

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**DANILO BORBA AGONILHA**

**PROPRIEDADES EMULSIFICANTES DO SOFOROLIPÍDIO NA FORMULAÇÃO  
DE SALSICHAS**

**LONDRINA**

**2023**

**DANILO BORBA AGONILHA**

**PROPRIEDADES EMULSIFICANTES DO SOFOROLÍPIDIO NA FORMULAÇÃO  
DE SALSICHAS**

**Emulsifying Properties of sophorolipid in sausage formulation**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação apresentado como requisito para obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos do Curso Superior em Tecnologia em Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR campus Londrina.

Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Mayka Reghiany Pedrão

**LONDRINA**

**2023**



Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

**DANILO BORBA AGONILHA**

**PROPRIEDADES EMULSIFICANTES DO SOFOROLIPÍDIO NA FORMULAÇÃO  
DE SALSICHAS**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação  
apresentado como requisito para obtenção do título  
de Tecnólogo em Alimentos do Curso Superior em  
Tecnologia em Alimentos da Universidade  
Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR campus  
Londrina.

Data de aprovação: 28 de novembro de 2023.

---

Mayka Reghiany Pedrão  
Doutora em Ciências de Alimentos  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Isabel Craveiro Moreira Andrei  
Doutora em Química Orgânica  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Luciana Furlaneto-Maia  
Doutora em Biologia Celular e Molecular  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

**LONDRINA**

**2023**

Dedico este trabalho a todos que me  
ajudaram nessa jornada.

## AGRADECIMENTOS

Preciso agradecer todos os funcionários da faculdade, vitais para manter o pleno funcionamento do campus, dos seguranças, faxineiros, aos técnicos de laboratório, última categoria qual inclusive ganhou mais admiração depois que passei a estagiar e auxiliar.

Gostaria de agradecer a todos os familiares que me ajudaram nessa jornada seja de forma financeira ou psicológica, em especial vó Terezinha, meu tio e padrinho Edson, minha madrinha Margarete e minha mãe Marlene que não só me apoiaram, mas como incentivaram desde pequeno e fizeram tudo o que podiam para que eu seguisse sempre estudando em busca de um futuro melhor pra mim e pra família, por este lado da família serei um dos primeiros formados, então preciso agradecer demasiadamente a confiança de investirem tanto em mim, e quando falo isso, transcende valores financeiros ou afins, me refiro aos esforços feitos.

Devo também destacar o quão foi vital nessa jornada minha namorada Mariana, não só como namorada, mas também como excepcional acadêmica, compartilhamos matérias, afazeres, tarefas, dificuldades, mas principalmente momentos, cola não. Conseguimos de forma quase perfeita nos ajudar nas dificuldades e deficiências um do outro, sempre buscando e cobrando nos melhorar, e definitivamente passar essa experiência de graduação juntos nos fez melhor.

Por fim mas não menos importante não poderia deixar de agradecer todas as enormes e inúmeras oportunidades que minha orientadora, a professora Dr<sup>a</sup> Mayka me oportunizou, não só me aceitou no laboratório como estagiário como me ensinou num momento que eu ainda era muito “cru” no curso, pouco tinha experiência, num momento de pandemia onde aprender se resumia nas teorias eu tive a oportunidade de aprender de forma mais abrangente graças a ela, sempre com muita paciência e carinho por mim e pelos outros amigos com quem compartilhei laboratório. Isso até rendeu o apelido de “filhos científicos”, o que não podia ser mais preciso, foi assim que me senti tratado, acredito que posso falar por todos do laboratório que a professora nos tratou como uma mãe trataria, além que tivemos vários momentos engraçados que não cabe aqui detalhar, mas sempre ficarão na memória. Então professora, meus agradecimentos!

The Office, Temporada 7, episódio 19,  
Minuto 14:45.

## RESUMO

A presente invenção tem como objetivo desenvolver um embutido emulsificado de carne de frango (salsicha) contendo soforolipídios de *Starmerella bombicola* e testar sua atividade emulsificante neste produto. Os soforolipídios foram produzidos por fermentação submersa utilizando a levedura *S. bombicola* em meio contendo ácido oleico, glicose e extrato de levedura e aplicados na preparação das salsichas. Os soforolipídios foram separados por decantação sem utilização de solvente e utilizados no desenvolvimento da salsicha que foi elaborada com carne mecanicamente separada de frango, carne de frango, fígado de frango, água, sal, condimentos e aditivos: regulador de acidez, corante e aromatizante. Foram preparadas a formulação controle e quatro formulações com soforolipídios a 0,008g/% (F2); 0,024g/% (F3); 0,040g/% (F4) e 0,060g/% (F5) que foram acrescentados na etapa de trituração das matérias-primas, quando os ingredientes são misturados para formar a massa cárnea. Os resultados demonstraram que as salsichas das formulações com 0,040 e 0,060% de soforolipídio tiveram maior estabilidade de emulsão. Ainda, a formulação com 0,060% de soforolipídio teve a melhor capacidade de retenção de água e menores perdas de água por cozimento. Todas as formulações contendo soforolipídio tiveram melhor índice de absorção em óleo e o mesmo comportamento pode ser observado para índice de absorção em água, onde exceto a formulação com 0,024g de soforolipídio, as demais formulas diferiram significativamente da formulação controle. Nas amostras de salsichas em que houve a adição de soforolipídio, os parâmetros de cor também foram afetados, quando comparadas com amostra controle, tornando-as mais claras. Estes resultados demonstram que a adição de soforolipídio interferiu positivamente nestes parâmetros, indicando que este biossurfactante têm atributos necessários para ser um novo aditivo natural emulsificante e estabilizante, para aplicações em produtos cárneos emulsionados como a salsicha.

**Palavras-chave:** *Starmerella bombicola*; Emulsão cárnea; Capacidade de absorção de água; Capacidade de absorção de óleo.

## ABSTRACT

The present invention aims to develop an emulsified chicken meat sausage (sausage) containing sophorolipids from *Starmerella bombicola* and test its emulsifying activity in this product. The sophorolipids were produced by submerged fermentation using the yeast *S. bombicola* in a medium containing oleic acid, glucose and yeast extract and applied in the preparation of sausages. The sophorolipids were separated by decantation without the use of solvent and used in the development of the sausage, which was made with mechanically separated chicken meat, chicken meat, chicken liver, water, salt, seasonings and additives: acidity regulator, coloring and flavoring. The control formulation and four formulations with sophorolipids at 0.008g/% (F2) were prepared; 0.024g/% (F3); 0.040g/% (F4) and 0.060g/% (F5) which were added in the raw materials crushing stage, when the ingredients are mixed to form the meat mass. The results demonstrated that sausages from formulations with 0.040 and 0.060% sophorolipid had greater emulsion stability. Furthermore, the formulation with 0.060% sophorolipid had the best water retention capacity and lower water losses during cooking. All formulations containing sophorolipid had a better oil absorption index. The same behavior can be observed for the water absorption index, except for the formulation with 0.024g of sophorolipid, the other formulas differed significantly from the control formulation. In sausage samples to which sophorolipid was added, the color parameters were also affected, when compared to the control sample, making them lighter. These results demonstrate that the addition of sophorolipid positively interfered in these parameters, indicating that this biosurfactant has the necessary attributes to be a new natural emulsifying and stabilizing additive for applications in emulsified meat products such as sausage.

