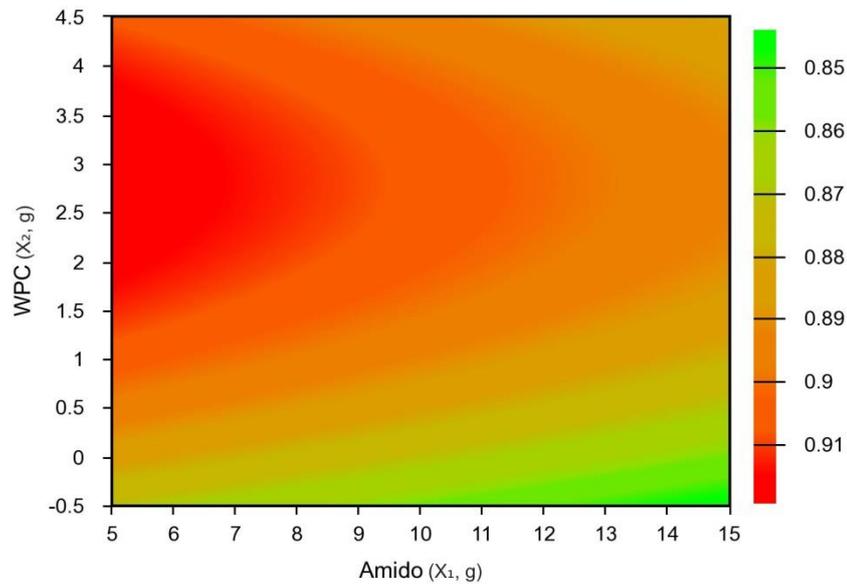
Fonte de variação	Soma dos quadrados	Graus de liberdade	Quadrado médio	F-cal	p-valor
Regressão	0,002	3,00	0,001	9,33	0,001
Resíduos	0,001	13,00	0,000		
Falta de Ajuste	0,001	11,00	0,000	2,45	0,325
Erro Puro	0,000	2,00	0,000		
<b>Total</b>	<b>0,003</b>	<b>16,00</b>			

**$R^2 = 68,29\%$**

O parâmetro de elasticidade está diretamente relacionado à concentração de proteína e mais estritamente às interações de rede proteica. A ligação proteína-amido possui menor grau de elasticidade que a ligação proteína-proteína, portanto quanto maior for a porcentagem de amido, menor será a elasticidade do requeijão culinário.



**Figura 15.** Superfície de resposta para elasticidade entre a relação Amido x WPC.



**Figura 16.** Curva de contorno para elasticidade entre a relação Amido x WPC.

### 5.3.3.5. Coesividade.

O último parâmetro estudado na análise de textura foi a coesividade que pode ser definida como a extensão que o material pode ser deformado antes de romper.

**Tabela 23. Coeficientes de regressão para coesividade das amostras desenvolvidas.**

Nome	Coefficiente	Erro Padrão	t calculado	p-valor
<b>Média</b>	0,653	0,012	53,395	0,000
<b>Amido (<math>x_1</math>)</b>	-0,007	0,006	-1,245	0,253
<b>Amido (<math>x_1^2</math>)</b>	-0,007	0,006	-1,042	0,332
<b>WPC (<math>x_2</math>)</b>	0,005	0,006	0,817	0,441
<b>WPC (<math>x_2^2</math>)</b>	<b>-0,024</b>	<b>0,006</b>	<b>-3,837</b>	<b>0,006</b>
<b>HOSO (<math>x_3</math>)</b>	0,004	0,006	0,683	0,516
<b>HOSO (<math>x_3^2</math>)</b>	-0,005	0,006	-0,762	0,471
<b>Amido x WPC</b>	0,003	0,008	0,333	0,749
<b>Amido x HOSO</b>	-0,003	0,008	-0,333	0,749
<b>WPC x HOSO</b>	0,003	0,008	0,333	0,749

\*Variáveis significativas ao nível de 5% (<0,05).

Para o parâmetro de coesividade apenas o termo quadrático da variável WPC foi estatisticamente significativo ao nível de 5%, conforme pode ser observado pela tabela 23 dos coeficientes de regressão. Com procedimento análogo aos anteriores, foi obtida a equação 4 do modelo reparametrizado, onde o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) foi expresso como 54,45%.

**Equação 12**

$$\text{Coesividade} = 0,64 - 0,02 \times x_2^2$$

Onde: X2 = WPC

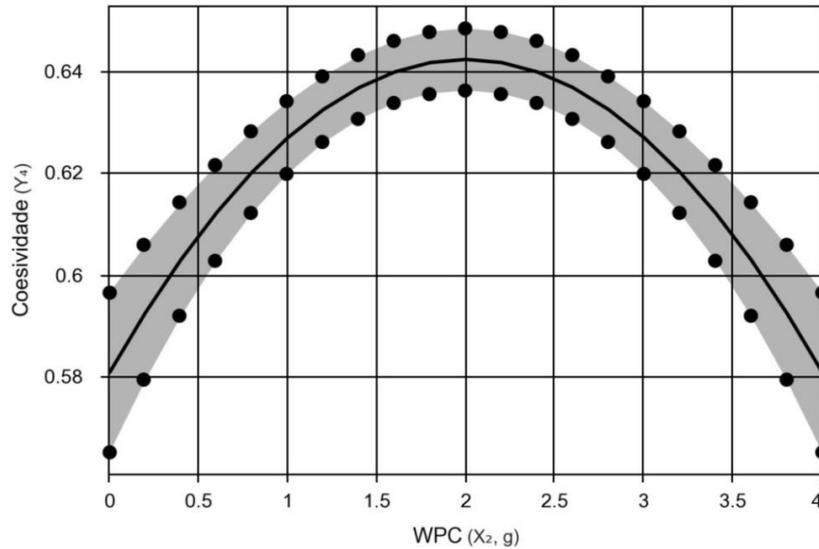
De acordo com os resultados da análise de variância o modelo ajustado para coesividade apresentou regressão significativa ( $F\text{-cal} > F\text{-tab}$ ) e a falta de ajuste não significativo ao nível em questão, sendo considerado preditivo.

**Tabela 23. Análise de variância para coesividade nos fatores estatisticamente significativos ao nível de 5%.**

Fonte de variação	Soma dos quadrados	Graus de liberdade	Quadrado Médio	F-calculado	p-valor
<b>Regressão</b>	0,01	1,00	0,01	17,95	0,00
<b>Resíduos</b>	0,01	15,00	0,00		
<b>Falta de Ajuste</b>	0,00	13,00	0,00	2,79	0,29
<b>Erro Puro</b>	0,00	2,00	0,00		
<b>Total</b>	0,01	16,00			

**R<sup>2</sup> = 54,48%**

Os resultados de coesividade do presente trabalho variaram entre 0,60 a 0,98 apresentaram similaridade aos obtidos por Van Dender et al., (2003), que foram valores de 0,81e 0,98. Podemos observar a partir do gráfico da figura 17 que o percentual de WPC até 2% intensificou a coesividade do produto, no entanto, acima desse valor ocorre a redução. De acordo com estudo realizado por Mounsey e O'Riordan (2008), foi verificado que quando a proteína era substituídas por amido em queijos análogos os valore de coesividade diminuían. O tamanho dos grânulos de amido e sua capacidade de inchar quando absorve água, possivelmente rompe os componentes de matriz do queijo análogo resultando numa fratura da rede de proteína (MOUNSEY & O'RIODAY, 2008).



**Figura 17.** Gráfico do parâmetro de coesividade em relação a variável WPC.

#### **5.3.4. Baking Test.**

As coberturas culinárias desenvolvidas foram submetidas ao *baking test* para simular a fabricação de uma pizza e avaliar as propriedades tecnológicas e visuais nas formulações desenvolvidas no planejamento experimental de acordo com o método descrito por Rudan e Barbano (1997). Na tabela 25 encontram-se os resultados obtidos sendo que, os valores estabelecidos de 1 a 5 demonstram a resistência das amostras no teste de forneamento.

