

# Engenho

ISSN: 2176-3860

Revista de Estudos sobre as áreas de Engenharia e Tecnologia

**Centro Universitário Padre Anchieta Jundiaí/SP**  
**Faculdades de Engenharia e de Tecnologia**

**SUMÁRIO**

<b>Apresentação.....</b>	<b>3</b>
<b>A Industrialização da Carne Bovina - Processo de Maturação.....</b>	<b>4</b>
	Rute Ferreira Bastos Andressa Vieira Cavalcante Thais Fragoso de Lima Silva Claudemar José Trevizam Cássia Aparecida Tavares
<b>Estratégias de Marketing Sensorial: a Importância Crucial da Ciência Sensorial e a Influência dos Cinco Sentidos na Decisão de Compra de Alimentos.....</b>	<b>20</b>
	Gabrielle Isabel Ramalho Nathalia Beatriz Ferreira da Silva Claudemar José Trevizam Hipólito Alberto da Silva Gomes
<b>Estudo da viabilidade de Fabricação de Etanol Neutro a Partir do Soro de Queijo Residual de Pequenos Produtores.....</b>	<b>41</b>
	Wesley de Oliveira Marques Daniel Titton Gabriel Claudemar José Trevizam Flávio Gramolelli Junior Vanderlei Inácio de Paula
<b>Desafios e Oportunidades na Melhoria da Qualidade de Impermeabilizantes com Cera: Explorando Alternativas para Aprimorar a Eficiência de Proteção.....</b>	<b>61</b>
	Amanda de Paula Annajulia Godoi Oliveira Maria Eduarda Pinoti Tatiana Lança Renato Carajelescov Nonato

## Apresentação

A Revista Engenho, em sua 16<sup>a</sup> edição (vol. 16, nº 1, dezembro de 2024), reafirma seu compromisso com a disseminação do conhecimento científico, tecnológico e inovador nas áreas da Engenharia, Tecnologia e Pesquisa Aplicada. Publicada anualmente pelo Centro Universitário Padre Anchieta, a Engenho consolida-se como um espaço plural de reflexão, análise crítica e divulgação de estudos que dialogam diretamente com os desafios contemporâneos da indústria e da sociedade. Esta edição reúne artigos que abordam temas estratégicos e atuais, contemplando desde processos industriais tradicionais até soluções inovadoras alinhadas à sustentabilidade, ao desenvolvimento tecnológico e à melhoria de produtos e processos. O periódico mantém sua proposta de integrar ensino, pesquisa e extensão, estimulando a produção acadêmica que extrapola os limites do ambiente universitário e contribui efetivamente para o avanço técnico-científico e social.

Entre os trabalhos publicados, destaca-se o artigo “A Industrialização da Carne Bovina – Processo de Maturação”, que discute aspectos fundamentais do processamento e da qualidade no setor alimentício. O estudo “Estratégias de Marketing Sensorial: a Importância Crucial da Ciência Sensorial e a Influência dos Cinco Sentidos na Decisão de Compra de Alimentos” evidencia a relevância da ciência sensorial como ferramenta estratégica na indústria de alimentos. Já o artigo “Estudo da Viabilidade de Fabricação de Etanol Neutro a Partir do Soro de Queijo Residual de Pequenos Produtores” apresenta uma alternativa inovadora e sustentável para o aproveitamento de resíduos agroindustriais. Complementando esta edição, o trabalho “Desafios e Oportunidades na Melhoria da Qualidade de Impermeabilizantes com Cera” explora soluções técnicas para o aprimoramento da eficiência de materiais utilizados na construção e em processos industriais.

A Revista Engenho permanece aberta à contribuição de pesquisadores da instituição e de outras organizações, fortalecendo o intercâmbio de ideias e experiências. Ressalta-se que o conteúdo dos trabalhos publicados é de inteira responsabilidade de seus autores, sendo sua publicação condicionada à autorização dos autores.

Com esta edição, a Engenho reafirma seu papel como veículo de difusão do conhecimento científico e tecnológico, incentivando a inovação, a sustentabilidade e o pensamento crítico, em benefício da comunidade acadêmica, do setor produtivo e da sociedade como um todo.

Excelente Leitura!

Jundiaí(SP), dezembro 2024

Prof.Me.Claudemar José Trevizam

Editor da Revista Engenho

## A INDUSTRIALIZAÇÃO DA CARNE BOVINA - PROCESSO DE MATURAÇÃO

Rute Ferreira Bastos (Centro Universitário Padre Anchieta)

Andressa Vieira Cavalcante (Centro Universitário Padre Anchieta)

Thais Fragoso de Lima Silva (Centro Universitário Padre Anchieta)

Claudemar José Trevizam (Centro Universitário Padre Anchieta)

Cássia Aparecida Tavares (Centro Universitário Padre Anchieta)

### RESUMO

Este trabalho teve como objetivo geral analisar e identificar as condições ideais de maturação da carne bovina, visando maximizar a qualidade sensorial e a segurança do produto, contribuindo para a evolução das práticas industriais e o aumento da competitividade do setor. A metodologia adotada foi uma revisão bibliográfica abrangente, examinando estudos científicos e literaturas técnicas sobre o processo de maturação da carne bovina. A revisão revelou que o controle rigoroso de variáveis como tempo, temperatura e umidade é crucial para melhorar atributos sensoriais da carne, como maciez, sabor e suculência. Foram comparados os métodos de maturação a seco e a úmido, evidenciando que a maturação a seco, apesar de mais exigente, oferece melhorias significativas na textura e sabor da carne. Os resultados confirmam que tempos de maturação bem geridos proporcionam uma maior quebra das fibras musculares, aumentando a maciez sem comprometer a segurança microbiológica do produto. Concluiu-se que a implementação de práticas otimizadas de maturação é essencial para a indústria, beneficiando tanto os consumidores quanto os produtores. A adoção das práticas recomendadas não só aprimora a qualidade da carne bovina, mas também fortalece a competitividade do setor no mercado global.

**Palavras-chave:** maturação; carne bovina; indústria.

### ABSTRACT

*This study aimed to analyze and identify the optimal conditions for beef maturation, aiming to maximize sensory quality and product safety, thereby contributing to the evolution of industrial practices and enhancing sector competitiveness. The methodology employed was a comprehensive literature review, encompassing scientific studies and technical literature on beef maturation processes. The review revealed that strict control of variables such as time, temperature, and humidity is crucial for enhancing sensory attributes of beef, including tenderness, flavor, and juiciness. Dry and wet aging methods were compared, highlighting that dry aging, despite being more demanding, significantly enhances texture and flavor of the beef. The results confirm that well-managed maturation times lead to greater breakdown of muscle fibers, increasing tenderness without compromising product microbiological safety. It was concluded that implementing optimized maturation practices is essential for the industry, benefiting both consumers and producers. Adoption of these recommended practices not only improves beef quality but also strengthens sector competitiveness in the global market.*

**Keywords:** maturation; beef; industry

## 1. INTRODUÇÃO

A industrialização da carne bovina representa um dos pilares mais importantes do setor agroalimentar, influenciando diretamente a economia, a saúde pública e os hábitos alimentares da população. Dentro desse contexto, o processo de maturação da carne bovina emerge como um fator crucial para a melhoria da qualidade sensorial e microbiológica do produto final. A maturação da carne é uma prática que visa aprimorar características como a maciez, o sabor e a suculência, atributos que são altamente valorizados pelos consumidores e que, consequentemente, influenciam suas decisões de compra.

A industrialização da carne bovina não apenas sustenta a economia global através da produção em larga escala e distribuição eficiente, mas também desempenha um papel fundamental na segurança alimentar e nas normas de saúde pública. A crescente demanda por carne bovina de qualidade elevada impulsiona constantemente a busca por métodos que não apenas atendam às expectativas dos consumidores, mas também garantam a segurança microbiológica dos produtos. Nesse sentido, a maturação da carne emerge como uma prática essencial, não só para elevar os padrões sensoriais, mas também para mitigar riscos sanitários, assegurando que o produto final atenda aos mais altos padrões de qualidade e segurança alimentar exigidos pelos mercados globais.