**Keywords:** *Starmerella bombicola*; Meat emulsion; Water absorption capacity; Oil absorption capacity.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1 – Estruturas de soforolipídeos .....</b>	<b>17</b>
<b>Gráfico 1 – Índice de absorção de água .....</b>	<b>26</b>
<b>Gráfico 2 – Índice de absorção de óleo .....</b>	<b>26</b>
<b>Gráfico 3 – Estabilidade da Emulsão .....</b>	<b>27</b>
<b>Gráfico 4 – Índice de solubilidade .....</b>	<b>27</b>
<b>Gráfico 5 – Capacidade de retenção de água .....</b>	<b>28</b>

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1 – Formulação controle .....</b>	<b>19</b>
<b>Quadro 2 – Formulações com soforolipídio .....</b>	<b>20</b>
<b>Quadro 3 – Resultados das análises tecnológicas .....</b>	<b>25</b>
<b>Quadro 4 – Dados de colorimetria .....</b>	<b>25</b>
<b>Quadro 5 – Melhores desempenhos nas análises .....</b>	<b>28</b>

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANOVA	Análise de variância
CRA	Capacidade de retenção de água
EE	Estabilidade da Emulsão
IAA	Índice de absorção de água
IAO	Índice de absorção de óleo
IS	Índice de solubilidade
pH	Potencial hidrogeniônico
UEL	Universidade Estadual de Londrina
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
<b>2 OBJETIVO</b> .....	<b>12</b>
<b>2.1 Objetivo Específico</b> .....	<b>12</b>
<b>3 SALSICHAS</b> .....	<b>13</b>
<b>3.1 Frango</b> .....	<b>14</b>
<b>3.2 Emulsão</b> .....	<b>14</b>
<b>3.3 Leveduras</b> .....	<b>15</b>
<b>3.4 Soforolipídio</b> .....	<b>16</b>
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>18</b>
<b>4.1 Tipo de pesquisa</b> .....	<b>18</b>
<b>4.2 Material em estudo</b> .....	<b>18</b>
<b>4.3 Métodos</b> .....	<b>19</b>
4.3.1 Produção da Salsicha .....	<b>19</b>
4.3.2 Índice de absorção de água .....	<b>20</b>
4.3.3 Índice de absorção de óleo .....	<b>21</b>
4.3.4 Estabilidade da emulsão .....	<b>21</b>
4.3.5 Capacidade de retenção de água .....	<b>22</b>
4.3.6 Índice de solubilidade .....	<b>22</b>
4.3.7 Comparação de pH .....	<b>22</b>
4.3.8 Leitura de cor .....	<b>23</b>
<b>4.4 Tratamento dos dados</b> .....	<b>23</b>
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>24</b>
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	<b>30</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>31</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A carne de frango apresenta um elevado valor nutricional e vantagens econômicas, sendo igualmente propícia para o processamento com efeitos positivos nas propriedades de emulsão (Zorba; Kurt, 2006). Os produtos cárneos emulsionados, também referidos como produtos de massa fina, destacam-se como elementos cárneos de alta industrialização e amplo consumo no território nacional, sendo considerados uma parte essencial da dieta dos brasileiros (Câmara, 2020)

Apesar da crescente inclinação da indústria em direção à produção de alimentos mais tecnologicamente sofisticados, com prolongada durabilidade e perfis nutricionais mais regulados e/ou funcionalmente aprimorados, observa-se uma tendência ascendente de preferência do consumidor por alimentos que foram submetidos a processos tecnológicos menos agressivos, com escasso ou nenhum uso de "aditivos químicos", menor acidez, bem como teores reduzidos de açúcares, sais e gorduras. Em síntese, os consumidores demonstram uma preferência por produtos percebidos como mais "naturais". Essa tendência influencia a estabilidade microbiológica e a durabilidade do alimento, demandando ações para garantir a viabilidade do produto (Casaburi *et al.*, 2016).

O aumento da conscientização dos consumidores em relação a produtos artificiais, juntamente com a crescente procura por alimentos naturais, orgânicos e outros produtos alimentícios específicos do mercado, tem suscitado interesse em novas substâncias de origem biológica. Nesse contexto, os biossurfactantes emergem como alternativas promissoras para atender às evoluções atuais do mercado, dado que demonstram propriedades benéficas a serem aplicadas no processamento de alimentos (Nitschke; Silva, 2017).

Entre os biossurfactantes, os soforolipídios se destacam devido à sua variada gama de estruturas e funcionalidades, permitindo sua aplicação em diversos domínios, incluindo produtos de higiene e cuidados pessoais, limpeza e setores agrícolas, entre outros (Oliveira *et al.*, 2015).

Emulsões são sistemas dispersos que consistem em duas fases líquidas que não se misturam, sendo combinadas por meio de cisalhamento mecânico e a presença de surfactantes (Kale; Deore, 2017), os surfactantes, como mencionado anteriormente, podem ter uma origem biológica. As emulsões de carne, classificadas como emulsões do tipo óleo em água, consistem em misturas heterogêneas que compreendem glóbulos de gordura envolvidos por proteínas (gotículas de óleo) dispersas numa matriz de gel de proteínas miofibrilares. A estabilidade e a textura do produto em embutidos que utilizam emulsificação como base são influenciadas por diversos elementos, incluindo a composição de carne magra, a presença de gorduras/óleos, a quantidade de água adicionada, o uso de aditivos, a inclusão de ingredientes não cárneos e os procedimentos de processamento. Estudos abrangentes foram conduzidos e ainda estão em curso para analisar a estrutura e a estabilidade das emulsões de carne em diferentes categorias de produtos (Santhi; Kalaikannan; Sureshkumar, 2017).

## **2 OBJETIVO GERAL**

Avaliar a capacidade emulsificante do Soforolípido na emulsão de Salsichas assim como suas características tecnológicas de reter líquidos e manter estrutura.

### **2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Quantificar o índice de absorção de água;
- Quantificar o índice de absorção de óleo;
- Medir a estabilidade da emulsão;
- Mensurar a capacidade de retenção de água;
- Verificar o índice de solubilidade;
- Examinar o diferencial de pH;
- Comparar valores obtidos na Colorimetria
- Fazer análise estatística dos dados obtidos

## REFERENCIAL TEÓRICO

### 3 SALSICHAS

O mercado de produtos embutidos tem experimentado uma expansão notável e um aumento significativo em competitividade ao longo das últimas décadas, acompanhado de um consumo que se integrou aos hábitos alimentares de grande parte da população brasileira (Filho; Guerra, 1998). A salsicha destaca-se por seu custo acessível, praticidade no preparo e contribuição para a suplementação nutricional da população, especialmente entre os de menor poder aquisitivo, devido ao seu baixo custo como fonte de proteína. No entanto, é importante considerar fatores que variam entre os fabricantes, como qualidade, o custo e a apresentação do produto (Filho; Biscontini; Andrade, 2004).

No entanto, o consumo desses produtos não está isento de riscos devido à presença de nitratos e nitritos em sua composição. O excesso desses compostos pode acarretar sérios riscos à saúde, uma vez que há a possibilidade de efeitos tóxicos agudos e crônicos. O nitrito, quando ingerido em excesso, pode em determinadas condições, afetar a hemoglobina e gerar uma metahemoglobinemia, prejudicando sua função normal de transporte de oxigênio (Hill, 1999). Conforme destacado por Filho, Biscontini e Andrade (2004, p. 1), "A aplicação desses sais acima do limite máximo estabelecido pela legislação vigente pode acarretar sérios riscos à saúde humana, pela possibilidade de manifestações de efeitos tóxicos agudos e crônicos."

A inclusão desses aditivos não ocorre por acaso. Eles desempenham um papel fundamental na preservação dos alimentos, sendo ainda mais cruciais em ambientes de clima tropical, onde as condições de calor propiciam o crescimento microbiano. No entanto, é imperativo que o uso desses produtos seja monitorado e regulamentado (Filho; Biscontini; Andrade, 2004).



### 3.1 FRANGO

A carne bovina e suína tem sido tradicionalmente utilizada em uma variedade de produtos cárneos emulsionados ao longo da história. No entanto, aves como frango e peru apresentam alto valor nutricional e vantagens econômicas interessantes, além de outras características relacionadas à emulsão que despertam o interesse dos produtores de alimentos processados (Zorba; Kurt, 2006).