**Tabela 25.** Valores obtidos para o parâmetro de *Baking Test* da análise de capacidade de derretimento.

<b>Ensaio</b>	<b>Amido</b>	<b>WPC</b>	<b>HOSO</b>	<b>Baking Test</b>	<b>Figuras</b>
<b>1</b>	7,61	0,81	1,21	2	18
<b>2</b>	12,38	0,81	1,21	3	19
<b>3</b>	7,61	3,19	1,21	5	20
<b>4</b>	12,38	3,19	1,21	4	21
<b>5</b>	7,61	0,81	4,78	2	22
<b>6</b>	12,38	0,81	4,78	4	23
<b>7</b>	7,61	3,19	4,78	5	24
<b>8</b>	12,38	3,19	4,78	5	25
<b>9</b>	6	2	3	1	26
<b>10</b>	14	2	3	3	27
<b>11</b>	10	0	3	2	28
<b>12</b>	10	4	3	5	29
<b>13</b>	10	2	0	4	30
<b>14</b>	10	2	6	5	31
<b>15</b>	10	2	3	5	32
<b>16</b>	10	2	3	5	33
<b>17</b>	10	2	3	5	34

Após do teste de forneamento foram realizadas as fotografias dos 17 ensaios a fim de demonstrar visualmente a capacidade de suportar a temperatura de 200°C por 10 minutos sem que houvesse derretimento excessivo ou ocorresse algum tipo de característica indesejada em comparação com as amostras comerciais. As figuras 18 a 34 correspondem às formulações antes e depois do processo de forneamento e os números descritos nos cantos superiores direito demonstram as características estabelecidas para o parâmetro de *baking test*.

As formulações F1, F2, F5, F9, F10 e F11 apresentaram baixa capacidade de suportar as condições estabelecidas na análise em questão. Pôde-se observar que a variação do teor de amido entre as formulações influenciou diretamente não só nos parâmetros de textura, mas também na eficácia do produto frente ao teste de forneamento, uma vez que sua ligação com a água proporciona a formação de gel, que pode ser definido como um material formado por uma rede sólida tridimensional contínua (“network”) que embebe o solvente e o imobiliza, havendo um equilíbrio entre as forças atrativas e repulsivas (CLARK, ROSS-MURPHY, 1991) aumentando a viscosidade e dificultando o escoamento do produto. Nas concentrações de amido superiores a 12,38% notou-se uma descaracterização do produto como pode ser observado na formulação F10 (figura 27) que demonstrou aspecto quebradiço e com maior resistência à manipulação.

O WPC também se mostrou como uma variável importante. Sua ausência acarretou em um produto com baixa homogeneidade, aspecto granular e menor capacidade de retenção de água. O óleo de girassol alto oleico (HOSO) influenciou no comportamento da cobertura culinária à medida que o teor de WPC era modificado. Temos como exemplo, a formulação F3 que continha 1,21% de HOSO e 3,19% de WPC e conferiu um resultado de *baking test* satisfatório diferente da formulação F1, que possuía as mesmas concentrações de HOSO, porém com 0,81% de WPC. Dessa forma pode-se dizer que o concentrado proteico do soro do leite atua como um agente emulsificante diminuindo a tensão interfacial formando um filme entre as duas fases óleo/água. A diferença entre um emulsificante e um estabilizante é que o primeiro apresenta a capacidade de formar uma emulsão através da diminuição da energia livre e da tensão interfacial, já o segundo, confere estabilidade ao sistema por longo prazo diminuindo a coalescência das gotículas emulsionadas. Sendo assim, as proteínas podem agir como emulsificante e/ou estabilizante (CAPITANI, 2004).

Embora a utilização de HOSO demonstre importância com relação a interação entre a proteína, sua ausência não interferiu nas características finais do produto, comprovando que é possível o desenvolvimento de análogos de requeijão culinário com

substituição total da gordura vegetal parcialmente hidrogenada por outras fontes lipídicas bem como sua não utilização.

As formulações F3, F4, F6, F7, F8, F12, F13, F14 e os pontos centrais (F15, F16 e F17) demonstraram boas propriedades de resistência ao calor, não apresentando derretimento excessivo e capacidade de retenção de água, dessa forma, para o desenvolvimento da cobertura culinário as concentrações ótimas de processo para o amido devem estar na faixa de 7,61% a 12,38% e para o WPC entre 2% a 4%.



**Figuras 18.** Formulação 1- Antes e depois do processo de forneamento a 200°C por 10 minutos.



**Figura 19.** Formulação 2 – Antes e depois do processo de forneamento a 200°C por 10 minutos.



**Figura 20.** Formulação 3 – Antes e depois do processo de forneamento a 200°C por 10 minutos.



**Figura 21.** Formulação 4 – Antes e depois do processo de forneamento a 200°C por 10 minutos.



**Figura 22.** Formulação 5 – Antes e depois do processo de forneamento a 200°C por 10 minutos.



**Figura 23.** Formulação 6 – Antes e depois do processo de forneamento a 200°C por 10 minutos.



**Figura 24.** Formulação 7 – Antes e depois do processo de forneamento a 200°C por 10 minutos.



**Figura 25.** Formulação 8 – Antes e depois do processo de forneamento a 200°C por 10 minutos.



**Figura 26.** Formulação 9 – Antes e depois do processo de forneamento a 200°C por 10 minutos.



**Figura 27.** Formulação 10 - Antes e depois do processo de forneamento a 200°C por 10 minutos.



**Figura 28.** Formulação 11 - Antes e depois do processo de forneamento a 200°C por 10 minutos.



**Figura 29.** Formulação 12 - Antes e depois do processo de forneamento a 200°C por 10 minutos.



**Figura 30.** Formulação 13 - Antes e depois do processo de forneamento a 200°C por 10 minutos.



**Figura 31.** Formulação 14 - Antes e depois do processo de forneamento a 200°C por 10 minutos.



**Figura 32.** Formulação 15 - Antes e depois do processo de forneamento a 200°C por 10 minutos.



**Figura 33.** Formulação 16 - Antes e depois do processo de forneamento a 200°C por 10 minutos.



**Figura 34.** Formulação 17 - Antes e depois do processo de forneamento a 200°C por 10 minutos.

**5.3.4.1. Avaliação do efeito das variáveis: Amido, WPC e HOSO nas formulações desenvolvidas com relação à capacidade de derretimento através da análise de *Baking Test*.**

A partir dos resultados da análise de *baking test* foram obtidos os dados de coeficiente de regressão expressos na tabela 26.

**Tabela 26. Coeficiente de regressão para *baking test* das amostras desenvolvidas.**

Nome	Coefficiente	Erro Padrão	t calculado	p-valor
Média	4,967	0,248	20,046	0,000
Amido ( $x_1$ )	<b>0,393</b>	<b>0,116</b>	<b>3,375</b>	<b>0,012</b>
Amido ( $x_1^2$ )	<b>-0,946</b>	<b>0,128</b>	<b>-7,385</b>	<b>0,000</b>
WPC ( $x_2$ )	<b>0,955</b>	<b>0,116</b>	<b>8,210</b>	<b>0,000</b>
WPC ( $x_2^2$ )	<b>-0,415</b>	<b>0,128</b>	<b>-3,244</b>	<b>0,014</b>
HOSO ( $x_3$ )	<b>0,270</b>	<b>0,116</b>	<b>2,317</b>	<b>0,054</b>
HOSO ( $x_3^2$ )	-0,062	0,128	-0,483	0,644
Amido x WPC	<b>-0,500</b>	<b>0,152</b>	<b>-3,289</b>	<b>0,013</b>
Amido x HOSO	0,250	0,152	1,645	0,144
WPC x HOSO	0,000	0,152	0,000	1,000

\*Variáveis significativas ao nível de 5% (<0,05).

Verificou-se que os termos lineares e quadráticos para as variáveis amido e WPC foram significativos, bem como a interação das duas matérias-primas no processamento do produto. Já para o HOSO, apenas o modelo linear se mostrou significativo com p-valor dentro no nível estudado (5%). Observou-se que o modelo matemático (equação 5) foi altamente significativo apresentando um coeficiente de determinação ( $R^2$ ) de 93,9% concluindo que os dados experimentais foram bem ajustados.