Apesar da relevância do processo de maturação para a qualidade da carne bovina, ainda há lacunas significativas no entendimento de como variáveis como o tempo e as condições de armazenamento influenciam os resultados finais. Questões como a duração ideal da maturação, a temperatura e a umidade adequadas, bem como o impacto de diferentes métodos de maturação (a seco ou a úmido) permanecem pouco exploradas.

Nesse sentido, a hipótese central deste trabalho é que o controle rigoroso das condições de maturação, incluindo tempo, temperatura e umidade, resulta em uma carne bovina com melhores propriedades sensoriais e maior aceitação pelo consumidor.

A investigação aprofundada sobre o processo de maturação da carne bovina é justificada pela necessidade de otimização das técnicas de processamento para atender as crescentes demandas de qualidade do mercado. Além disso, a melhoria da qualidade da carne pode trazer benefícios econômicos para os produtores e a indústria, reduzindo perdas por deterioração e aumentando o valor agregado do produto final.

Portanto, o objetivo geral deste estudo é analisar e identificar as condições ideais de maturação da carne bovina, visando maximizar a qualidade sensorial e a segurança do produto,

contribuindo assim para a evolução das práticas industriais e o aumento da competitividade do setor. Ao final deste trabalho, se espera fornecer uma base científica sólida para a implementação de práticas de maturação otimizadas na indústria de carne bovina. Isso não apenas permitirá uma produção de carne de alta qualidade, mas também fortalecerá a posição dos produtores e processadores no mercado global, atendendo de maneira mais eficiente às exigências dos consumidores e reguladores de saúde.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Etapas da Industrialização**

De acordo com Malafaia et al., (2021), a industrialização da carne bovina é um processo complexo e muito abrangente na qual se envolve diversas etapas, desde a criação do gado até a distribuição dos produtos finais para o mercado consumidor.

A criação de gado bovino é o primeiro passo, onde os animais são criados em fazendas e alimentados até atingirem o peso ideal para o abate, existem diferentes sistemas de criação, incluindo o confinamento, a pastagem extensiva e semi-intensiva, quando os animais atingem o peso e a idade ideais, são enviados para abatedouros (MALAFAIA et al., 2021).

Silva Guterres (2023) explica que o processo de abate envolve diversas etapas como a insensibilização a fim de garantir o bem-estar animal, o gado é insensibilizado antes do abate, após a insensibilização, o animal, então, é sangrado para remover o sangue e também os órgãos internos são removidos, a carcaça é dividida em duas metades para facilitar o manuseio, as meias-carcaças são resfriadas e depois enviadas para a desossa, aqui, a carne é separada dos ossos e cortada em diferentes peças, como filé, contrafilé, picanha, entre outros cortes específicos.

No Processamento Secundário, a carne pode ser processada de várias maneiras, dependendo do produto final desejado como a Moagem para a produção de carne moída, a Cura e Defumação na produção de produtos como bacon, presunto e charque, o Enlatamento, o Congelamento em que a carne embalada a vácuo e congelada para maior duração (OLIVEIRA et al., 2024).

Os produtos de carne são então embalados e a embalagem pode variar de acordo com o tipo de produto e pode incluir embalagens a vácuo, bandejas seladas com filme plástico, entre outras, depois de embalados, os produtos são distribuídos para diferentes pontos de venda, como supermercados, açougues e restaurantes, a logística de distribuição é crucial para garantir que a carne chegue fresca ao consumidor final (OLIVEIRA et al., 2024).

## 2.2. Controle de Qualidade e Segurança Alimentar

O controle de qualidade e segurança alimentar na industrialização da carne bovina é um aspecto crítico para garantir que os produtos sejam seguros, de alta qualidade e livres de contaminantes, dentre as principais Normas e Regulamentações, locais e internacionais, estão o MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) no Brasil na qual estabelece normas para a produção e processamento de carne, o USDA (United States Department of Agriculture) nos EUA, a EFSA (European Food Safety Authority) na Europa e Codex Alimentarius sendo o conjunto de normas internacionais desenvolvidas pela FAO e OMS. Além disso, abrange uma série de procedimentos e práticas destinadas a assegurar que o produto final seja seguro, saudável e de alta qualidade. Este controle começa ainda na criação dos animais, onde a nutrição, o manejo e o bem-estar animal são monitorados rigorosamente. Um gado bem alimentado e saudável é o primeiro passo para garantir uma carne de qualidade (FERRACINI et al., 2022).

Para o controle na produção primária é importante observar a saúde e bem-estar Animal com monitoramento constante da saúde dos animais, a vacinação e controle de doenças são boas práticas de manejo a fim de minimizar o estresse e garantir o bem-estar animal, a rastreabilidade permite sistemas de identificação individual ou por lote dos animais informando registro de origem, alimentação, medicamentos administrados e informações relevantes (FERRACINI et al., 2022).

Em relação ao processamento no abatedouro deve haver a Inspeção Ante e Post Mortem, pois a avaliação dos animais antes do abate permite identificar sinais de doenças e na inspeção post mortem os exames das carcaças e órgãos após o abate podem detectar anomalias, na higiene e sanitização deve ser feita uma limpeza e desinfecção rigorosa das instalações e equipamentos com as práticas de higiene para os trabalhadores, como uso de EPIs (SILVA et al., 2020).

Na fase de abate, são adotadas práticas específicas para minimizar o estresse dos animais, o que pode afetar negativamente a qualidade da carne. Após o abate, a carne passa por várias etapas de processamento, onde são implementados controles rigorosos de higiene e temperatura. A rastreabilidade é um componente crítico do controle de qualidade, permitindo que cada lote de carne seja rastreado desde a origem até o consumidor final (SILVA, 2019).

Segundo Oliveira et al., (2024), o processamento secundário e a embalagem necessitam de um controle de temperatura para a manutenção da cadeia de frio desde o abate até a distribuição a fim de prevenir a multiplicação de patógenos com a utilização de câmaras frigoríficas e

monitoramento contínuo da temperatura, com testes para detectar presença de patógenos como *Salmonella*, *E. coli* e *Listeria*, além de análises para verificar os teores de umidade, proteínas, gorduras e possíveis resíduos de medicamentos veterinários, para a embalagem deve-se fazer uso de materiais de embalagem apropriados que garantam a integridade e segurança do produto com embalagem a vácuo ou em atmosfera modificada para prolongar a vida útil.

O armazenamento e transporte devem seguir as normas das Boas Práticas de Armazenamento (BPA) com condições adequadas de armazenamento, incluindo controle de temperatura e umidade, incluindo a separação de produtos crus e processados para evitar contaminação cruzada, para um transporte seguro são utilizados veículos refrigerados com controle de temperatura (SILVA et al., 2020).

Auditorias regulares devem ser realizadas a fim de verificar a conformidade com normas e práticas de segurança alimentar com auditorias externas por organismos de certificação como ISO 22000 (Sistema de Gestão de Segurança de Alimentos), HACCP (Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle), BRC (British Retail Consortium), entre outras (JÚNIOR et al., 2021).

O treinamento deve ser contínuo e regular para os funcionários em práticas de higiene, segurança e procedimentos específicos com programas de atualização sobre novas normas e tecnologias, realizando programas de conscientização sobre a importância da segurança alimentar e controle de qualidade em toda a cadeia produtiva, as tecnologia e inovação permitem sistemas de monitoramento com uso de sensores e tecnologias de IoT (Internet das Coisas) para monitoramento contínuo das condições de armazenamento e transporte e sistemas de rastreamento para garantir a transparência e rastreabilidade dos produtos (JÚNIOR et al., 2021).

O controle de qualidade e segurança alimentar na industrialização da carne bovina envolve um conjunto abrangente de práticas, normas e tecnologias que, juntos, asseguram que os produtos finais sejam seguros e de alta qualidade, esses esforços são essenciais para proteger a saúde dos consumidores e manter a confiança nos produtos de carne bovina, durante todas essas etapas, há rigorosos controles de qualidade e segurança alimentar. Isso inclui testes para detecção de patógenos, verificação de resíduos de medicamentos veterinários e monitoramento das condições de armazenamento e transporte (MALAFAIA et al., 2021).