Zorba e Kurt (2006) também afirmam que as proteínas miofibrilares presentes na carne conferem uma funcionalidade elevada à emulsificação. Sua solubilidade e interações desempenham um papel crucial na capacidade de ligação com o óleo, retenção de água, estabilidade, viscosidade, densidade e outras propriedades das emulsões. A carne de frango é uma fonte excelente de proteínas, com baixo teor de colesterol, sendo adequada para diversas faixas etárias e inclusive para pessoas com condições cardiovasculares. Além disso, o frango oferece proteínas de alto valor biológico, comparáveis às encontradas em outras carnes, aminoácidos essenciais e concentrações reduzidas de gordura de alta qualidade, além de ser rica em ferro (Venturini; Sarcinelli; Silva, 2007).

A palatabilidade do frango está intimamente ligada à sua textura, a qual pode ser influenciada por fatores pré-abate, como genética, idade no momento do abate, estado nutricional e período de estresse. Além disso, fatores pós-abate, como *rigor mortis*, taxa de resfriamento e controle de pH da carcaça, também desempenham um papel significativo na textura e na capacidade de retenção de água. A suculência também é um fator crucial para a qualidade da carne (Venturini; Sarcinelli; Silva, 2007).

### 3.2 EMULSÃO

Emulsões constituem dispersões de duas fases líquidas imiscíveis, as quais são combinadas através de cisalhamento mecânico e moléculas anfifílicas, ou seja, os surfactantes (Kale; Deore, 2017). As características das emulsões são governadas por três principais fatores: temperatura, composição e distribuição do tamanho das gotículas de gordura. Nas emulsões cárneas, os glóbulos de gordura

dispersos são estabilizados em uma matriz aquosa composta por proteínas miofibrilares solúveis em sal, segmentos de fibras musculares e vários outros componentes (Kale; Deore, 2017). Esta distinção fundamental coloca as emulsões cárneas em uma categoria própria, comumente referida como "meat biter", refletindo a natureza multifásica desse sistema (Mandigo; Esquivel, 2004).

Produtos cárneos à base de emulsão desempenham um papel vital na indústria de carnes moderna. Com uma base científica sólida, é possível produzir esses produtos com maior rendimento, melhorando tanto as qualidades sensoriais quanto nutricionais. Ademais, é possível otimizar fatores cruciais que afetam as propriedades da emulsão de carne, tais como estabilidade, estrutura, textura e rendimento (Santhi; Kalaikannan; Sureshkumar, 2017).

A proteína de soja pode ser incorporada como ingrediente em salsichas para estabilizar a emulsão. Sua inclusão influencia o processo de produção e as propriedades físico-químicas dos produtos emulsionados. Isso se deve à interação entre a proteína e a água, resultando no aumento da viscosidade total da mistura e na formação de uma matriz de gel durante o aquecimento. Adicionalmente, o amido pode ser empregado como agente emulsionante, sendo particularmente útil no processamento de carnes com baixa retenção de água ou quando se adicionam níveis elevados de água à formulação (Joly; Anderstein, 2009).

Os fosfatos utilizados no processamento de produtos cárneos geralmente consistem em polifosfatos de sódio, os quais elevam o pH do meio. Isso facilita a retenção de água, resultando em emulsões mais estáveis e contribuindo para as características sensoriais dos embutidos (Lemos; Hagiwara; Yamada, 2011).

### **3.3 LEVEDURAS**

As leveduras, sendo microrganismos unicelulares, representam uma das fontes mais antigas de proteínas unicelulares consumidas pelo ser humano, presentes em produtos naturais, bem como em bebidas e alimentos produzidos por meio de processos fermentativos (Costa, 2004, p.1).

Em particular, a aplicação de leveduras em alimentos é de grande relevância, visto que as proteínas provenientes delas possuem a capacidade crucial de reter água. Isso desempenha um papel vital nas tecnologias empregadas na formulação de produtos cárneos na indústria, assegurando que o produto não sofra uma perda inadequada de água durante o processo de cocção (Marques; Oetterer; Horii, 1998).

Esses mesmos autores ressaltam a habilidade de certas proteínas em formar e estabilizar emulsões, característica determinante na formulação de produtos cárneos. Além disso, Kinsella (1976) observa que a capacidade de retenção de água desempenha um papel essencial na produção de salsichas, prevenindo a perda de água durante o processo de cocção.

Portanto, a utilização de leveduras e seus derivados na indústria de alimentos destaca propriedades funcionais de grande importância para o desenvolvimento de embutidos, incluindo a absorção de água e óleo, retenção de água e capacidade emulsificante (Kollar *et al.*, 1992).

### **3.4 SOFOROLIPÍDIO**

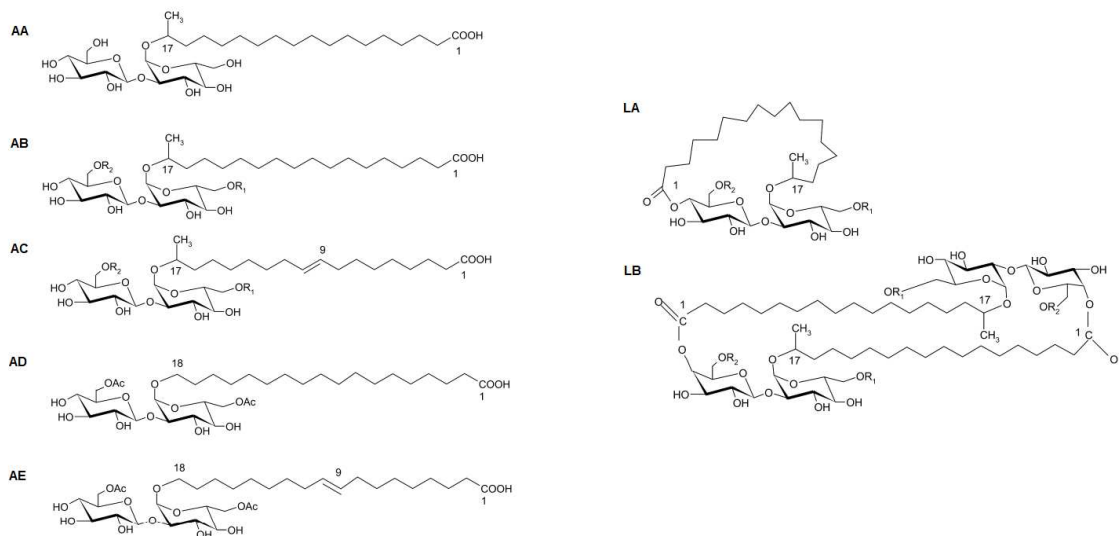
Os sofrorolipídios constituem uma classe de surfactantes de natureza biológica, inseridos na categoria dos glicolipídios extracelulares. São formados por um dissacarídeo chamado sofrorose, que se encontra unido por meio de uma ligação  $\beta$ -glicosídica entre o carbono 1' e o carbono terminal ( $\omega$ ) ou subterminal ( $\omega-1$ ) de uma extensa cadeia de ácidos graxos (Ashby; Solaiman, 2010).

A aplicação dos sofrorolipídios proporciona melhorias nos produtos, seja como um substituto para aditivos químicos, o que proporciona uma alternativa na composição de ingredientes, ou através de suas propriedades bioquímicas, que contribuem para a redução da carga microbiológica e o aumento da vida útil do produto. Além disso, há a potencialidade de redução nos custos de produção e na diminuição do impacto ambiental (Freitas *et al.*, 2021).