### Equação 13

$$Y_1 = 4,89 + 0,39 x_1 - 0,93 x_1^2 + 0,96 x_2 - 0,40 x_2^2 + 0,27 x_3 - 0,50 x_1 x_2$$

Onde:  $Y_1$  = *Baking test*;  $X_1$  = Amido;  $X_2$  = WPC e  $X_3$  = HOSO

**Tabela 27. Análise de variância para o *baking test* nos fatores estatisticamente significativos ao nível de 5%.**

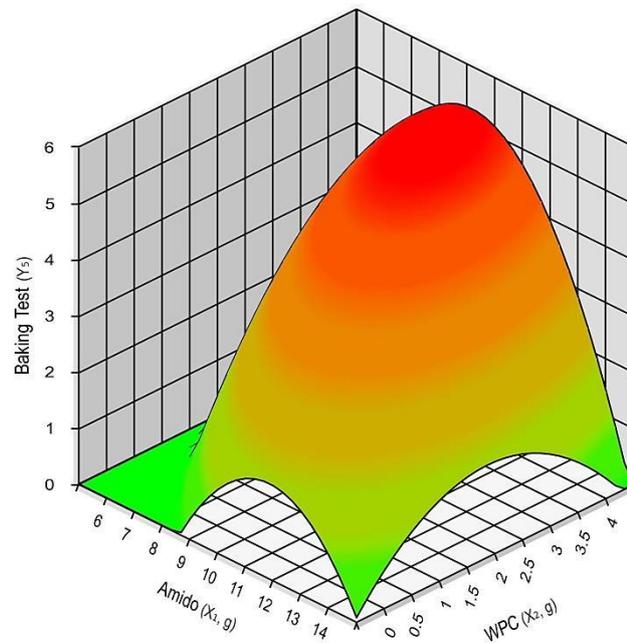
Fonte de Variação	Soma dos quadrados	Graus de liberdade	Quadrado Médio	F - calculado	p-valor
Regressão	28,63	6,00	4,77	25,97	0,00
Resíduos	1,84	10,00	0,18		
Falta de Ajuste	1,84	8,00	0,23		
Erro Puro	0,00	2,00	0,00		
<b>Total</b>	<b>30,47</b>	<b>16,00</b>			

**$R^2=93,97\%$**

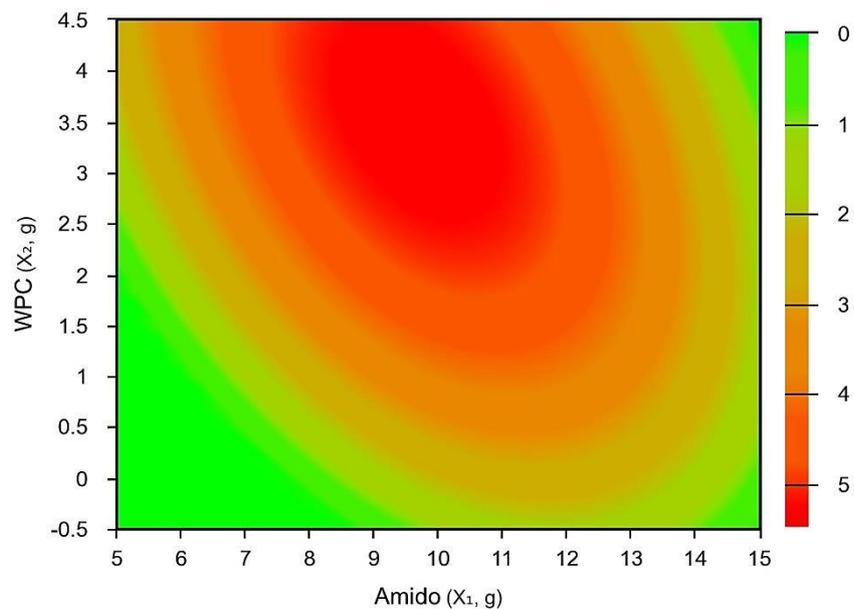
Como visto anteriormente na discussão dos resultados da análise visual do *baking test* juntamente com a avaliação das concentrações das variáveis, a matéria-prima que apresenta maior influência nas características tecnológicas do produto final é o amido modificado. Sua interação com o concentrado proteico do soro age diretamente na resposta em questão. Como podemos observar o valor do coeficiente de regressão para a relação Amido x WPC foi negativo, e fazendo uma avaliação dos gráficos de superfície de resposta e curva de contorno (figura 35 e 36) é possível verificar que as concentrações ótimas estão na faixa de 2 a 3,5% de WPC e para amido 9 a 12% que representa os pontos centrais do planejamento. Dessa forma, entende-se que o aumento ou a diminuição dessas variáveis fora dos limites dos pontos centrais influenciará negativamente na análise de *baking test*.

A superfície de resposta gerada a partir da interação Amido x HOSO expressas pelas figuras 37 e 38 mostra que os limites de concentração estabelecidos para o HOSO não afetará o produto desde que a porcentagem de amido esteja entre 9% a 12%. Do mesmo modo

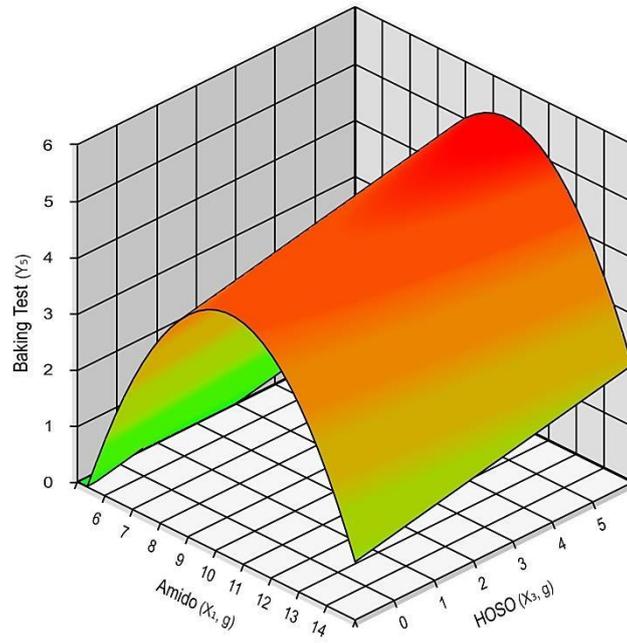
ocorre para relação WPC x HOSO. Apenas as porcentagens utilizadas da variável concentrado proteico do soro provocará uma alteração no comportamento da cobertura culinária durante o processo de forneamento, afirmando mais uma vez que a ausência ou a utilização em baixas concentrações de óleo de girassol alto oleico não implicará no desenvolvimento do produto.



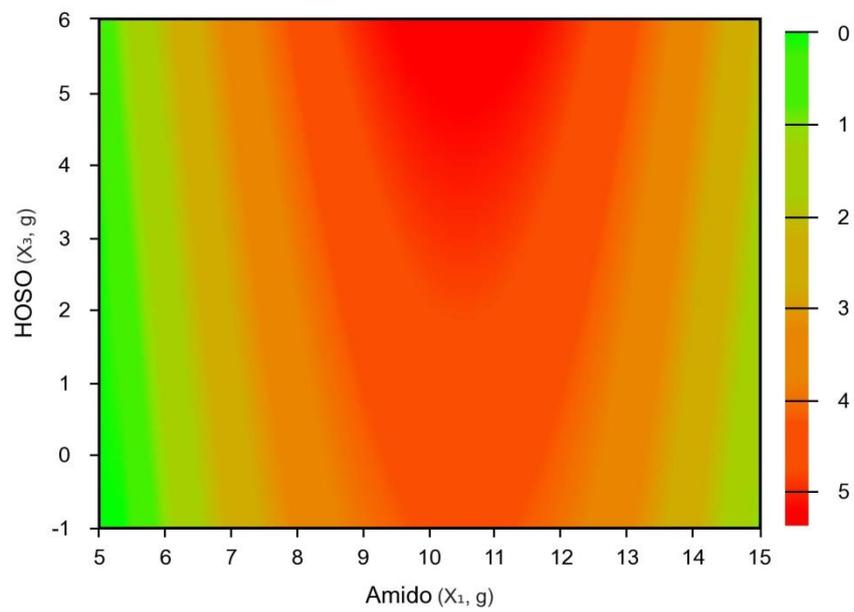
**Figura 35.** Superfície de resposta para *baking test* entre a relação Amido x WPC.