A eficiência nos processos automatizados e padronizados aumenta a eficiência e reduzem custos, observando os aspectos da segurança alimentar com protocolos rigorosos de higiene e controle de qualidade reduzem riscos de contaminação, a industrialização permite uma distribuição mais ampla e consistente da carne bovina (OLIVEIRA et al., 2024).

Segundo Miranda (2024) a qualidade da carne pode ser atrelada ou até otimizada através de técnicas de processamento da carne, e neste sentido, a maturação pode ser associada como uma

técnica de melhoramento da qualidade da carne, agregando valor a cortes tradicionais e até mesmo melhorando a palatabilidade de carnes menos consumidas principalmente por fatores sensoriais.

Abaixo é apresentado um esquema ilustrativo dos parâmetros comumente associados à qualidade da carne e que podem ser otimizados pela maturação, bem como alguns parâmetros de processos importantes associados aos tipos de maturação mais tradicionalmente empregados e que serão apresentados a seguir (MIRANDA, 2024).

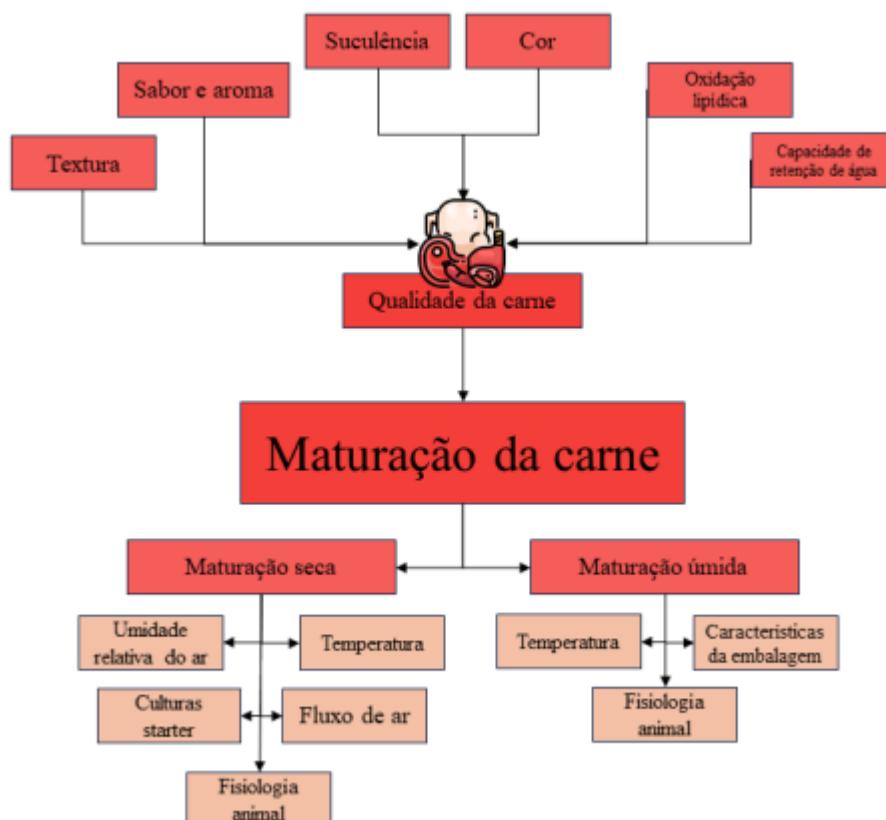


Figura 1: Esquema ilustrativo dos parâmetros mais associados à qualidade de produtos cárneos e que são beneficiados pelo processo de maturação, apresentando também os parâmetros e técnicas tradicionais de maturação de carnes. Fonte: MIRANDA, 2024.

No contexto dos desafios, em relação ao impacto ambiental, a produção de carne bovina é uma das maiores fontes de emissão de gases de efeito estufa, portanto, equilibrar a produção com práticas sustentáveis é fundamental para o futuro da indústria, a industrialização da carne bovina é um setor vital da economia, mas também enfrentam desafios significativos exigindo inovação e práticas responsáveis para garantir a sustentabilidade e a segurança alimentar (MATOS et al., 2020).

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

Os procedimentos metodológicos do presente estudo consistiram em pesquisa bibliográfica e quanto aos objetivos se caracteriza como descritiva. De acordo com Gil (2002), por pesquisa bibliográfica entende-se a leitura, a análise e a interpretação de material impresso. Esta abordagem foi escolhida por sua capacidade de fornecer um embasamento teórico sólido e abrangente sobre o tema da maturação da carne bovina.

Com relação aos caminhos metodológicos, trata-se de um estudo qualitativo, que recorreu à pesquisa bibliográfica porque ela possibilita uma abrangência maior de conteúdo, incluindo documentos legais como artigos, livros, teses e dissertações, para o procedimento de coleta de material para o referencial teórico. A abrangência desse método permite a construção de uma base de conhecimento robusta e diversificada, essencial para a compreensão aprofundada do processo de maturação da carne bovina.

Para apuração de conhecimento teórico do tema pesquisado, adotaremos por favorecer uma estratégia qualitativa, que, como descreve Chizzotti (2008, p. 58), “se fundamenta em uma estratégia baseada em dados coletados em interações sociais ou interpessoais, analisadas a partir dos significados que sujeitos e/ou pesquisador atribuem ao fato.” Este enfoque qualitativo é fundamental para captar nuances e variações nos estudos existentes, permitindo uma interpretação mais rica e contextualizada dos dados.

Neste método de pesquisa, é proposta pelo pesquisador sua participação no sentido de compreender e poder interpretar o conhecimento coletado, visto que a forma de tratar o dado a distingue de outros métodos de pesquisa que se preocupam com a obtenção do dado. A interação ativa do pesquisador com o material de estudo é essencial para revelar insights que podem não ser imediatamente aparentes em uma análise puramente quantitativa, possibilitando uma abordagem mais holística e interpretativa.

Foi feito, a partir desse método, revisão bibliográfica de autores que propuseram discussões sobre a temática estudada, de forma que serão feitos paralelos acerca das proposições contidas nos textos que serviram de base para formatação deste trabalho. A comparação entre diferentes perspectivas e abordagens encontradas na literatura permite identificar pontos de convergência e divergência, enriquecendo o entendimento do tema e apontando direções para futuras pesquisas.

Constata-se a importância da obtenção das informações através da revisão bibliográfica. A partir disso, tratando os dados, interpretando-os e viabilizando discussões do conhecimento adquirido, como também novos recursos investigativos. Essa abordagem facilita a identificação de lacunas no conhecimento existente e a formulação de novas hipóteses de pesquisa, ampliando o horizonte de investigação sobre a maturação da carne bovina.

Sendo assim, para tal estudo foram incluídos artigos, teses e dissertações na pesquisa cuja publicação ocorreram nos últimos 05 anos na língua portuguesa publicados nas seguintes bases de dados: Scielo, Google Acadêmico. Esta seleção estratégica de fontes possibilitou uma análise atualizada das discussões e tendências recentes no campo da maturação da carne bovina, contribuindo para a fundamentação teórica e prática deste estudo. Além disso, a escolha de materiais publicados em língua portuguesa garante a relevância e a aplicabilidade dos resultados no contexto local, aumentando a pertinência e a utilidade das conclusões para profissionais e acadêmicos brasileiros.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **4.1 Maturação**

A maturação da carne bovina no Brasil tem evoluído ao longo dos anos, impulsionada por avanços tecnológicos, mudanças nas preferências dos consumidores e a necessidade de atender a mercados mais exigentes tanto nacionais quanto internacionais (SILVA GUTERRES, 2023).