Um estudo conduzido por Silva et al. (2020), que empregou o biossurfactante microbiano produzido pela *Candida bombicola* como um emulsificante aditivo em cupcakes, demonstrou que a substituição parcial ou total da gordura vegetal pelo biossurfactante não ocasiona mudanças drásticas em suas características físico-químicas no produto final, sugerindo, assim, a viabilidade de aplicação dessa biomolécula em formulações de produtos alimentícios.

Esses compostos são sintetizados pela levedura *S. bombicola* e podem se apresentar nas formas lactônica e acídica, podendo exibir diferentes níveis de acetilação (Asmer et al., 1988; Van Bogaert; Zhang; Soetaert, 2011). No trabalho de Kulakovskaya e Kulakovskaya (2014) podemos observar as moléculas em suas diferentes formas como na Figura 1:

**Figura 1 - Estruturas de soforolipídeos**



Estruturas de soforolipídeos na forma acídica: (AA) soforolipídeo desacetilado, (AB, AC) principais soforolipídeos de *Starmerella bombicola* e (AD, AE) principais soforolipídeos de *Candida batistae*. Estruturas de lípidos soforolipídeos na forma de lactônica: (LA) lactona monomérica e (LB) lactona dimérica.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste trabalho, o princípio era a obtenção de dados das propriedades tecnológicas na emulsão cárnea na produção de salsichas do Soforolipídio da levedura *S. bombicola*. A avaliação dos dados foi realizada por meio de estatística descritiva, análise de variância (ANOVA) e teste de médias.

### 4.1 TIPO DE PESQUISA

O trabalho em questão teve composição majoritariamente de pesquisa experimental, a qual a coleta de dados foi feita no intervalo de julho a novembro de 2021.

- Tipo de trabalho: experimental
- Quantitativo (dados numéricos)
- Exploratório

### 4.2 MATERIAL EM ESTUDO

O principal objeto de estudo era o sofrorolipídio produzido pela *S. bombicola* obtido por meio de uma parceria da professora orientadora Mayka Reghiany Pedrão com a Universidade Estadual do Paraná (UEL). Os demais materiais necessários para o desenvolvimento do experimento eram os seguintes: a) Equipamentos e utensílios – Cutter, embutidor, forno defumador, centrífuga, tubos cônicos plásticos para centrífuga, banho-maria, saco de polipropileno, proveta graduada de 100mL, papel filtro, placas de acrílico, pesos de 5kg, estufa, cadinho de porcelana, potenciômetro, colorímetro, balança analítica e semi analítica, pipeta automáticas e manuais. b) Matéria-prima para a produção de Salsicha: Soforolipídio, Carne Mecanicamente separada, carne de frango, fígado de frango, gelo, amido, proteína de soja, sal, condimento para salsicha, sal de cura, lactato de sódio, fumaça líquida, corante carmim de corchonila, tripolifosfato de sódio, eritorbato de sódio.

### 4.3 MÉTODOS

Para a obtenção dos dados, uma série de métodos analíticos foi realizada, incluindo um processo de padronização na confecção das salsichas, pois alterações significativas entre as formulações, além das previamente intencionadas, teriam acarretado em erros estatísticos que afetariam possíveis conclusões. Além da produção, os outros métodos empregados no trabalho foram o índice de absorção de água, índice de absorção de óleo, estabilidade da emulsão, capacidade de retenção de água, índice de solubilidade, comparação de pH e leitura de cor.

#### 4.3.1 Produção da Salsicha

Foram estabelecidas cinco formulações de salsicha, sendo uma delas utilizada como controle, sem a presença de soforolipídio. As demais formulações foram compostas pelos mesmos ingredientes e proporções, com exceção da ausência de amido, da redução pela metade do sal de cura, e da exclusão de lactato de sódio e eritorbato de sódio. Essas modificações foram implementadas com o objetivo de reduzir a retenção de líquidos na primeira formulação (controle), permitindo, assim, uma comparação mais precisa e “crua” do soforolipídio como substituto. A seguir será ilustrada a base da formulação no Quadro 1:

Quadro 1

Formulação controle (F1)	
Ingrediente	Porcentagem (%)
Carne mecanicamente separada	40.0000
Carne de frango	34.4100
Fígado de frango	5.0000
Água (gelo)	12.8220
Amido	1.6410
Proteína de soja	1.9900
Sal	1.2430
Condimento pronto para salsicha	1.4920
Aditivo conservante: sal de cura (nitrito de sódio)	0.2490
Aditivo regulador de acidez: lactato de sódio	0.4930
Aditivo aromatizante: fumaça líquida	0.0500

Aditivo corante: corante carmim de cochonilha	0.0600
Aditivo estabilizante: tripolifosfato de sódio	0.3000
Aditivo antioxidante: eritorbato de sódio	0.2500
<b>Fonte:</b> Leão (2014) modificado	

As formulações F2, F3, F4 e F5 foram adicionadas de diferentes quantidades de soforolipídio objetivando analisar seu comportamento na emulsão. A seguir Quadro 2 – Formulação da Salsicha com diferentes concentrações de soforolipídio:

**Quadro 2**

Formulações com Sorofolipídio						
Ingrediente	Porcentagem (%)	F2	F3	F4	F5	
Carne mecanicamente separada	40.0000					
Carne de frango	34.4100					
Fígado de frango	5.0000					
Água (gelo)	12.8220					
<del>Amido</del>	<del>1.6410</del>					
Proteína de soja	1.9900					
Sal	1.2430					
Condimento pronto para salsicha	1.4920					
<del>Aditivo conservante: sal de cura (nitrito de sódio)</del>	<del>0.2490</del>					
<del>Aditivo regulador de acidez: lactato de sódio</del>	<del>0.4930</del>					
Aditivo aromatizante: fumaça líquida	0.0500					
Aditivo corante: corante carmim de cochonilha	0.0600					
Aditivo estabilizante: tripolifosfato de sódio	0.3000					
<del>Aditivo antioxidante: eritorbato de sódio</del>	<del>0.2500</del>					
Soforolipídio	+ (%)	0.0200	0.0600	0.1200	0.2000	
<b>Fonte:</b> Leão (2014) modificado						

#### 4.3.2 Índice de absorção de água

Um grama da massa de salsicha crua de cada amostra foi suspenso em 15mL de água destilada a temperatura ambiente, contida em um tubo de centrífuga (Falcon). Este tubo foi então centrifugado por 10 minutos a 3.000rpm. A massa sobrenadante de cada amostra foi separada do líquido e pesada em uma balança

analítica (adaptado de Seibel; Beléia, 2009). O índice de absorção de água foi calculado utilizando a equação 1:

$$\text{Equação 1: IAA} = [(\text{Peso Final} - \text{Peso Inicial}) * 100] / \text{Peso Inicial}$$

O resultado será a porcentagem de ganho de massa referente ao peso inicial.

#### **4.3.3 Índice de absorção de óleo**

Um grama da massa de salsicha crua de cada amostra foi suspenso em 15mL de óleo de soja a temperatura ambiente, contida em um tubo de centrífuga (Falcon). Este tubo foi então centrifugado por 10 minutos a 3.000rpm. A massa sobrenadante de cada amostra foi separada do líquido e pesada em uma balança analítica (adaptado de Seibel; Beléia, 2009). O índice de absorção de óleo foi calculado utilizando a equação 2:

$$\text{Equação 2: IAO} = [(\text{Peso Final} - \text{Peso Inicial}) * 100] / \text{Peso Inicial}$$

O resultado será a porcentagem de ganho de massa referente ao peso inicial.

#### **4.3.4 Estabilidade da emulsão**

A metodologia para a análise de estabilidade de emulsão consistiu em reservar diferentes amostras de 40g de massa de salsicha recém processada em embalagens de polietileno seladas sem vácuo. Os pacotes foram submetidos a cocção em banho-maria por 1 hora a 70°C. Após o processo, os pacotes foram drenados dos líquidos exsudados pelo processo de cozimento e então foi comparada a diferença do peso final e o inicial (adaptado de Parks; Carpenter, 1987). A estabilidade da emulsão foi calculada utilizando a equação 3:

$$\text{Equação 3: EE} = (\text{Peso Final} * 100) / \text{Peso Inicial}$$

O resultado será a porcentagem de massa preservada pós cocção referente ao peso inicial.