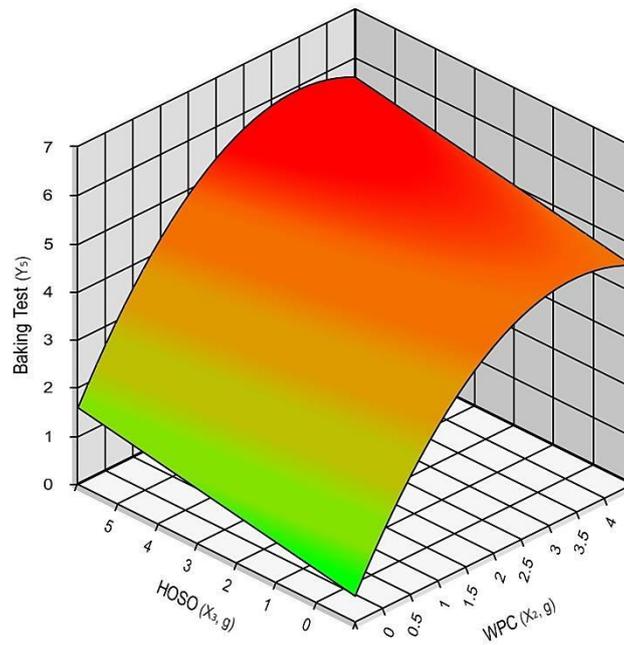
**Figura 36.** Curva de contorno para *baking test* entre a relação Amido x WPC.



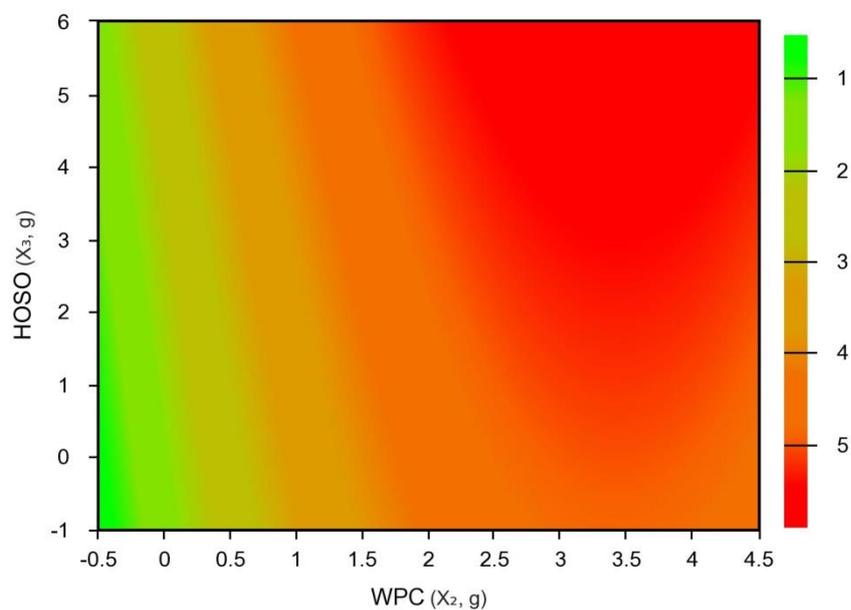
**Figura 37.** Superfície de resposta para *baking test* entre a relação Amido x HOSO.



**Figura 38.** Curva de contorno para *baking test* entre a relação: Amido x HOSO.



**Figura 39.** Superfície de resposta para *baking test* entre a relação WPC x HOSO.



**Figura 40.** Curva de contorno para *baking test* entre a relação: WPC x HOSO.

**5.3.5. Redução do teor de gordura, ácidos graxos saturados, *trans* e custo estimado das formulações de cobertura culinária desenvolvidas em comparação com as amostras comerciais.**

Através da escolha das formulações com *baking test* positivo, ou seja, pontuada como 5 utilizando a descrição especificada no **item 4.3.6**, foram realizados os cálculos de redução de gordura, ácidos graxos saturados e *trans* em comparação com as amostras C3 e C8,

as quais apresentaram um menor e maior teor de lipídios respectivamente, em sua composição. Foi realizado um levantamento do valor de cada matéria-prima a fim de avaliar o custo “estimado” das formulações. Os valores obtidos encontram-se na tabela 28.

**Tabela 28. Redução do teor de gordura, ácidos graxos saturados e *trans* das amostras desenvolvidas em comparação com as amostras comerciais.**

Formulações	Média de Redução (%)			Custo estimado de matérias-primas para 1 kg de produto (R\$)
	Redução Gordura	Redução de Saturados	Redução de <i>trans</i>	
<b>F3</b>	86,25 - 94,37%	90,96 - 96,44%	99,10 - 99,64%	4,30
<b>F7</b>	55,00 - 81,56%	82,67 - 93,18%	99,10 - 99,64%	4,56
<b>F8</b>	55,00 - 81,56%	82,67 - 93,19%	99,10 - 99,64%	4,62
<b>F12</b>	70,05 - 87,73%	88,55 - 95,50%	99,10 - 99,64%	4,82
<b>F14</b>	45,01 - 77,47%	85,54 - 94,31%	99,35 - 99,69%	4,15
<b>F15, F16 e F17</b>	71,28 - 88,23%	81,63 - 92,76%	99,35 - 99,69%	3,93

Através da reformulação da cobertura culinária obteve-se uma redução do teor de gordura entre 45,01 a 94,37% em comparação com as amostras comerciais. É de grande importância o desenvolvimento de produtos com menores percentuais de gordura principalmente quando se trata da utilização de gorduras vegetais parcialmente hidrogenadas. No presente trabalho a fonte lipídica foi substituída por óleo de girassol alto oleico que proporcionou também uma melhora no perfil de ácidos graxos como, por exemplo, os ácidos saturados apresentaram uma diminuição de 81,63 a 96,44% se enquadrando com um produto *low sat* de acordo com a RDC 54, de 12 de novembro de 2012 (ANVISA, 2012). O mesmo ocorreu para os ácidos graxos *trans*, que demonstraram uma redução de 99% para todas as formulações obtidas no planejamento experimental, sendo consideradas como zero *trans*.

Com relação ao custo estimado, é evidente que por se tratar de um produto que possui como principal matéria-prima o amido modificado, que apresenta um preço médio de R\$3,10/kg, proporcionaria uma redução do custo final. É importante ressaltar que para elaboração do valor final do produto, outras variáveis devem ser consideradas como, por exemplo, equipamentos de processo e auxiliares, montagem e instalação dos equipamentos, produção e distribuição de serviços, vapor, energia, água, outros.

## 6. Conclusões

- Os dados obtidos nesse trabalho permitiram verificar que as amostras de cobertura culinária comercial podem ser considerados produtos com altos teores de gordura, ácidos graxos saturados, ácidos graxos *trans*, baixos em proteína e seus rótulos nem sempre informam corretamente sobre seus componentes;
- As formulações desenvolvidas demonstraram que é possível tecnicamente à substituição da gordura parcialmente hidrogenada por óleo de girassol alto oleico em análogos de requeijão culinário;
- Foram obtidas formulações com características de textura e *baking test* similares aos produtos comerciais, onde foi possível observar a importância das matérias-primas, amido e concentrado proteico de soro nos parâmetros avaliados;
- A reformulação da cobertura culinária resultou em um produto com teores reduzidos de gordura (45,01 – 94,37%) e de ácidos graxos saturados (81,63 a 96,44%);
- Quando comparado com as amostras comerciais, as formulações desenvolvidas se destacaram por apresentar melhores propriedades nutricionais, não somente pela composição centesimal, mas também, pelos perfis de ácidos graxos com maiores teores de insaturados e isenção de *trans*;
- Dessa forma pode-se concluir que as análises realizadas trazem subsídios para atestar a importância da reformulação e desenvolvimento de produtos nutricionalmente seguros e com possibilidade de prevenir patologias.

## 7. Referências Bibliográficas

ABNT. Associação Brasileira De Normas Técnicas. Análise Sensorial Dos Alimentos E Bebidas: Terminologia. 8 p, 1993.