Grando (2023), explica que no início do século XX, a produção de carne no Brasil era predominantemente voltada para o mercado interno, com métodos tradicionais de abate e conservação, o charque, ou carne seca, era um dos principais produtos exportados, especialmente para países como Cuba e Estados Unidos, nas décadas de 1960 e 1970, houve uma modernização significativa na pecuária brasileira, com a introdução de raças melhoradas e técnicas avançadas de manejo, além do crescimento dos frigoríficos que possibilitou um controle maior sobre a qualidade da carne e o início de práticas mais modernas de conservação, incluindo a refrigeração.

Os primeiros experimentos com a maturação da carne bovina no Brasil começaram a surgir, impulsionados por estudos científicos e pela observação das práticas internacionais, inicialmente, a adoção da maturação foi lenta, devido à falta de conhecimento e infraestrutura adequada (SILVA GUTERRES, 2023).

A década de 1990 viu uma expansão significativa dos frigoríficos e o início da implementação de práticas de maturação a úmido e a crescente demanda por carne de qualidade

superior, especialmente de restaurantes e consumidores de alto poder aquisitivo, impulsionou a adoção de técnicas de maturação (GRANDO, 2023).

Matos et al., (2020) dizem que o avanço tecnológico permitiu a implementação de câmaras de maturação controladas, facilitando tanto a maturação a seco quanto a úmido, as universidades e instituições de pesquisa brasileiras começaram a publicar estudos detalhados sobre os benefícios da maturação, ajudando a popularizar a prática.

A industrialização da carne bovina é um processo complexo que envolve diversas etapas, desde a criação do gado até a chegada do produto final ao consumidor. Entre essas etapas, a maturação da carne destaca-se como um dos processos mais importantes para garantir a qualidade do produto. A maturação é essencial para desenvolver a maciez, o sabor e a suculência da carne, atributos altamente valorizados pelos consumidores (MATEUS et al., 2018).

Durante a maturação, ocorrem mudanças bioquímicas nas fibras musculares da carne, resultando na quebra de proteínas e outros componentes estruturais, o que contribui para uma textura mais tenra. Esse processo pode ser realizado de duas maneiras principais: a maturação a seco e a maturação a úmido. Na maturação a seco, a carne é armazenada em condições controladas de temperatura e umidade, permitindo que ocorra a evaporação da umidade superficial e a concentração dos sabores. Já na maturação a úmido, a carne é embalada a vácuo e refrigerada, preservando sua umidade interna e realçando suas características naturais (MATEUS et al., 2018).

Mateus et al (2018) relatam em seu estudo que o período de maturação da carne bovina mantida por nove dias alterou alguns dos parâmetros de qualidade instrumental, conforme demonstrado na tabela abaixo, porém valores de pH final (figura 2) e coloração objetiva das carnes bovinas maturadas não apresentaram alterações no período avaliado, onde os mesmos indicaram que outro estudo teve os mesmos resultados. Os mesmos destacam que a maturação da carne bovina a vácuo por até nove dias modificou os valores ( $p<0,01$ ) de croma e tonalidade (Tabela 1), o que alterou a intensidade de cor da carne.

Tabela 1 Parâmetros físico-químicos e microbiológico (valores médios) das carnes bovinas maturadas por T0=24 horas post mortem - controle (sem vácuo), T3=3 dias, T7= 7 dias e T9= 9 dias a vácuo e mantidas sob refrigeração

Variáveis	T0	T3	T7	T9
L*	37,4	37,2	38,4	40,1
a*	18,7	14,7	13,4	12,3
b*	11,8	7,3	7,9	9,07
C*	22,1 <sup>a</sup>	16,5 <sup>b</sup>	15,6 <sup>b</sup>	15,4 <sup>b</sup>
H*	32,4 <sup>ab</sup>	26,2 <sup>c</sup>	30,4 <sup>bc</sup>	36,4 <sup>a</sup>
FC (Kgf/cm <sup>2</sup> )	5,21 <sup>a</sup>	4,24 <sup>ab</sup>	3,40 <sup>b</sup>	3,60 <sup>b</sup>
CRA (%)	79,4	76,5	77,1	78,8
PPC (%)	14,5 <sup>b</sup>	20,8 <sup>b</sup>	21,1 <sup>b</sup>	39,4 <sup>a</sup>
UFC (x 10 <sup>4</sup> )	2,11	1,35	1,66	1,71

L\* = luminosidade; a\* = teor de vermelho; b\* = teor de amarelo; C\*= Croma; H\*= Tonalidade; CRA= Capacidade de retenção de água; PPC= Perda por cocção; FC= Força de cisalhamento; UFC= Unidade formadora de colônia. Médias seguidas de letras distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

Fonte: MATEUS et al., 2018

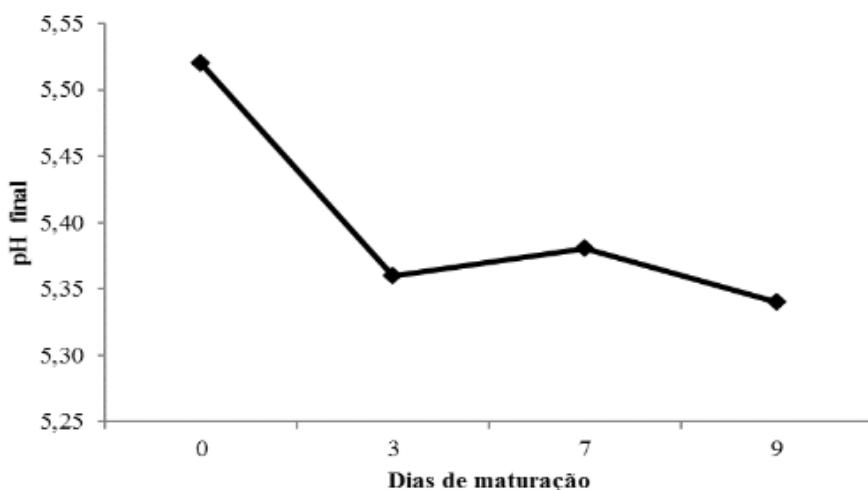


Figura 2: Comportamento do pH final do músculo *Longissimus dorsi* submetido à maturação a vácuo por 24h, 3, 7 e 9 dias post mortem. Fonte: MATEUS et al., 2018

Além de melhorar as propriedades organolépticas da carne, a maturação também influencia aspectos econômicos e de mercado. Carnes maturadas tendem a alcançar preços mais elevados devido à sua qualidade superior e à percepção positiva dos consumidores. Portanto, entender e otimizar o processo de maturação é crucial para a indústria da carne bovina, garantindo produtos de alta qualidade e atendendo às demandas de um mercado cada vez mais exigente (GUTERRES, 2020). Existem diferentes técnicas de maturação, cada uma com suas particularidades e vantagens, e vários fatores podem influenciar o resultado final. Compreender essas técnicas e fatores é essencial para obter os melhores benefícios dessa prática.

A maturação da carne bovina é um processo importante que melhora a maciez, o sabor e a textura da carne, existem dois métodos principais de maturação: maturação a seco (dry-aged) e maturação a úmido (wet-aged), cada método tem suas características e benefícios específicos (SILVA et al., 2020).

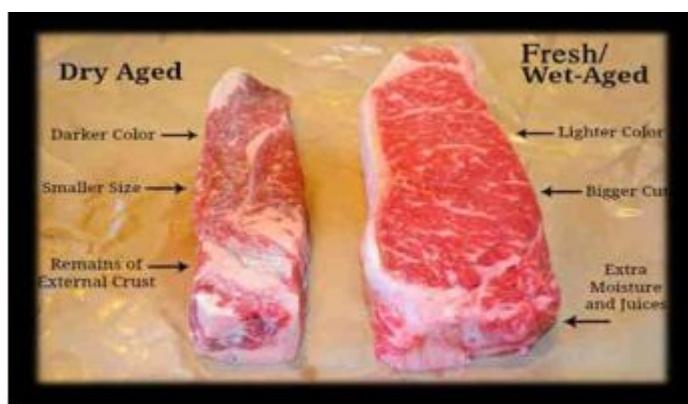


Figura 3: Maturação a seco e úmida. Fonte: GUTERRES, 2020.