#### 4.3.5 Capacidade de retenção de água

Para a obtenção desses dados de capacidade de retenção de água, foram cortados aproximadamente 5g de salsicha embutida e cozida de cada amostra, pesados em uma balança analítica. Cada uma delas foi colocada no centro de dois papéis filtro. Após o processo, os papéis com a salsicha foram posicionados entre duas placas de acrílico e pressionados por pesos de 5kg por 2 minutos. Ao término do processo, a amostra prensada foi pesada (adaptado de Hoffmann; Hamm; Bluchel, 1982). A capacidade de retenção de água foi calculada conforme a equação 4:

$$\text{Equação 4: CRA} = 100 - [(\text{Peso Final} * 100) / \text{Peso Inicial}]$$

O resultado será a porcentagem de massa perdida pós prensa.

#### 4.3.6 Índice de solubilidade

Para a realização do índice de solubilidade (IS), utilizou-se a massa sobrenadante obtida na análise de índice de absorção de água (IAA). A amostra foi completamente seca dentro de um cadinho de porcelana em uma estufa a 105°C (adaptado de Anderson, Conway, Peplinski, 1969). Os resultados foram obtidos por meio da equação 5:

$$\text{Equação 5: IS} = \text{Peso do resíduo sólido} / \text{Peso da amostra}$$

#### 4.3.7 pH

Para examinar a influência do sofrrolipídio no pH, este foi obtido das diferentes amostras por meio de um potenciômetro digital, sendo as leituras realizadas em triplicata (Adaptado de Olivo, Soares, Shimokomaki, 2001).

#### **4.3.8 Leitura de cor**

Para examinar a influência do sofrolipídio na cor, os resultados foram obtidos a partir das diversas amostras analisadas por meio de um colorímetro digital de bancada, com leituras realizadas em triplicata nos eixos L\*, a\* e b\* (Adaptado de Soares *et al.*, 2003).

#### **4.4 TRATAMENTO DOS DADOS**

Os dados de cada análise serão comparados em estatística descritiva, análise de variância (ANOVA) e teste de médias.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quanto maior a estabilidade da emulsão, menor é a perda de líquidos e mais estável é o produto em relação ao tratamento térmico (Madruga et al., 2010). Pode ser notado que à medida que se aumenta a porcentagem do sofrorolípido adicionado às formulações, ocorre o aumento da estabilidade da emulsão, sendo que as formulações com 0,040% (F4) e 0,060% (F5) apresentaram melhores resultados, sendo 96,34% e 95,35%, respectivamente, com diferença significativa ( $p < 0,05$ ) em relação as demais. Os resultados maiores de CRA e EE para formulação com 0,060% de sofrorolípido mostram que as baixas perdas de água podem estar relacionadas à alta retenção de líquido pela matriz (Marchetti; Andres; Califano, 2017) e este resultado demonstra que a adição de sofrorolípido interferiu positivamente neste parâmetro.

Para IAO, todas as formulações contendo sofrorolípido (F2, F3, F4 e F5) diferiram estatisticamente da formulação controle (F1), que inclusive perdeu massa para o solvente, e o mesmo comportamento pode ser observado para IAA, onde exceto a formulação F3, as demais formulas diferiram significativamente da formulação controle, mostrando que as massas de salsicha foram melhoradas, tornando-se mais estáveis, pois estas análises medem a quantidade de óleo e água retida na matriz sem que haja exsudação após a ação de uma força centrífuga e este índice depende da conformação molecular, tamanho das partículas, números de sítios de ligação das moléculas e força de centrifugação.

De acordo com os dados apresentados no Quadro 3, as propriedades tecnológicas para formulações acrescidas de sofrorolípídios apresentaram melhoras em todos os aspectos, indicando que o sofrorolípido se adaptada efetivamente a um papel de emulsificante, estabilizante de massa fina cárnea. Esse ponto é positivo para o desenvolvimento de um novo insumo de origem natural, que futuramente possa substituir insumos de origem sintética.

Nota-se como a adição de sofrorolípido atuou no desenvolvimento e fixação da cor da emulsão cárnea. A incorporação do sofrorolípido indicou uma maior luminosidade, o que pode tornar o produto mais atrativo, bem como os valores de  $a^*$  e  $b^*$  indicando um produto mais claro.

**Quadro 3 – Resultados das análises tecnológicas**

	IAA	IAO	EE	CRA	IS	pH
F1	1,00 (±0,05) <sup>c</sup>	0,96 (±0,15) <sup>c</sup>	90,19 (±0,37) <sup>c</sup>	14,73 (±3,06) <sup>b</sup>	0,12 (±0,01) <sup>a</sup>	6,22 (±0,01) <sup>d</sup>
F2	1,11 (±0,02) <sup>ab</sup>	1,18 (±0,02) <sup>ab</sup>	94,19 (±0,10) <sup>b</sup>	16,17 (±3,34) <sup>b</sup>	0,04 (±0,01) <sup>b</sup>	6,29 (±0,00) <sup>bc</sup>
F3	1,08 (±0,01) <sup>bc</sup>	1,18 (±0,03) <sup>ab</sup>	93,44 (±0,55) <sup>b</sup>	13,97 (±1,42) <sup>b</sup>	0,03 (±0,006) <sup>b</sup>	6,31 (±0,00) <sup>b</sup>
F4	1,10 (±0,04) <sup>b</sup>	1,23 (±0,07) <sup>a</sup>	96,34 (±0,42) <sup>a</sup>	15,26 (±1,33) <sup>b</sup>	0,03 (±0,01) <sup>b</sup>	6,34 (±0,01) <sup>a</sup>
F5	1,12 (±0,04) <sup>a</sup>	1,27 (±0,03) <sup>a</sup>	95,35 (±0,42) <sup>a</sup>	19,92 (±1,86) <sup>a</sup>	0,04 (±0,008) <sup>b</sup>	6,31 (±0,00) <sup>b</sup>

Nas colunas: letras iguais indicam que não há diferença significativa a 5%, letras diferentes indicam diferença significativa a 5%.

A cor de um produto cárneo é um dos parâmetros importantes que o consumidor utiliza para prever a qualidade durante a compra (Kavuşan *et al.*, 2020).