ALVES, E. M. V. Efeito da redução do teor de sódio sobre as propriedades físico-químicas, microbiológicas e sensoriais de cream cheese probiótico. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas, 2014.

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária - RDC N° 54. Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. 2012.

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Manual de Orientação aos Consumidores. 2008.

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria N° 27. 1998

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução-RDC N° 360. Regulamento Técnico Sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados. Brasil. 2003.

ANVISA - Regulamento Técnico Mercosul Sobre Informação Nutricional Complementar (Declarações de Propriedades Nutricionais). RDC n° 54. Resolução da Diretoria Colegiada, 2012.

AOAC. Association Of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis of AOAC International. Washington, 2012.

AOCS. Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society. 6ª ed., Champaign: American Oil Society, 2009.

ASHTON, E. L.; AHUJA, K. D. K.; BALL, M. J. Effects of two lipid-lowering, carotenoid-controlled diets on the oxidative modification of low-density lipoproteins in free-living humans. *Clinical Science*. 2003.

AWAD, R. A., ABDEL-HAMID, L. B. & EL-SHABRAWY, S. A. Texture and microstructure of block type cheese with formulated emulsifying salt mixture. *Food Science and Technology*. v, 35, p. 54–61, 2002.

BACENETTI, J.; BAVA, L.; SCHIEVANO, A.; ZUCALI, M. Produção de concentrado de proteína de soro de leite (WPC): Avaliação do impacto ambiental. *Journal of Food Engineering*. Volume 224, pag. 139-147. May 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2017.12.018>.

BACHMANN, H. P. Cheese analogues: a review. *International Dairy Journal*, v. 11, p. 505–515, 2001.

BENNETT, R. J.; TRIVEDI, D.; HEMAR, Y.; REID, D. C. W.; ILLINGWORTH, D.; LEES, S. K. The effect of starch addition on the rheological and microstructural properties of model process cheese. *Australian Journal of Dairy Technology*, v. 61, n. 2, p. 157-159. 2006.

BOSI, M. G. Desenvolvimento de processo de fabricação de Requeijão light e de requeijão sem adição de gordura com fibra alimentar. 2008. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2008.

BRASIL. Guia Alimentar Para População Brasileira. 2016. Disponível em: [http://189.28.128.100/dab/docs/portaldab/publicacoes/guia\\_alimentar\\_populacao\\_brasileira.pdf](http://189.28.128.100/dab/docs/portaldab/publicacoes/guia_alimentar_populacao_brasileira.pdf).

BRASIL. Ministério da Saúde. Plano Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (PLANSAN). 2015. Acesso a Informação – Governo Federal. Disponível em: <http://mds.gov.br/caisan-mds/caisan-nacional/plano-nacional-plansan-1>.

BRASIL. Ministério do Planejamento. Relatório Anual de Avaliação do Plano Plurianual. 2016. Disponível em: <http://www.planejamento.gov.br/noticias/abertura-do-monitoramento-tematico-do-ppa-2017>. 2016.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº 49, de 22 de dezembro de 2006 - Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade dos Óleos Vegetais Refinados. Brasil. 2006

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 22, de 24 de novembro de 2005 - Regulamento Técnico Para Rotulagem De Produto De Origem Animal Embalado. Brasil. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. 2005. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/legislacao>

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 359, de 04 setembro de 1997 - Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Requeijão ou Requesón. Brasil. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. 1997b.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 146, de 7 de Março de 1996. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijos. Brasil. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. 1996.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 356, de 4 de setembro de 1997- Regulamento Técnico Mercosul de Identidade e Qualidade de Queijo Processado ou Fundido, Processado Pasteurizado e Processado ou Fundido u.h.t (uat). Brasil. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. 1997a. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/legislacao>.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Regulamento Técnico da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal. Decreto nº 30.691. Brasília. 1980. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Portaria nº 27, de 13 de janeiro de 1998 - Regulamento Técnico referente à Informação Nutricional Complementar. 1998. Disponível em: <[http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/394219/PORTARIA\\_27\\_1998.pdf/72db7422-ee47-4527-9071-859f1f7a5f29](http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/394219/PORTARIA_27_1998.pdf/72db7422-ee47-4527-9071-859f1f7a5f29)>.

BRASIL. Projeto de Lei N.º 7.681-A, de 2017 (do Senado Federal) PLS nº 478/2015. Proíbe o uso de gorduras vegetais parcialmente hidrogenadas na fabricação de alimentos; tendo parecer da Comissão de Desenvolvimento Econômico, Indústria, Comércio e Serviços, pela aprovação deste e do de nº 7719/2017, apensado, com substitutivo. Câmara dos Deputados. 2017.

BRASIL. Projeto de Lei N.º 7.719, de 2017 (do Senado Federal) PL 7681-A/2017. Estabelece a redução dos ácidos graxos *trans* de origem industrial (AGT-OI) na produção de alimentos destinados ao consumo humano, e dá outras providências. Câmara dos Deputados. 2017.

BUDIMAN, M.; STROSHINE, R. L.; CAMPANELLA, O. H. Stress Relaxation And Low Field Proton Magnetic Resonance Studies Of Cheese Analog. *Journal of Texture Studies*, v. 31, n. 5, p. 477– 498, nov. 2000.

CAPITANI, C. D. Interação de proteínas do soro de leite com polissacarídeo: fracionamento e estudo das propriedades funcionais dos complexos. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2017.

CECCHI, H. M. Fundamentos Teóricos E Práticos Em Análise De Alimentos. Unicamp, ed. 2, 2003.

CHAVAN, R. S.; JANA, A. Cheese Substitutes: an alternative to natural cheese. *International Journal of Food, Science, Technology and Nutrition*, v. 2, n. 2, M.D Publications, p. 27-35, 2007.

CHAVES, K. F. Processo simplificado de fabricação de margarinas com reduzidos teores de ácidos graxos saturados utilizando a tecnologia de estruturação de óleos. 2014. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimento) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2014.

CHAVES, K. F.; BARRERA-ARELLANO, D.; RIBEIRO, A. P. B. Potential application of lipid organogels for food industry. *Food Research International*. v. 105, p. 863-872. 2018. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.12.020>>.

CHRISTOPHE, A. B. Structural Effects on Absorption, Metabolism, and Health Effects of Lipids. In: *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc., 2005.

CINDIO, B.; CACACE, D. Formulation and rheological characterization of reduced-calorie food emulsions. *International Journal of Food Science & Technology*, v. 30, n. 4, p. 505–514, 1 jul. 1995.

CLARK, A. H.; ROSS-MURPHY, S. B. Structural and mechanical properties of biopolymer gels. *Food Polymers, Gels and Colloids*. Cambridge: The Royal Society of Chemistry. p. 322-338, 1991.

CNBC. Consumer News and Business Channel. Americans have an insatiable demand for pizza cheese. 2016. Disponível em: <https://www.cnbc.com/2016/10/04/best-cheeses-americans-have-an-insatiable-demand-for-pizza-cheese.html>.

CRUZ, A.; OLIVEIRA, C.; CORASSIN, C. H.; SÁ, P. Processamento de Produtos Lácteos: Queijos, Leites Fermentados, Bebidas Lácteas, Sorvete, Manteiga, Creme de Leite, Doce de Leite, Soro em Pó e Lácteos Funcionais. *Elsevier Brasil*. v. 3, n. 27, 2017.

CUNHA, C. R. Papel da gordura e do sal emulsificante em análogos de requeijão cremoso. 2007. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2007.

DEPEC - Departamento de pesquisas e estudos econômicos: Leite e derivador. Economia em dia - Bradesco. 2016. Disponível em: [https://www.economiaemdia.com.br/EconomiaEmDia/pdf/infset\\_leite\\_e\\_derivados.pdf](https://www.economiaemdia.com.br/EconomiaEmDia/pdf/infset_leite_e_derivados.pdf).

DHAKA, V.; GULIA, N.; AHLAWAT, K.S.; KHATKAR, B. S. *Trans fats – sources, health risks and alternative approach – a review*. Journal Food Science Technology. v. 48, n. 5, p. 534-54, 2011.