Na Maturação a Seco (Dry-Aged) as carnes de alta qualidade, geralmente cortes nobres, são escolhidas para a maturação a seco, em um ambiente controlado, a carne é pendurada ou colocada em prateleiras em uma câmara de maturação com controle rigoroso de temperatura (entre 0°C e 3°C), umidade (70-80%) e circulação de ar, o período de maturação varia de 14 a 120 dias, sendo 21 a 30 dias o mais comum para equilibrar sabor e maciez (FERRACINI et al., 2022). Nesse tipo de maturação, as carcaças ou cortes de carne são armazenados em condições controladas de temperatura (geralmente entre 0°C e 4°C) e umidade (cerca de 80%). Durante este processo, que pode durar de 2 a 6 semanas, a carne é exposta ao ar, permitindo que a umidade superficial evapore e os sabores se concentrem. A maturação a seco resulta em uma carne com uma textura mais firme e um sabor mais intenso e complexo, muitas vezes descrito como "noz" ou "terroso". Contudo, há uma perda significativa de peso devido à desidratação, o que pode aumentar o custo final maciez (FERRACINI et al., 2022).

De acordo com Ferracini et al., (2022), a maturação a seco proporciona sabores complexos e intensos, enquanto a maturação a úmido preserva um sabor mais suave e natural da carne, ambos os métodos melhoram a maciez da carne, mas a maturação a seco tende a resultar em uma textura ligeiramente mais firme devido à perda de umidade.

A maturação a seco desenvolve um sabor mais complexo e profundo, muitas vezes descrito como "noz" ou "manteiga", a carne se torna mais macia devido à quebra das fibras musculares pelas enzimas naturais e ocorre uma perda de peso significativa (até 20%) devido à evaporação da umidade, concentrando o sabor, dentre os desafios desse método está o custo elevado, pois, o processo é caro devido à necessidade de equipamentos específicos e ao espaço de armazenamento prolongado e a perda de peso e a necessidade de aparar a carne após a maturação aumentam os custos (JÚNIOR et al., 2021).

Para a Maturação a Úmido (Wet-Aging), a carne é embalada a vácuo em sacos plásticos impermeáveis logo após o abate e a desossa, após, a carne embalada é armazenada em refrigeradores a uma temperatura de 0°C a 3°C e o período de maturação é geralmente de 7 a 21 dias (JÚNIOR et al., 2021). Esse método preserva a umidade interna da carne e evita a perda de peso, mantendo a carne mais suculenta. A maturação a úmido geralmente dura entre 1 e 4 semanas. Esse método é mais comum na indústria devido à sua eficiência e menor custo, resultando em uma carne com textura macia e sabor suave.

Seus benefícios são o custo reduzido, já que o processo é menos caro do que a maturação a seco, pois não requer ambientes controlados e a perda de peso é mínima, a carne retém mais umidade, resultando em um produto final mais suculento, a carne pode ser maturada durante o transporte e armazenamento, otimizando a cadeia logística, embora a carne fique macia, o desenvolvimento de sabores não é tão pronunciado quanto na maturação a seco, se tornando um desafio nesse processo (MALAFAIA et al., 2021).

#### **4.2 Fatores que Influenciam o Processo de Maturação**

Vários fatores podem influenciar a eficácia e os resultados do processo de maturação da carne:

- a. Temperatura:** Manter uma temperatura constante e baixa é crucial para evitar o crescimento de microrganismos indesejados e garantir uma maturação uniforme.
- b. Umidade:** A umidade controlada é essencial na maturação a seco para evitar a desidratação excessiva ou o crescimento de mofo.
- c. Circulação de Ar:** Na maturação a seco, uma boa circulação de ar ajuda a evaporar a umidade superficial da carne e prevenir o desenvolvimento de bactérias.
- d. Tempo:** O tempo de maturação deve ser adequado para permitir que as enzimas naturais da carne quebrem as proteínas e melhorem a textura e o sabor, sem ultrapassar o ponto ideal, o que poderia comprometer a qualidade.
- e. Qualidade Inicial da Carne:** Carnes de alta qualidade, com bom marmoreio e de raças específicas, geralmente produzem melhores resultados após a maturação.

#### **4.3 Benefícios da Maturação da Carne**

- a. Melhoria da Maciez:** A maturação permite que as enzimas naturais da carne quebrem as proteínas musculares, resultando em uma textura mais macia e agradável ao paladar.

**b. Intensificação do Sabor:** Tanto a maturação a seco quanto a úmido aprimoram o sabor da carne, embora de maneiras diferentes. A maturação a seco, em particular, intensifica os sabores, tornando-os mais complexos e robustos.

**c. Maior Suculência:** A maturação a úmido, em especial, preserva a umidade da carne, resultando em um produto final mais suculento e atrativo para os consumidores.

**d. Valor Agregado:** Carnes maturadas são altamente valorizadas no mercado, permitindo que produtores e comerciantes ofereçam produtos premium com preços mais elevados, atendendo a um nicho de mercado que busca qualidade superior.

A maturação da carne bovina é uma prática essencial para garantir produtos de alta qualidade na indústria alimentícia. Ao compreender e aplicar corretamente as diferentes técnicas de maturação e os fatores que influenciam o processo, é possível obter carne bovina com características superiores, atendendo às expectativas dos consumidores e agregando valor ao produto final.

É importante o Controle de Qualidade com condições de higiene rigorosas são essenciais para prevenir contaminação, efetuando um monitoramento constante de temperatura, umidade e tempo é crucial para assegurar a qualidade do processo, os Cortes mais nobres e com maior teor de gordura são melhores para a maturação a seco, enquanto cortes mais comuns podem ser maturados a úmido, os restaurantes e açouques gourmet podem preferir a maturação a seco para oferecer produtos de alta qualidade, enquanto a maturação a úmido é mais comum em produções em massa (MATOS et al., 2020).

A maturação da carne bovina é uma técnica importante para melhorar a qualidade do produto final, a escolha entre maturação a seco e a úmido depende de vários fatores, como o tipo de corte, custos envolvidos e o perfil de sabor desejado, cada método oferece vantagens específicas sendo selecionado de acordo com as necessidades e objetivos da produção e mercado consumidor (ROCHA et al., 2020).

Rocha et al., (2020) expõem que a regulamentação da maturação da carne bovina é essencial para garantir que os produtos finais sejam seguros e de alta qualidade, as normas abrangem uma variedade de aspectos, desde as condições de armazenamento e processamento até a rotulagem e rastreabilidade, a conformidade com essas regulamentações é assegurada com as inspeções regulares, auditorias e programas de certificação, além de treinamento contínuo para os funcionários.

A maturação da carne bovina no Brasil teve um desenvolvimento gradual, influenciado por avanços tecnológicos, demanda do mercado e estudos científicos, atualmente, é uma prática consolidada que contribui para a melhoria da qualidade da carne e para a expansão dos mercados

interno e externo, a regulamentação adequada e a contínua inovação no setor são essenciais para manter e aumentar a competitividade da carne bovina brasileira (GRANDO, 2023).

SILVA (2022) relata que em seu estudo de análise sensorial de tratamentos de carne in natura, úmida e seca que houve efeitos nos tratamentos de maturação para todos os atributos sensoriais, exceto na cor, em que o consumidor atribuiu notas diferentes entre o tratamento in natura e os processos de maturação a úmida e seca, os consumidores atribuíram notas maiores também para índices de qualidade organolépticas entre os tratamentos de maturação a úmida e seca do que a in natura.