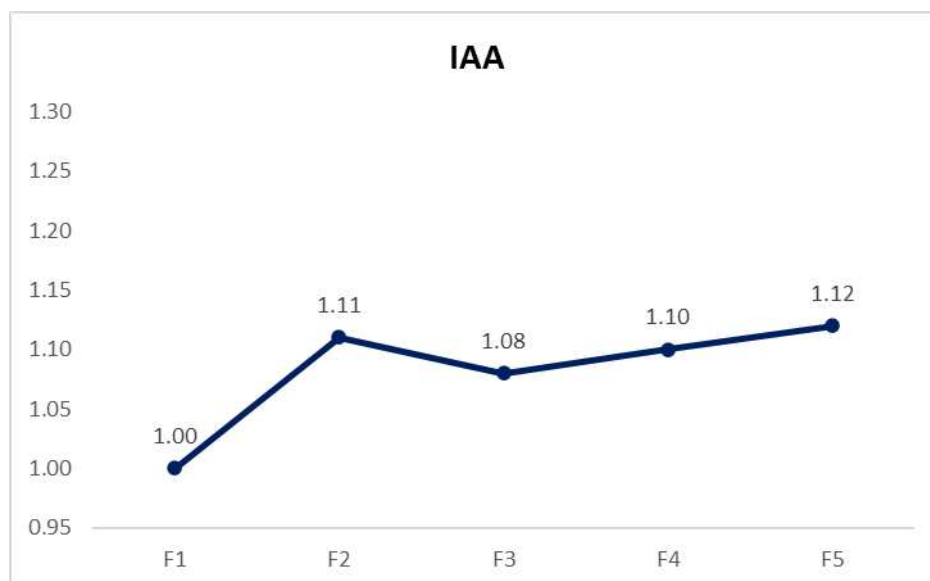
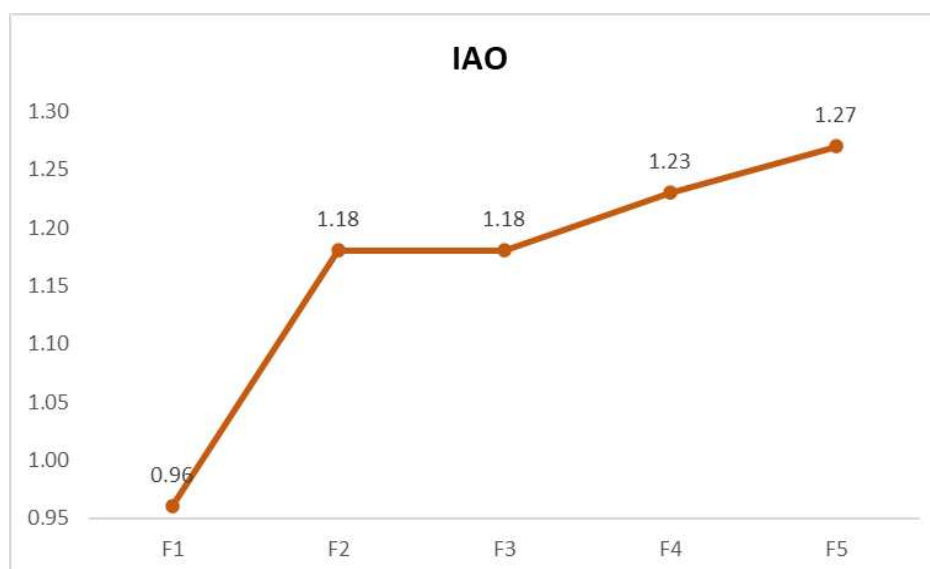
É possível observar na tabela 2, que nas amostras de salsichas, aquelas em que houve a adição de sofrolipídio, o parâmetro L\* (luminosidade), a\* (coordenada vermelho/verde) e b\* (coordenada amarelo/azul) foram afetados significativamente ( $p < 0,05$ ), quando comparadas com amostra controle (F1). A seguir o Quadro 4 contendo os dados de Colorimetria:

**Quadro 4 – Dados de colorimetria**

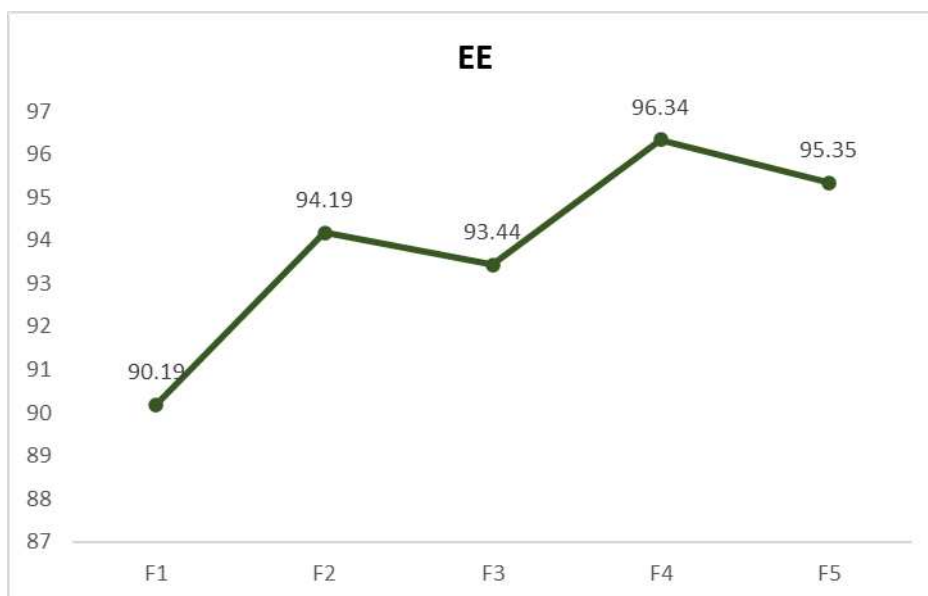
Amostra	Cor		
	L*	a*	b*
F1	53,80 (±2,04) <sup>c</sup>	24,68 (±1,38) <sup>a</sup>	18,40 (±1,20) <sup>a</sup>
F2	62,58 (±0,58) <sup>ab</sup>	15,57 (±0,45) <sup>b</sup>	15,42 (±0,41) <sup>b</sup>
F3	62,01 (±0,43) <sup>b</sup>	16,37 (±0,33) <sup>b</sup>	15,76 (±0,32) <sup>b</sup>
F4	63,85 (±1,16) <sup>a</sup>	13,77 (±1,07) <sup>c</sup>	15,86 (±0,99) <sup>b</sup>
F5	62,08 (±1,11) <sup>b</sup>	14,59 (±0,83) <sup>bc</sup>	15,69 (±0,54) <sup>b</sup>

Nas colunas: letras iguais indicam que não há diferença significativa a 5%, letras diferentes indicam diferença significativa a 5%.

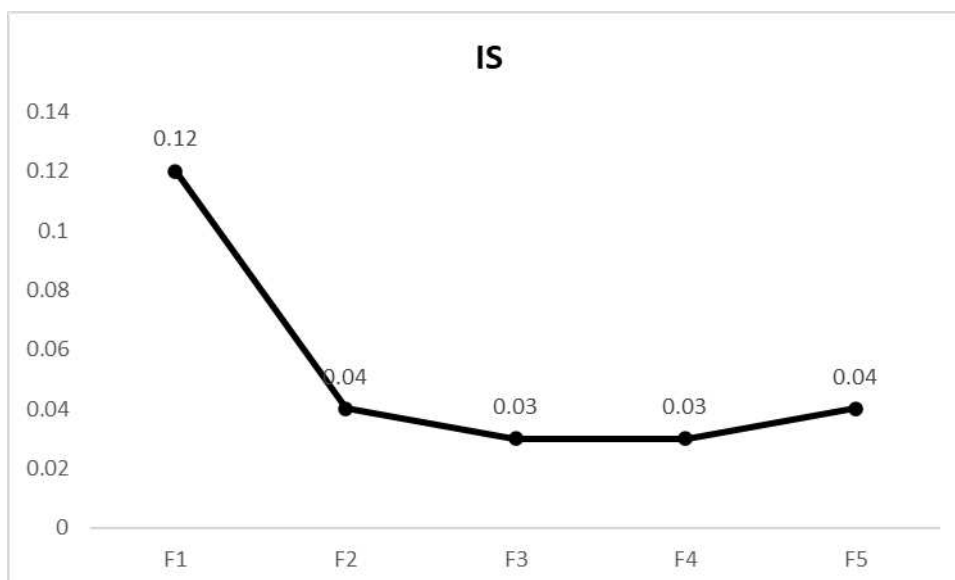
Analisando separadamente os dados, foram desenvolvidos os Gráfico 1 e 2:

**Gráfico 1 – Índice de absorção de água****Gráfico 2 - Índice de absorção de óleo**

Sobre a estabilidade da emulsão (EE) houve dois grupos de melhorias. Analisando os dados individualmente foi observado queda da formulação 3 em comparação a 2 e 5 em comparação a 4, porém, entre cada uma das comparações não houve diferença significativa a 5%, podendo considerar 2 e 3 uma mesma família de dados assim como 4 e 5, o aumento na estabilidade é um bom sinalizador de melhoria na emulsão e interessante para a indústria de emulsão cárnea que sofre com a separação da emulsão, as duas famílias estatísticas e os fenômenos citados podem ser observados no Gráfico 3 a seguir:

**Gráfico 3 – Estabilidade da Emulsão**

Referente ao índice de solubilidade (IS) é observado diminuição dos sólidos solúveis no precipitado da formulação original e das formulações com sofrorolípídeo, o que é um bom indicador de emulsão, porém nenhuma diferença significativa entre as formulações como apresenta o Gráfico 4:

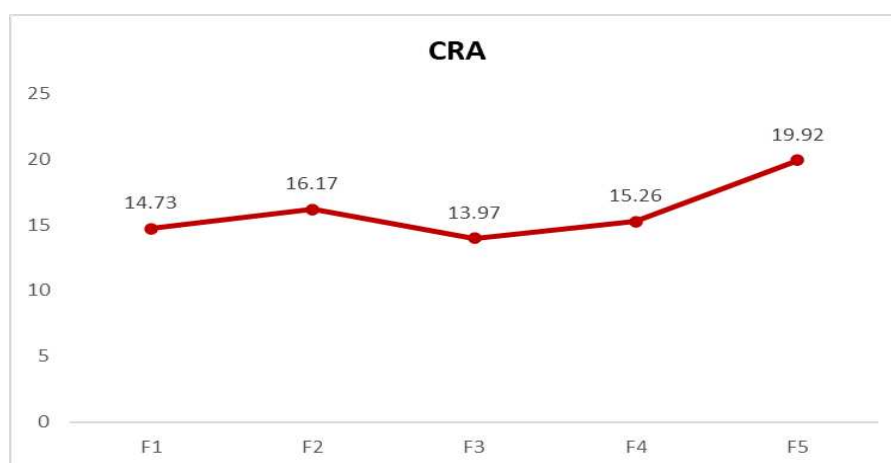
**Gráfico 4 – Índice de solubilidade**

Para as análises de CRA oscilações nos valores entre a formulação base e as formulações com sofrorolípídeo, quase todas dentro da mesma família de dados exceto a formulação 5.

É observado nas análises anteriores que há alterações na emulsão e sendo assim a forma com que as moléculas estão agregadas pode ter mudado de forma que foi possível agregar mais água e/ou óleo, ter menor dispersão de sólidos em cozimento, mas a emulsão se mostra mais sensível para atividade mecânica, vale ressaltar que apesar de a característica tecnológica desejada ser manter ou diminuir a perda de líquidos na prensagem, não necessariamente prejudica aspectos sensoriais.

Pode-se levantar duas hipóteses, uma e a mais provável é que a maior fixação da gordura (apolar) na matriz da emulsão colaborou para a expulsão da água na análise, e uma hipótese que em um universo maior de dados com mais repetições e formulações, o desvio da formulação 5 retorne a mesma família de dados, que podem ser observados no Gráfico 5:

**Gráfico 5 – Capacidade de retenção de água**



De modo geral, os resultados obedeceram ao seguinte desempenho como mostra o Quadro 5:

**Quadro 5 - Melhores desempenhos nas análises**

Formulações / Análises	IAA	IAO	EE	CRA	IS
Sem soforolipídio				X	
Com soforolipídio	X	X	X		X

O pH variou de forma significativa entre as formulações, se elevando conforme a concentração de soforolipídio, o único caso que fugiu do padrão foi a última formulação que diminuiu novamente. Apesar da oscilação vale ressaltar que nenhuma das alterações fugiu do gradiente estável dessa emulsão.

De modo geral, a colorimetria acusou variação significativa entre todas as formulações, mas de modo geral foi observado um padrão da salsicha com a formulação original apresentar menos brilho, cores avermelhada e amarelada mais acentuadas. Nas coordenadas  $a^*$  e  $b^*$  isso pode significar piora da solubilidade do corante carmim de cochonilha, a coordenada  $L^*$  representa o brilho do produto, e sendo a quantidade de água igual pra todas as formulações seu aumento pode representar uma alteração na forma que a emulsão está ocorrendo ou que a formulação perdeu menos água na cocção característica do produto. Caso essa hipótese seja a que explique o resultado, a indústria se beneficiaria das novas formulações por questões de rendimento.



## 6 CONCLUSÃO

Os resultados sugerem que o soforolipídio têm potencial para ser um novo aditivo natural, com funções emulsificantes e estabilizantes, para aplicações em produtos cárneos emulsionados como a salsicha, impactando positivamente em suas propriedades tecnológicas. A estabilidade extra na formulação pode ser interpretada de forma extremamente positiva na indústria, diminuindo a incidência de produtos descartados por falha na emulsão.

A formulação com maior concentração de soforolipídio (F5) teve o melhor desempenho global nas análises, apesar de ser óbvio e esperado que a adição de um emulsificante ajudaria a estabilizar a emulsão, o resultado causa surpresa ao lembrar que as formulações de F2 a F5 não possuem amido, produto vital para estabilizar o produto e garantir adequadas características tecnológicas pós processamento térmico.

É difícil apontar a viabilidade do produto comercialmente para indústria sem estudos econômicos, apesar de sua notória eficácia. Caso uma hipotética inviabilidade seja de natureza física como facilidade de contaminar o produto por sua atividade de água, difícil aplicação ou afins, uma solução poderia ser uma microencapsulação do produto caso seja possível preservar suas características desejadas.

## REFERÊNCIAS

- ANDERSON, R. A.; CONWAY, H. F.; PEPLINSKI, A. J. Gelation of corn grits by roll and extrusion cooking. **Cereal Science Today**, v. 14, n. 1, p. 4-7, 11-12, 1969.
- ASHBY, R. D.; SOLAIMAN, D. K. Y. The influence of increasing media methanol concentration on sophorolipid biosynthesis from glycerol-based feedstocks. **Biotechnology Letters**, v. 32, n. 10, p. 1429–1437, 2010.
- ASMER, Hans-Joachim *et al.* Microbial production, structure elucidation and bioconversion of sophorose lipids. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 65, n. 9, p. 1460-1466, 1988.
- CÂMARA, A. K. F. I. FOOD CONNECTION. **Produtos cárneos emulsionados: quais os cuidados necessários no processamento?**, 2020. Disponível em: <<https://www.foodconnection.com.br/tecnologia/produtos-carneos-emulsionados-quais-os-cuidados-necessarios-no-processamento>>, acesso em: 22 maio 2022.
- CASABURI, A. *et al.* Technological properties and bacteriocins production by *Lactobacillus curvatus* 54M16 and its use as starter culture for fermented sausage manufacture. **Food Control**. v. 59 p. 31-45, 2016.
- COSTA, Leidimara Feregueti. Leveduras na nutrição animal. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.1, n.1, p.01-06, jul/ago. 2004.
- FILHO, Artur Bibiano Melo; BISCONTINI, Telma Maria Barreto; ANDRADE, Sâmara Alvachian Cardoso. Níveis de nitrito e nitrato em salsichas comercializadas na região metropolitana do Recife. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.24, n.3, p.390-392, 2004.
- FILHO, Artur Bibiano Melo; GUERRA, N.B. Avaliação da qualidade nutricional de produtos cárneos: salsichas e mortadelas comercializadas na Região Metropolitana do Recife. In: **CONGRESSO LATINOAMERICANO DE NUTRICIONISTAS-DIETISTAS**, Montevideo. 1998. p. 186.
- FREITAS, Christiane Aparecida Urzedo Queiroz *et al.* Soforolipídios de *Starmerella bombicola* como sanitizante na lavagem de carcaças por aspersão e imersão no abate e processamento de aves, **Research, Society and Development**, v.10, n.8, p. e13110815210, jul. 2021. Disponível em: <<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/15210>>, acesso em: 16 maio 2022.
- HILL, M.J. Nitrate toxicity: myth or reality. **British Journal of Nutrition**, v. 81, p. 343-344, 1999.
- HOFFMANN, H.; HAMM, R.; BLUCHEL, E. Neus übes die bestimmung der wasserbinding des nut hiefl filter paper premethods. **Fleishwirtsch**, v. 62, p. 87-94, 1982.