DINÇ, S.; JAVIDIPOUR, I.; OZBAZ, O. O.; TEKIN, A. Utilization of zero-*trans* non-interesterified and interesterified shortenings in cookie production. Journal Food Science Technology. 2011.

DIPOA/SDA. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Ofício circular DIPOA/SDA n° 45, de 20 de dezembro de 2005. Brasil. Ministério de Agricultura Pecuária e Abastecimento, 2005.

FAO/WHO. Food and Agriculture Organization / World Health Organization. Proposed Draft Definition of Trans-Fatty Acids food and Agriculture. Canada, 2005. Disponível em: <[ftp://ftp.fao.org/codex/meetings/CCFL/ccfl34/fl34\\_09e.pdf](ftp://ftp.fao.org/codex/meetings/CCFL/ccfl34/fl34_09e.pdf)>. 2016.

FAUZI, S. H. M.; RASHID, N. A.; OMAR, Z. Effects of chemical interesterification on the physicochemical, microstructural and thermal properties of palm stearin, palm kernel oil and soybean oil blends. Food Chemistry. v. 137, pag 8-17. 2013.

FDA. Food and Drug Administration. Final Determination Regarding Partially Hydrogenated Oils (Removing Trans Fat). Estados Unidos, 2015. Disponível em: <<http://www.fda.gov/Food/IngredientsPackagingLabeling/FoodAdditivesIngredients/ucm449162.htm>>.

FDA. Food and Drug Administration. Identity labeling of food in packaged form. Estados Unidos, 2016. Disponível em: <<http://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfr/cfrsearch.cfm?fr=101.3>>. Acesso em: 4 out. 2016.

FELLOWS P. J. Tecnologia do Processamento de Alimentos: Princípios e prática. Tradução: Florencia Cladera Oliveira et al – 2° edição – Porto Alegre: Artmed, 2006.

FENNEMA, O. R.; DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L. Química de Alimentos de Fennema. 4ª ed. Madison, Wisconsin, 2010.

FERNANDES, A. G. Parâmetros fundamentais para o processamento de queijo fundido. In: Processamento de requeijão cremoso e outros queijos fundidos. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos - ITAL, 1981.

FIB - FOOD INGREDIENTS BRASIL. Dossiê Amidos. Revista Fi. 2015. Disponível em: < <http://www.revista-fi.com/materias/499.pdf>>.

FIESP. Federação das Indústrias do Estado de São Paulo & ITAL. Instituto de Tecnologia de Alimentos. Projeto Brasil FoodTrends 2020. São Paulo: Ideal. 2010

FOODSME-HOP TECHNOLOGY BOOK. Estratégias inovadoras para desenvolver alimentos mais saudáveis. Editora: IPVC - Instituto Politécnico de Viana do Castelo. 2013. Disponível em: [http://www.foodsmehop.eu/bases/food.nsf/0/BAD0ABFCC934C7CEC1257B5100536B16/\\$FILE/Tech\\_Book\\_PT.pdf?OpenElement](http://www.foodsmehop.eu/bases/food.nsf/0/BAD0ABFCC934C7CEC1257B5100536B16/$FILE/Tech_Book_PT.pdf?OpenElement).

FOX, P. F.; MCSWEENEY, P. L. H.; OTTOGALLI, G. Cheese (Fourth edition). Chemistry, Physics and Microbiology. pag. 781-808. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-417012-4.00031-4>.

FOX, P.; GUINEE T. P.; COGAN, T. M.; MCSWEENEY, P. L. H. Fundamentals of Cheese Science. 1ª ed. Gaithersburg, Maryland: Aspen Publishers, Inc., 2000.

FRENZEL, M.; STEFFEN-HEINS, A. Whey protein coating increases bilayer rigidity and stability of liposomes in food-like matrices. Food Chemistry Volume. v. 173. p. 1090-1099. 2015.

GLOBAL INDEX. Access to Nutrition Index. Disponível em: <https://www.accesstonutrition.org>. 2018.

GONSALVES, M. C. Efeito da adição de caseinato de cálcio e do tempo de cozimento na textura, funcionalidade e aceitação sensorial do requeijão culinário. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimento) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2010.

GROMPONE, M. A. Sunflower Oil. In: SHAHIDI, F. Bailey's Industrial Oil and Fat Products. Edible Oil and Fat Products: Chemistry, Chemical properties, and health effects. ed. 6, v.2, Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, 2005.

GUINEE, T. P. CHEESE | Cheese Analogues. In: ROGINSKI, H.; GUINEE, T. P. (Eds.). Encyclopedia of Dairy Sciences. p. 428–434, 2002.

GUINEE, T. P.; CARÍĆ, M.; KALÁB, M. Pasteurized processed cheese and substitute/imitation cheese products. Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology. Science Direct. v. 2, p. 349–394, 2004.

GUINEE, T. P. Cheese | Cheese Analogues. Encyclopedia of Dairy Sciences (Second Edition). Pag. 814-821. 2011. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374407-4.00096-0>.

GUINEE, T. P.; KILCAWLEY, K. N. Cheese as an ingredient. In: FOX, P.F.; McSWEENEY, P.L.H.; COGAN, T.M.; GUINEE, T.P. (Eds.) Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology. v. 2: Major cheese groups. 3rd Ed. London: Elsevier Ltd., 2004. p.395-428.

GUINEE, T. P. Cheese: Cheese as a Food Ingredient. Encyclopedia of Dairy Sciences. Pag. 822-832. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.00661-2>.

HANSE., C. Requeijão Culinário - Informativo Ha-La Biotec. São Paulo, 2003.

HARTMANN, L.; LAGO, R. C. Rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids. Laboratory Practices, v.22, n.8, p.475-476, 1973.

HEART FOUNDATION. Effectiveness of food reformulation as a strategy to improve population health. National Heart Foundation of Australia. Disponível em: <[https://www.heartfoundation.org.au/images/uploads/publications/RapidReview\\_FoodReformulation.pdf](https://www.heartfoundation.org.au/images/uploads/publications/RapidReview_FoodReformulation.pdf)>. 2012.

HIRATA, Y.; TAKAHASHI, M.; KUDOH, Y.; KANO, K.; KAWANA, H.; MAKIDE, K.; SHINODA, Y.; YABUKI, Y.; FUKUNAGA, K.; AOKI, J.; NOGUCHI, T.; MATSUZAWA, A. Trans-fatty acids promote proinflammatory signaling and cell death by stimulating the apoptosis signal-regulating kinase 1 (ASK1)-p38 pathway. The Journal of Biological Chemistry. v. 292, p. 8174-8185, 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009: Rio de Janeiro: IBGE; 2016.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa de orçamentos familiares 2008-2009: Análise do consumo alimentar pessoal no Brasil. Diretoria de Pesquisas Coordenação de Trabalho e Rendimento, Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão . Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv50063.pdf>. 2011.

IFBA. International Food and Beverage Alliance. The International Food and Beverage Alliance's Five Commitments to Action in support of the World Health Organization's. 2011. Disponível em: [https://ifballiance.org/uploads/ifbaResource/report/IFBA\\_Progress\\_Report\\_2009-2010\\_-\\_Executive\\_Summary.pdf](https://ifballiance.org/uploads/ifbaResource/report/IFBA_Progress_Report_2009-2010_-_Executive_Summary.pdf).

KALIL, A. C. Manual básico de nutrição. v. 23. Instituto de Saude. 1975.

KARUPAIAH, T.; SUNDRAM, K. Effects of stereospecific positioning of fatty acids in triacylglycerol structures in native and randomized fats: a review of their nutritional implications. *Nutrition & metabolism*, v. 4, p. 16, 2007.

KELLENS, M.; CALLIAUW, G. Oil modification processes. *Edible oil processing*. pag. 153-195. Julho 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/9781118535202.ch6>.

KELLY, P. M.; O'KENNEDY, B. T. The effect of casein/ whey protein ratio and minerals on the rheology of fresh cheese gels using a model system. *International Dairy Journal*. v. 11, p. 525-532, 2001. Disponível em: < [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(01\)00076-0](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(01)00076-0)>.

KUMMEROW, F. A. Improving hydrogenated fat for the world population. *Prevention and Control*. v. 1, p. 157-164. Junho 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.precon.2005.05.003>.