Tabela 2: Avaliação sensorial do painel consumidor da carne bovina in natura, sob maturação seca e maturação úmida

<b>Variáveis</b>	<b>Tratamentos</b>			<b>EP<sup>1</sup></b>
	<b>In natura</b>	<b>Úmida</b>	<b>Seca</b>	
<b>Aroma</b>	60,95 <sup>b</sup>	73,05 <sup>a</sup>	61,71 <sup>b</sup>	2,22
<b>Cor</b>	61,83 <sup>a</sup>	59,80 <sup>a</sup>	60,38 <sup>a</sup>	1,85
<b>Gosto</b>	57,14 <sup>b</sup>	66,64 <sup>a</sup>	63,92 <sup>ab</sup>	2,04
<b>Maciez</b>	50,94 <sup>b</sup>	72,77 <sup>a</sup>	73,15 <sup>a</sup>	2,27
<b>Sabor</b>	54,59 <sup>b</sup>	63,66 <sup>a</sup>	65,85 <sup>a</sup>	2,09
<b>Suculência</b>	52,84 <sup>b</sup>	58,06 <sup>ab</sup>	63,40 <sup>a</sup>	2,19

a - b Os valores na mesma linha com as letras sobreescritas iguais não diferem significativamente ( $p<0,05$ ) pelo teste de Tukey;

<sup>1</sup>Erro padrão;

Fonte: SILVA, 2022

## 5 CONCLUSÃO

A investigação sobre o processo de maturação da carne bovina revelou-se fundamental para a otimização da qualidade do produto final. Através de uma análise detalhada das variáveis envolvidas, como tempo, temperatura e umidade, foi possível identificar condições que potencializam a maciez, o sabor e a suculência da carne, atributos altamente valorizados pelos consumidores. Esse conhecimento é essencial para a indústria, pois permite a aplicação de técnicas que não apenas melhoram a experiência sensorial do consumidor, mas também ampliam a vida útil do produto, reduzindo desperdícios e aumentando o valor agregado.

Os resultados obtidos confirmam a hipótese de que o controle rigoroso das condições de maturação resulta em uma carne de qualidade superior. Especificamente, verificou-se que a maturação a seco, embora mais exigente em termos de controle ambiental, oferece melhorias significativas na textura e no sabor da carne quando comparada à maturação úmida. Além disso,

os tempos de maturação mais longos, quando bem geridos, proporcionam uma maior quebra das fibras musculares, aumentando a maciez sem comprometer a segurança microbiológica do produto.

Este trabalho também destacou a importância da implementação de práticas otimizadas de maturação na indústria da carne bovina. As recomendações aqui apresentadas podem servir como diretrizes para produtores e processadores, permitindo-lhes adaptar suas operações para obter os melhores resultados possíveis. A adoção dessas práticas não só beneficia os consumidores, que recebem um produto de melhor qualidade, mas também fortalece a competitividade da indústria no mercado global.

Foi possível constatar também que o controle de qualidade e a segurança alimentar são essenciais na industrialização da carne bovina. Eles garantem que os produtos sejam seguros, de alta qualidade e em conformidade com as regulamentações vigentes. Embora existam desafios na implementação desses sistemas, os benefícios superam os custos, promovendo a saúde pública, a satisfação do consumidor e a competitividade no mercado global. A indústria da carne bovina, ao aderir a essas práticas rigorosas, pode assegurar que seus produtos atendam aos mais altos padrões de qualidade e segurança.

A realização desse estudo contribuiu significativamente para o avanço do conhecimento sobre a maturação da carne bovina, fornecendo uma base científica sólida para a indústria. As descobertas promovem uma abordagem mais informada e eficiente no processamento da carne, beneficiando toda a cadeia produtiva. A expectativa é que, com a adoção das práticas recomendadas, haja um aprimoramento contínuo na qualidade da carne bovina disponível no mercado, atendendo às exigências dos consumidores modernos e assegurando um crescimento sustentável para o setor.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHIZZOTTI, Antônio. **Pesquisas Qualitativas em Ciências Humanas e Sociais**. Petrópolis, R.J.: Vozes, 2008.

FERRACINI, Jéssica Geralda et al. A carne bovina maturada a seco (dry aging): Revisão. **Pubvet**, v. 16, n. 03, 2022.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4<sup>a</sup>. ed. São Paulo: Atlas S/A, 2002.

GRANDO, Guilherme Dotti. Imprensa e reorganização da indústria da carne em Cascavel-PR (1970-2015). **Espaço Plural**, v. 19, n. 39, 2023.

GUTERRES, A. S. **Estudo da qualidade da carne de bovino: "efeito da maturação da carne"**. **Dissertação** (2020). Universidade de Évora – Escola de Ciências e Tecnologia.

JÚNIOR, José Carlos Ribeiro et al. Qualidade e segurança microbiológica de Longissimus Dorsi in natura e evolução das contagens de aeróbios mesófilos e psicrotróficos de ao longo de 30 dias de maturação a seco (dry-aged). **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 4, p. 39347-39361, 2021.

MALAFIA, Guilherme Cunha; DIAS, Fernando Rodrigues Teixeira; DE MEDEIROS, Sergio Raposo. Terroir e empreendedorismo na produção de carne bovina. **Boletim**, v. 39, 2021.

MATEUS, Karina Aline; SANTOS, Moisés Rodrigues dos; VIANA, Letícia Ribas; CAMILLO, Dayse Mary; KESSLER, Julcemar Dias. Maturation period of bovine meat subjected to vacuum modifies physical-chemical and microbiological parameters. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 17, n. 4, p. 599–602, 2018. DOI: 10.5965/223811711732018599. Disponível em: <https://www.revistas.udesc.br/index.php/agroveterinaria/article/view/10098>. Acesso em: 28 jun. 2024.

MATOS, Aylle Medeiros et al. Efeito da embalagem em papel filme ou a vácuo sobre características antes e após a maturação da carne de bovinos terminados em confinamento. **Pubvet**, v. 14, p. 138, 2020.

MIRANDA. Mikaela Serafim. Implicações tecnológicas da maturação úmida (wet aged) e da maturação a seco (dry aged) sobre a qualidade da carne: uma revisão. 2024. 74 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal de Uberlândia, Patos de Minas, 2024.

OLIVEIRA, Diana Carla Fernandes et al. INOVAÇÕES NA INDUSTRIALIZAÇÃO DA TILÁPIA. **REVISTA FOCO**, v. 17, n. 6, p. e5383-e5383, 2024.

ROCHA, Anderson Pereira; BORRERO, Manuel Antonio Valdés; SAITH, Walberti. Análise das Exportações de Carne Bovina dos Estados de Rondônia e Paraná: o impacto da operação Carne Fraca. **Revista ciências da sociedade**, v. 4, n. 7, p. 48-68, 2020.

SILVA, Areta Lúcia; BUENO, Rafael. Atributos da carne de bovinos da raça nelore e cruzados. **Tekhne e Logos**, v. 11, n. 1, p. 1-14, 2020.

SILVA GUTERRES, Abílio. Estudo da qualidade da carne de bovino: “Efeito da maturação da carne”. **Revista académica engenharia zootécnica** v, v. 1, n. 1, p. 1-16, 2023.

SILVA, A.C.M. **Efeito de diferentes métodos de maturação na microbiota de carne bovina e comportamento de *Listeria innocua* durante processo de maturação a seco**. Dissertação.

2019. Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos. Campinas, 2019.

SILVA, Kaynan Emanuel Campos da. Avaliação sensorial da carne bovina sob maturação úmida e seca. 2022. 40 f. TCC (Graduação) - Curso de Zootecnia, Universidade Federal do Tocantins, Araguaína, 2022.