JOLY, G.; ANDERSTEIN, B. Starches. In: TARTÉ, R. (Ed.). **Ingredients in Meat Products - Properties, Functionality and Applications**. USA: Springer, 2009, p. 25-55.

KALE, S. N.; DEORE, S. L. Emulsion Micro Emulsion and Nano Emulsion: A Review. **Sys Rev Pharm.**, v.8, n. 1, p. 39-47, 2017.

KAVUŞAN, H. S.; SERDAROĞLU, M.; NACAĞ, B.; İPEK, G. An approach to manufacture of fresh chicken sausages incorporated with black cumin and flaxseed oil in water gelled emulsion. **Food science of animal resources**, v. 40, n. 3, p. 426, 2020.

KINSELLA, J.E. Functional properties in foods; a survey. **CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v. 7, n. 3, p. 219-280, 1976.

KOLLAR, R.; STURKIK, E.; SAJBIDOR, J. Complete fractionation of *Saccharomyces cerevisiae* biomass. **Food Biotechnology**, New York, v. 6, n. 3, p. 225- 237, 1992.

KULAKOVSKAYA, E.; KULAKOVSKAYA, T. Structure and occurrence of yeast extracellular glycolipids. **Extracellular Glycolipids of Yeasts**, eds E. Kulakovskaya and T. Kulakovskaya (Amsterdam: Elsevier), p. 1-13, 2014.

LEÃO, R. F. C. **Formulação alternativa para elaboração de salsicha em uma indústria de processamento de carnes**. 2014. 23 f. Monografia (Especialização em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2014.

LEMOS, A. L. D. S. C.; HAGUIWARA, M. M. H.; YAMADA, E. A. **Processamento de Embutidos Cárneos**. 2 Ed. Brasil: ITAL, Centro de Tecnologia de Carnes, 2011.

MADRUGA, M. S.; GUERRA, I. C. D.; FÉLEX, S. D. S.; MEIRELES, B. D. A.; BENEVIDES, S. D.; BOMFIM, M. Produção de mortadelas para agregação de valor à carne caprina. **Embrapa Caprinos e Ovinos-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2010

MANDIGO, R. W.; ESQUIVEL, O. CHEMISTRY AND PHYSICS OF COMMINUTED PRODUCTS | Emulsions and Batters. In: JENSEN, Werner K.; DEVINE, Carrick; DIKEMAN, Michael. **Encyclopedia of Meat Sciences**. Oxford: Elsevier, p.266-271. 2004.

MARCHETTI, L.; ANDRÉS, S. C.; CALIFANO, A. N. Physicochemical, microbiological and oxidative changes during refrigerated storage of n-3 PUFA enriched cooked meat sausages with partial NaCl substitution. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 41, n. 3, p. e12920, 2017.

MARQUES, A.; OETTERER, M.; HORII, J. Caracterização da levedura e seu uso na alimentação. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 32, n. 1, p. 89-98, 1998.

NITSCHKE, M.; SILVA, S. S. Recent food applications of microbial surfactants. **Critical Reviews in food science and nutrition**, v. 58, n. 4, p. 631-638, 2017.

OLIVEIRA, M. R. *et al.* Review: Sophorolipids a promising biosurfactant and it's applications. **International Journal of Advanced Biotechnology and Research (IJBR)**, v. 6, n. 2, p. 161-174, 2015.

OLIVO, R.; SOARES, A. L.; IDA, E. I.; SHIMOKOMAKI, M. Dietary Vitamin E Inhibits Poultry PSE and Improves Meat Functional Properties. **Journal of Food Biochemistry**, v. 25, n. 4, 271-283, 2001.

PARKS, L. L.; CARPENTER, J. A. Functionality of six non meat proteins in meat emulsion systems. **Journal of Food Science**, v. 52, n. 2, p. 271-278, 1987.

SANTHI, D.; KALAIKANNAN, A.; SURESHKUMAR, S. Factors influencing meat emulsion properties and product texture: a review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 57, n. 10, p. 2021-2027, 2017.

SEIBEL, N. F.; BELÉIA, A. D. P. Características químicas e funcionalidade tecnológica de ingredientes de soja [Glycine Max (L.) Merrill]: carboidratos e proteínas. **Braz. J. Food Technol.**, v. 12, n. 2, p. 113-122, 2009.

SILVA, I. A. *et al.* Production of cupcake-like dessert containing microbial biosurfactant as na emulsifier. **PeerJ**, n. 8, p. 1-23, 2020.

SOARES, A. L *et al.* Phospholipase A2 activity in poultry pse, pale, soft, exudative. **Meat. Journal of Food Biochemistry**, v. 27, n. 4, p. 309-320, 2003.

VAN BOGAERT, I. N. A.; ZHANG, J.; SOETAERT, W., Microbial synthesis of sophorolipids. **Process Biochemistry**, v. 46, n. 4, p. 821-833, 2011

VENTURINI, Katiani Silva; SARCINELLI, Miryelle Freire; SILVA, LC da. Características da carne de frango. **Boletim Técnico-Pie-Ufes**, v. 1307, 2007.

ZORBA, O.; KURT, S. Optimization of emulsion characteristics of beef, chicken and turkey meat mixtures in model system using mixture design. **Meat Science**, v. 73, p. 611-618, 2006.

## APÊNDICE I

### ARTIGO

Kaiser, Tania Regina; BORBA AGONILHA, DANILO; DE ARAÚJO ROCHA, RENATA; HERGESEL, MARIANA; BALDO, CRISTIANI; COELHO, ALEXANDRE RODRIGO; Pedrão, Mayka Reghiany; CELLIGOI, MARIA ANTONIA P. COLABONE. Effects of incorporation of sophorolipids on the texture profile, microbiological quality and oxidative stability of chicken sausages. INTERNATIONAL JOURNAL OF FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY, v. 1, p. 1-10, 2023.

### PATENTES

Pedrao, M. R.; CELLIGOI, MARIA ANTONIA PEDRINE COLABONE; Kaiser, Tania Regina; BALDO, CRISTIANI; SILVEIRA, A. A.; BORBA AGONILHA, DANILO; HERGESEL, M. M.; ROCHA, R. A.. EMULSIFICANTE NATURAL E SUSTENTÁVEL PARA SALSICHA DE FRANGO. 2023, Brasil. Patente: Privilégio de Inovação. Número do registro: BR10202301253, título: "EMULSIFICANTE NATURAL E SUSTENTÁVEL PARA SALSICHA DE FRANGO", Instituição de registro: INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial. Depósito: 22/06/2023

CELLIGOI, M. A. C.; Pedrao, Mayka Reghiany; SHIRAI, M.; HERGESEL, M. M.; BORBA AGONILHA, DANILO; KAISER, T. R.; ROCHA, R. A.; ROCHA, C. B.. MICROCÁPSULAS DE SOFOROLIPÍDIOS DE *Starmerella bombicola* PARA EMBUTIDOS CÁRNEOS EMULSIONADOS. 2023, Brasil. Patente: Privilégio de Inovação. Número do registro: BR10202301306, título: "MICROCÁPSULAS DE SOFOROLIPÍDIOS DE *Starmerella bombicola* PARA EMBUTIDOS CÁRNEOS EMULSIONADOS", Instituição de registro: INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial. Depósito PCT: 28/06/2023