KAUR, L.; SINGH, J. Starch: Modified Starches. Reference Module in Food Science Encyclopedia of Food and Health. Pages 152-159, 2016. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00659-0>.

LASSOUED, N.; DELARUE, J.; LAUNAY, B.; MICHON, C. Baked product texture: correlations between instrumental and sensory characterization using flash profile. *Journal of Cereal Science*. London. v. 48, n. 1, p. 133-143, 2008.

LOBATO-CALLEROS, C. et al. Use of fat blends in cheese analogs: influence on sensory and instrumental textural characteristics. *Journal of Texture Studies*, v. 28, n. 6, p. 619–632, dez. 1997.

LOBATO-CALLEROS, C.; AGUIRRE-MANDUJANO, E.; VERNON-CARTER, E. J.; SANCHEZ-GARCIA, J. Viscoelastic properties of white fresh cheese filled with sodium caseinate. *Journal of Texture Studies*. p. 379-390. 2000. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1745-4603.2000.tb00297.x>.

LOPES, F. C. F.; BARROS, P. A. V.; BRUSCHI, J. H. Milk fatty acids profile of Holstein cows grazing tropical forages supplemented with two concentrate levels. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.*, v. 63, p. 518-521, 2011.

MAGRI, T. P. R.; FERNANDES, F. S.; SOUZA, A. S.; LANGHI, L. G. P.; BARBOZA, T.; MISAN, V.; MUCCI, D. B.; SANTOS, R. M.; NUNES, T. F.; SOUZA, S. A. L.; COELHO, V. M.; CARMO, M. G. T. Interesterified fat or palm oil as substitutes for partially hydrogenated fat in maternal diet can predispose obesity in adult male offspring. *Clinical Nutrition*. v. 34, n. 5, p. 904-910. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2014.09.014>.

Manual de Referência Para Produtos de Soro de Leite e Lactose dos EUA. U.S. Dair Export Council. 2004.

MARCHESSEAU, S.; GASTALDI, E.; LAGAUDE, A.; CUQ, J. L. Influence of pH on protein interactions and microstructure of process cheese. *Journal of Dairy Science*, v. 80, p. 1483–1489, 1997.

MASOTTI, F.; CATTANE, S.; STUKNYTĖ, M. Noni, I. Status and developments in analogue cheese formulations and functionalities. *Trends in Food Science & Technology*. v. 74, p. 158-169, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.02.016>.

MENSINK, R. P. et al. Effect of dietary cis and trans fatty acids on serum lipoprotein [a] levels in humans. *Journal Of Lipid Research* , v. 33, p. 1493–1501, 1992.

MENSINK, R. P.; KATAN, M. B. Effect of Dietary trans Fatty Acids on High-Density and Low-Density Lipoprotein Cholesterol Levels in Healthy Subjects. *New England Journal of Medicine*, v. 323, n. 7, p. 439–445, 16 ago. 1990.

MEYDANI, S. N.; LICHTENSTEIN, A. H.; WHITE, P. J.; GOODNIGHT, S. H.; ELSON, C. E. M. Food use and health of soybean and sunflower oils. *Journal of the American College of Nutrition*. v. 10, p. 406-428, 1991.

MEYER, A. *Processed Cheese Manufacture*. London. Food Trade Press Ltd, 1973.

MILK POINT. Dia da Pizza: Alibra lança nova cobertura e aposta no segmento. Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/empresas/novidades-parceiros/dia-da-pizza-alibra-lanca-nova-cobertura-e-aposta-no-segmento-100980n.aspx>.

MIRALLES, B.; KRAUSE, I.; RAMOS, M.; AMIGO, L. Comparison of capillary electrophoresis and isoelectric focusing for analysis of casein/caseinate addition in processed cheeses. *International Dairy Journal*. Volume 16, Issue 12, Dezembro 2006, Pages 1448-1453. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2005.10.025>.

MOLLE, C.; MARMO, BOSCO, F. Valorisation of Cheese Whey, a By-product from the Dairy Industry, *Food Industry*. 2013. Disponível em: <https://www.intechopen.com/books/food-industry/valorisation-of-cheese-whey-a-by-product-from-the-dairy-industry>.

MOREIRA, R. O.; RODRIGUES, P. H. J.; FRANCISQUIN, J. A.; STEPHANI, R.; PERRONE, I. T.; CARVALHO, A. F. Produção de concentrado proteico de soro em escala piloto: aspectos tecnológicos. *Rev. Inst. Laticínios Cândido Tostes*. Vol. 72, pag. 205-214. 2017.

MOUNSEY, J. D.; O'RIORDAN E. D. Characteristics of imitation cheese containing native or modified rice starches.. *Food Hydrocolloids*. Vol 22, pag. 1160-1169. Agosto 2008. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2007.06.014>.

MOZAFFARIAN, D.; KATAN, M. B.; ASCHERIO, A.; STAMPFER, M. J.; WILLETT, W.C. Trans fatty acids and cardiovascular disease. *New England Journal of Medicine*. p. 1601-1613, 2006.

NICOL, B. M.; PASSMORE, R.; RAO, N. *Manual sobre necessidades nutricionais Del Hombre*. Ginebre: O.M.S. 1975.

O'BRIEN, R. D. *Fats and Oils: Formulating and Processing for Applications*. 3. ed. Boca Raton, Taylor & Francis Group, 2009.

OLIVEIRA, J. S. Queijo: Fundamentos Tecnológicos. 2. ed. Campinas, Editora da Unicamp, 1986.

OMS. Who plan to eliminate industrially-produced trans-fatty acids from global food supply. Disponível em: <http://www.who.int/news-room/detail/14-05-2018-who-plan-to-eliminate-industrially-produced-trans-fatty-acids-from-global-food-supply>.

ORDONEZ, J. A. et al. Tecnologia de alimentos. v. 1. Porto Alegre, RS: Artmed, 2005.

PACHECO, M. Lipídeos. In: PACHECO, M. Tabela de Equivalentes, Medidas Caseiras e Composição Química dos Alimentos. Rio de Janeiro. Ed. Rúbio, ed. 1, cap. 4, p. 29-39. 2006.

PALMIERI, V. J. A gourmetização em uma sociedade desigual: Um estudo sobre a diferenciação no consumo de alimentos industrializados no Brasil. Tese de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Econômico. Universidade Estadual de Campinas. Campinas-SP. 2017.

PASE, C. S.; ROVERSI, K.; ROVERSI, K.; VEY, L. T.; DIAS, V. T.; VEIT, J. C.; MAURER, L. H.; DUARTE, T.; EMANUELLI, T.; DUARTE, M.; BÜRGER, M. E. Maternal trans-fat intake during pregnancy or lactation impairs memory and alters BDNF and TrkB levels in the hippocampus of adult offspring exposed to chronic mild stress. *Physiol. Behav.* v. 169, p. 114-123, 2017.

PHILIPPI, S. T. Óleos e Gorduras. In: PHILIPPI, S. T. Nutrição e técnica Dietética. Barueri: Ed. Manole, ed. 2, cap. 13, p. 163-172. 2006.

PITHAN-SILVA, R. O.; BUENO, C. R. F.; AMARAL, A. M. P.; ZACARCHENCO, P. B. Soro em pó: considerações sobre sua participação na cadeia do leite no Brasil. *Revista Industria de Laticínios*, v. 20, n 210, p. 79-81, 2016.

PIZZAS E MASSAS. Alibra lança mozzalet uma nova cobertura para pizza. v. 26, p. 73-74. 2016. Disponível em: [http://revistaitalianfood.com.br/upload\\_arquivos/201606/2016060779719001466779805.pdf](http://revistaitalianfood.com.br/upload_arquivos/201606/2016060779719001466779805.pdf).

PRADO, S. B. R. Alimentos Processados: Avaliação comparativa do perfil nutricional e sistematização do processo de categorização de alimentos prioritários para atualização de bases de dados. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos)-Universidade de São Paulo. São Paulo-SP. 2014.

PRAZERES, A. R.; CARVALHO, F.; RIVAS, J. Cheese whey management: A review. *Journal of Environmental Management*. v. 110. p. 48-68. 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.05.018>.