# **ESTRATÉGIAS DE MARKETING SENSORIAL: A IMPORTÂNCIA CRUCIAL DA CIÊNCIA SENSORIAL E A INFLUÊNCIA DOS CINCO SENTIDOS NA DECISÃO DE COMPRA DE ALIMENTOS**

Gabrielle Isabel Ramalho (Centro Universitário Padre Anchieta)

Nathalia Beatriz Ferreira da Silva (Centro Universitário Padre Anchieta)

Claudemar José Trevizam (Centro Universitário Padre Anchieta)

Hipólito Alberto da Silva Gomes (Centro Universitário Padre Anchieta)

## **RESUMO**

O *marketing* tradicional, baseado principalmente em comunicação visual, tem se mostrado insuficiente para captar a atenção dos consumidores modernos, pois hoje o consumidor tem suas preferências atualizadas a cada novo estímulo que recebe. Através de estudos e observações, nota-se que o consumidor busca uma experiência de compra, e não somente o ato de comprar, hoje eles buscam experiências mais imersivas e envolventes. Neste contexto, o *marketing sensorial* é uma ferramenta que surge como uma abordagem que explora todos os cinco sentidos humanos — visão, audição, tato, paladar e olfato — para criar conexões emocionais mais profundas e influenciar decisões de compra. Este artigo destaca a importância da ciência sensorial como grande aliada ao *marketing*, ao promover produtos e marcas, bem como conhecer melhor consumidores, para de diferentes formas satisfazê-los. E mesmo com a descoberta dessa abordagem, o modo de apresentação destas abordagens deve estar sempre atualizado, pois o consumidor fica a cada dia mais exigente com o seu ambiente de compra. Todo estudo feito neste trabalho mostra que a combinação de técnicas sensoriais tem se mostrado uma ferramenta valiosa quando aliada a uma boa implementação de *marketing* no desenvolvimento de novos produtos e melhoria de desempenho, ajudando a identificar preferências e até estimulando a compra dos produtos oferecidos.

**Palavras-chave:** sensorial; *marketing*; preferência; consumidores; produtos.

## **ABSTRACT**

*Traditional marketing, based mainly on visual communication, has proven insufficient to capture the attention of modern consumers, as today consumers have their preferences updated with each new stimulus they receive. Through studies and observations, it is noted that consumers seek a purchasing experience, and not just the act of purchasing, today they seek more immersive and engaging experiences. In this context, sensory marketing is a tool that emerges as an approach that explores all five human senses — sight, hearing, touch, taste and smell — to create deeper emotional connections and influence purchasing decisions. This article highlights the importance of sensory science as a great ally to marketing, when promoting products and brands, as well as getting to know consumers better, in order to satisfy them in different ways. And even with the discovery of this approach, the way these approaches are presented must always be updated, as consumers become more demanding with their purchasing environment every day. Every study carried out in this work shows that the combination of sensory techniques has proven to be a valuable tool when combined with good marketing implementation in the development of new*

*products and improvement of performance, helping to identify preferences and even encouraging the purchase of the products offered.*

**Keywords:** *sensory; marketing; preference; consumers; products.*

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente, o *marketing* e algumas de suas ferramentas em seu formato tradicional podem não ser suficientes para os consumidores atuais. Os métodos convencionais, como a simples comunicação visual não atraem mais os clientes como antes.

O uso dos nossos 5 sentidos, atrelado ao *marketing* podem ser efetivos, visto que estes influenciam na decisão de compra, criando vínculos com os clientes e proporcionando experiências e emoções com suas marcas. (FRANÇA, 2011).

Essa mudança de estratégia se deve ao fato de que a globalização permitiu aos consumidores o acesso fácil às mercadorias em todo o mundo, gerando uma grande concorrência entre as marcas e assim, a necessidade de cada uma delas se destacar de diferentes formas, já que o diferencial da marca pode ser o decisor da compra de um consumidor.

Para a criação deste diferencial, que deve ser notado pelos clientes, o *marketing* tem um papel crucial e podem ter um poder de persuasão aos consumidores. Para agregar às ferramentas existentes, os sentidos sensoriais - que se trata da utilização da visão, audição, tato, paladar e olfato – são capazes até mesmo de alterar a experiência do consumidor em relação a uma marca ou produto, daí denomina-se *marketing sensorial*.

A ciência para medir e transformar o desejo dos consumidores em características ideais de produtos, é a análise sensorial, que estuda os sentidos humanos e envolve diferentes técnicas para avaliar, quantificar as respostas e traduzir para a indústria.

Utilizada para otimizar formulações, reduzir custos e entender as preferências dos consumidores, a análise sensorial pode ser aplicada para auxiliar no controle de qualidade, desenvolvimento de produtos, comunicação de marcas e *marketing*, avaliações de ingredientes e matérias-primas e pesquisas de mercados.

Portanto, as técnicas dessas duas áreas de atuação aplicadas juntas, tem feito a diferença quando se fala em modo de fidelizar clientes a uma marca e/ou captar novos consumidores.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Ciência e *Marketing Sensorial Aplicada a Alimentos*

Com a beneficência da ciência é possível dividir o cérebro humano em dois hemisférios cerebrais, o esquerdo relacionado a articulação e compreensão de fala, e o direito ligado a criatividade e emoções que se correlacionam com as atribuições e respostas para o *marketing sensorial*. Quando o indivíduo é estimulado a determinados sentidos inconscientemente resgata memórias afetivas (JORNAL DA USP, 2023).

O *Marketing sensorial* trabalha com os sentidos sensoriais dos consumidores a fim de buscar cenários de compras mais favoráveis e que atendam cada vez mais suas expectativas, causando através de experiências o desejo de compra. Os cinco sentidos: audição, olfato, paladar, tato e visão são essenciais para as metodologias aplicadas, mas nem sempre serão ofertados todos os sentidos ao mesmo tempo, dependerá dos objetivos de negócio e respostas que se deseja obter (PUCRS, 2021).

Ao utilizar o *marketing sensorial* as indústrias criam uma conexão com os consumidores da marca e podem trazer elos mais estáveis e experiências criativas mais focadas nos desejos trazidos através de resultados de pesquisas.

Ao buscar um produto, os consumidores buscam principalmente a qualidade nos aspectos microbiológicos, nutricionais e sensoriais. E, muitas das vezes os aspectos sensoriais, principalmente a visão que é a primeira fonte de contato, até mesmo da embalagem impacta diretamente na decisão de compra.

A capacidade humana de distinguir suas preferencias através dos sentidos contribui para segregar as suas decisões de compras, conectando emocionalmente através de seus sentimentos capturados pelos receptores sensoriais, bem como (Equipe PRINT, 2024) :

- A visão que é um dos sentidos mais importantes quando se fala da primeira impressão do produto, pois é através da identidade visual da embalagem, cores e formatos que o consumidor é influenciado para a compra. As cores, são utilizadas de forma persuasiva para projetar ocasiões de consumo ou até mesmo estimular sensações como: preto = sofisticado, premium; amarelo= estimulante; azul = segurança e calmaria (ACEVEDO, 2016).

- Audição: percepção de sons produzidos durante a mastigação que podem trazer uma associação a um produto crocante, geralmente estão ligadas a onomatopeias trazidas no painel frontal da embalagem.

- Tato: permite sentir as texturas e sensações de temperatura. Ao sentir o produto através do toque, o consumidor cria uma expectativa de tamanho e quantidade.
- Paladar: detecção dos gostos básicos: salgado, doce, ácido, amargo e umami. Além das sensações como: frescor e picante.
- Olfato: percepção de aromas e odores, está diretamente ligado com reações químicas em uma das zonas do cérebro (ACEVEDO, 2016).

## **2.2 O Papel dos Sentidos na Percepção Alimentar**

Pensando no papel dos sentidos na percepção alimentar, podemos descrevê-los de acordo com sua importância.

Iniciando pelo sentido da visão, é ele que proporciona mais informações do que os demais sentidos aos consumidores na hora da compra, sendo assim, um sentido importante passa se explorar quando se fala de produto e de ambiente, pois se trata de um dos maiores responsáveis pela decisão de compra (ACEVEDO, 2011).

Segundo alguns estudos, consumidores afirmam que o ambiente em geral os faz ficar mais tempo em um determinado local, podendo entender que o consumidor busca ambientes que proporcionem bem-estar, e que o ambiente físico tem uma grande influência na experiência do consumidor, pois além de um ambiente bonito, é de grande importância que ele apresente uma boa organização, higienização e que seja bem cuidado (JACOBS, 2021).

Além do ambiente, a fotografia também se mostra essencial, pois uma imagem de má qualidade desagrega valor ao produto e ao local de compra. Assim como os recursos visuais vindos da embalagem do produto podem causar mesma impressão, pois possuem o papel de gerar emoções ao consumidor na hora do consumo, já que muitas vezes são o primeiro contato com o produto, sendo capazes de decepcionar e influenciar negativamente a decisão de compra caso não há coerência com o produto ou de gerar emoções agradáveis que impulsionarão positivamente na decisão de compra (JACOBS, 2021).