PROENÇA, R. P. C.; SILVEIRA, B. M. Recomendações de ingestão e rotulagem de gordura *trans* em alimentos industrializados brasileiros: análise de documentos oficiais. *Rev. Saúde Pública*. São Paulo. v. 46, n. 5, 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-89102012000500020>.

RANADHEERA, C. S.; LIYANAARACHCHI, W.S.; CHANDRAPALA, J.; DISSANAYAKE, M.; VASILJEVIC, T. Utilizing unique properties of caseins and the casein micelle for delivery of sensitive food ingredients and bioactives. *Trends in Food Science & Technology*. Volume 57. pag. 178-187. Novembro 2016. Disponível: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.10.005>.

RAPACCI, M. Estudo comparativo das características físicas e químicas, reológicas e sensoriais do requeijão cremoso obtido por fermentação láctica e acidificação direta. Campinas, 1997. 144p. Tese (Doutor em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas.

REBOUILLAT, S.; ORTEGA-REQUENA, S. Potential applications of milk fractions and valorization of dairy by-products: a review of the state-of-the-art available data, outlining the innovation potential from a bigger data standpoint. *J. Biomater. Nanobiotechnol*, pag. 176-203. Julho 2015.

REYES-HERNÁNDEZ, J. et. al. Physicochemical and Rheological Properties of Crystallized Blends Containing trans-free and Partially Hydrogenated Soybean Oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, v. 84, n. 12, p. 1081–1093, 22 nov. 2007.

RIBEIRO, A. P. B. Obtenção de gorduras zero trans por interesterificação química e caracterização para aplicação em alimentos. 2009. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2009.

RODRIGUES, F. Requeijão, Fondue, Especialidade, Queijo Processado. Templo Gráfica e Editora, 172p, Juiz de Fora, Brasil, 2006.

RODRIGUES, M. I.; IEMMA, A. F. Planejamento de experimentos & otimização de processos, 2ª ed. revisada e ampliada. Campinas-SP, 2009.

ROHM, H.; SCHÄPER, C.; ZAHN, S. Interesterified fats in chocolate and bakery products: A concise review. *LWT - Food Science and Technology*. Volume 87, January 2018, Pages 379-384. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.08.076>.

RUDAN, M. A; BARBANO, D. M. A model of Mozzarella cheese melting and browning during pizza baking. *Journal of Dairy Science*. v. 81, p. 2312-2319, 1997.

SÁNCHEZ-MUNIZ, F. J.; BENEDI, S. B. Sunflower Oil. Reference Module in Food Science Encyclopedia of Food and Health. p. 217 – 226. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00674-7>.

SEBRAE. Técnicas e boas práticas na produção de queijo. 2014. Disponível em: <[http://www.sebraemercados.com.br/wpcontent/uploads/2015/12/2014\\_02\\_27\\_RT\\_Agron\\_QueijoIN30\\_pdf.pdf](http://www.sebraemercados.com.br/wpcontent/uploads/2015/12/2014_02_27_RT_Agron_QueijoIN30_pdf.pdf)>

SHABANI, J.; SARFARAZI, M.; MIRZAEI, H.; JAFARI, S. M. Influence of the sunflower oil content, cooking temperature and cooking time on the physical and sensory properties of spreadable cheese analogues based on UF white-brined cheese. *International Journal of Dairy Technology*. v. 69, n. 4, p. 576–584. 2016.

SILVA L. M. M; SOUSA, F. C.; CRUZ, S. A.; SOUSA, E. P.; FEITOSA, M. K. S. B. Avaliação da rotulagem de alimentos com base nos parâmetros nutricionais e energéticos. *Revista Verde*. Mossoró. v.7, n.1, p. 04 – 10, 2012.

SILVA, A. E. Fracionamento e desacidificação do óleo de palma (*Elaeis guineensis* Jacq). Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Pará. Belém, 2007.

SILVA, G. O.; TAKIZAWA, F. F.; PEDROSO, R. A.; FRANCO, M. L.; LEONEL, M.; SARMENTO, S. B. S.; DEMIATE, I. M. Características físico-químicas de amidos modificados de grau alimentício comercializados no Brasil. *Food Science and Technology*. Vol.26, n.1, pp.188-197. 2006. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612006000100030>..

SILVA, M. A. R. Alimentação fora do lar como um fenômeno de consumo pós-moderno. Um estudo etnográfico. Dissertação (Mestrado em Administração) - Universidade Federal de Lavras. Lavra. 2011.

SMITH, K. W. et al. Crystallization of Fats: Influence of Minor Components and Additives. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, v. 88, n. 8, p. 1085 – 1101, 2011.

SMITH, S. A.; KING, R. E.; MIN, D. B. Oxidative and thermal stabilities of genetically modified high oleic sunflower oil. *Food Chemistry*. v. 102, n. 4, p. 1208-1213, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.06.058>.

SOBRAL, D. Otimização do processo de fabricação de análogos de requeijão culinário. Dissertação (Mestre em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2007.

STAT SOFT. Inc. (2007). STATISTIC (data analysis software system). Version 8. [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com).

TAMIME, Adnan Y. Processed cheese and analogues. 1. ed. Ayr - UK. Blackwell Publishing Ltd, 2011.

TAVARES, T.; MALCATA. F. X. Whey and whey powders: Protein concentrates and fractions. *Encyclopedia of food and health*. pag. 506-513. 2016.

TETRA PAK. Dairy Processing Handbook. 2018. Disponível em: <http://dairyprocessinghandbook.com/chapter/whey-processing>

USDA ERS. United States Department of Agriculture. Economic Research Service. 2016. Disponível em: <https://www.ers.usda.gov/data-products/dairy-data/>.

USDA. Composition of Foods Raw, Processed, Prepared. U.S. Department of Agriculture. Agriculture Handbook. 8 ed. 1963.

VAN DENDER, A. G. F.; ZACARCHENCO, P. B.; SPADOTI, L. M. Requeijão Cremoso e Outros Queijos Fundidos. Tecnologia de Fabricação, Controle do Processo e Aspectos de Mercado. 1º ed. Campinas: Setembro Editora, 2006.

VAN DENDER, A. G. F.; ZACARCHENCO, P. B.; SPADOTI, L. M.. Requeijão Cremoso e Outros Queijos Fundidos. Tecnologia de Fabricação, Controle do Processo e Aspectos de Mercado. 2º ed. Campinas: Setembro Editora, 2014.

VAN-VLIET, T. Terminology to be used in cheese rheology. *International Dairy Federation Bulletin*. p. 5-15, 1991.

VIDIGAL, M. C. T. R. Caracterização reológica e sensorial de sobremesa láctea diet contendo concentrado protéico de soro. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2009.

VIRIATO, R. L. S. Gordura do leite como alternativa para obtenção de bases lipídicas plásticas. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos)- Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2017.

WASSELL, P. et al. Towards a multidisciplinary approach to structuring in reduced saturated fat-based systems - a review. *International Journal of Food Science & Technology*, v. 45, n. 4, p. 642–655, 23 mar. 2010.

YODICE, R. Nutritional and Stability Characteristics of High Oleic Sunflower Seed Oil. *Europea Journal of Lipid Science and Technology*. 1990. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/lipi.19900920308>.

YUE ZHAOA; YUE RENA; RUCHUN ZHANGA; LU ZHANGA; DIANYU YUA; LIANZHOU JIANGA; WALID ELFALLEH. Preparation of hydrogenated soybean oil of high oleic oil with supported catalysts. *Food Bioscience*. Volume 22, Pages 91-98, April 2018.

ZACARCHENCO, P. B.; VAN DENDER, A. G. F.; REGO, R. A. Brasil Dairy Trends 2020: Tendência do Mercado de Produtos Lácteos. 1 ed. p. 24-25. Campinas: ITAL. Instituto de Tecnologia de Alimentos, 2017. Disponível em: <<http://brasildairyrends.com.br/index.html#211>>.

ZENEBON, O.; PASCUET, NEXUS S. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4 ed. Brasília: Ministério da Saúde/ANVISA. São Paulo: IAL, 2005.

ZHU, FAN. Modifications of starch by electric field based techniques. *Trends in Food Science & Technology*. Volume 75, Pages 158-169, May 2018. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.03.011>.