Em seguida, a audição, pois a música, os sons, criam um envolvimento no ambiente de compra e podem até reforçar a imagem e o posicionamento do ambiente de venda/loja, influenciando assim seu consumo e criando a identidade da marca (BLESSA, 2011).

Estudos afirmam que os sons possuem poder de gerar bem-estar aos consumidores de um estabelecimento, mas que só terão resultados positivos se utilizados da maneira

correta, pois caso contrário, o resultado poderá ser diferente, pois alguns sons são capazes de causar desconforto e de prejudicar a experiência de compra dos consumidores (PRADEEP, 2012).

Sons produzidos pelo próprio alimento durante a mastigação (como o estalo de um biscoito ou o crocante de uma batata frita) são cruciais para a percepção de textura, aqui no caso a crocância. Pesquisas mostram que alimentos que fazem mais barulho são frequentemente considerados mais frescos ou mais peculiares. Por exemplo, se um alimento que normalmente seria crocante parece "silencioso" ao mastigar, pode-se perceber que ele está velho ou murcho, mesmo que o sabor seja o mesmo.

Um outro sentido, o tato, permite que o consumidor possa conhecer as características físicas dos produtos de interesse, gerando assim uma sensação de posse sobre o produto, mesmo sem adquiri-lo. O tato não pode ser descartado, pois é indispensável no processo de compra (PARENTE, 2000).

O toque é um importante procedimento na percepção e cognição do cliente em relação ao produto, pois segundo alguns consumidores, a vontade de adquirir o produto aumenta após tocá-los ou até mesmo se desmotivam com a compra após sentirem que o produto não apresenta textura e/ou qualidade esperada (JACOBS, 2021).

Ainda sobre tato, a higiene do estabelecimento sentida com o toque, gera sensações positivas, pois um ambiente limpo e apresentável gera boa impressão ao consumidor (JACOBS, 2021).

Nota-se que o consumidor cria associações ao tocar no produto, influenciando sua impressão do mesmo e que o toque influencia sua percepção e sua experiência geral (AITAMER, 2011).

Segundo para outro sentido, o paladar, dependendo da categoria, pode exercer grande ou pequena participação na compra de um produto, pois, se por exemplo, uma empresa oferecer produtos que estimulem o paladar do consumidor, como um doce, o indivíduo pode criar uma imagem positiva sobre a marca (ACEVEDO, 2011).

Por exemplo, um ambiente que oferece uma bebida ou alimento agradável ao consumidor, gera uma imagem positiva em relação à marca (LEITAO, 2007).

Quando pensamos em produtos alimentícios, pode-se perceber mais influência desse sentido, pois alguns estudos concluem que o consumidor é atraído pela experiência de outro, como quando vê alguém consumindo algo no interior de um estabelecimento. Isso significa que mesmo que um consumidor tenha tido uma experiência negativa ele pode ser influenciado a consumir outro produto desse mesmo estabelecimento ou que um

consumidor é atraído ao ser exposto a uma degustação e essa degustação influenciará diretamente suas decisões seguintes em relação à marca (PRADEEP, 2012).

### **2.3 A Ciência Sensorial como Ferramenta de Desenvolvimento de Produtos**

Para compreensão dos desejos e preferências de seus consumidores, bem como avaliar o desempenho de produtos de linha, muitas indústrias realizam testes sensoriais atrelados a estatística que identificam melhorias de performance e insights de inovação. As metodologias e técnicas utilizadas variam de acordo com as necessidades e respostas que se deseja obter e são divididas em testes afetivos e analíticos.

Tabela 1: Metodologias de análises sensorial.

Fonte: adaptado de Rede E-Tec Brasil, 2013

Metodologia	Afetivo	Qualitativo	Grupo de foco Equipes de foco Entrevista individual
		Quantitativo	Teste de preferência, comparação pareada e ordenação Teste de aceitação Escala do ideal / JAR
	Analíticos	Discriminativos	Comparação pareada Triangular Duo – trio Teste de diferença Comparação múltipla Ordenação A ou não-a Dois em cinco
			Teste de sensibilidade Limites Estímulo constante Diluição
		Descritivos	Avaliação de atributos em escala Perfil de sabor Perfil de textura Análise descritiva quantitativa Tempo – intensidade

Os testes afetivos estão ligados a metodologias qualitativas e quantitativas, tendo como objetivo avaliar a percepção em relação a preferência e apreciação versus a rejeição e desvalorização de determinados alimentos apresentados com pequenas distinções de características físicas ou sensoriais (EMBRAPA, 2007). As respostas dos consumidores quando aplicada esta metodologia, relaciona a variáveis como faixa etária, hábitos de saúde e outros.

Os testes qualitativos analisam subjetivamente as respostas e comentários dos consumidores de um determinado grupo pré-estabelecido com relação as características

sensoriais. São realizadas entrevistas para entender preferências, hábitos e expectativas em relação ao produto (NORA, 2021). As etapas que compreendem estes testes são a seleção de consumidores para discussões em grupos feitas através de uma moderação por um profissional formado em psicologia utilizando técnicas para engajar e estimular a participação do grupo afim de extrair o maior número de informações relevantes que irão contribuir para o direcional proposto pela indústria. Geralmente, não necessitam de uma análise estatística apurada e são mais enviesadas pela percepção detalhada da moderadora correlacionando os pontos coletados de todos os grupos entrevistados. É realizada em salas de pesquisas com espelho falso onde ficam os demais moderadores e responsáveis pela indústria que seja os resultados, o ambiente deve ser calmo e oferecer segurança para os entrevistados, a fim de que se sintam confortáveis e respondam de forma coerente com as experiencias diárias (BENTO; ANDRADE; SILVA, 2013).

Falando sobre os testes quantitativos são análises que traduzem em números estatísticos as respostas relacionadas a aceitação e preferencias dos consumidores, estas aplicações em específico podem ser agrupadas entre teste de aceitação que procuram entender sobre a aceitação de determinados atributos e intensidades, escalas hedônicas e JAR (*just about right*), assim como as análises qualitativas. O ambiente deve ser agradável e as luzes podem ser ajustadas de acordo com o teste que será aplicado, afim que não favoreça ou desfavoreça uma das amostras, quando por sua vez a aparência não é um critério decisivo, e sobretudo o local deve comportar todas as especificações da ABNT NBR ISO 8589:2015 que é o guia geral para o projeto de ambientes de testes (UFPEL, 2015), podem ser conduzidas por entrevistas individuais com entrevistador ou com o consumidor respondendo sozinho no computador (BRF INGREDIENTS, 2020).

Para as metodologias analíticas, são classificados os testes discriminativos que buscam avaliar se existe diferença significativa entre as amostras, mas não apontam diretamente quais foram estas diferenças, nesta metodologia podem ser aplicados inúmeros testes estatísticos de acordo com o objetivo e número de amostras. Os testes descritivos abrangem principalmente a descrição específica de cada atributo avaliado, levantados através de estímulos e características particulares dos produtos em questão, geralmente, após o levantamento dos atributos por um painel previamente treinado as amostras são avaliadas em escalas de intensidade (NORA, 2021).

Os testes analíticos são comumente utilizados para monitoramento de padrão de produto, no controle de qualidade, no desenvolvimento de novos produtos e monitoramento de concorrência.

De acordo com o Henry Chesbrough, criador do termo Inovação Aberta (2003), inserir o conceito e imergir em contextos sociais externos das organizações faz com que as percepções e comportamentos dos consumidores favoreçam cada vez mais os desenvolvimentos em relação ao mercado (JUNIOR, 2024). Sendo assim, a ciência sensorial, quando atrelada a pesquisas de mercado podem trazer grandes benefícios à indústria alimentícia.

No desenvolvimento de novos produtos para incremento de portifólio, grandes empresas de alimentos, utilizam das mais diversas metodologias para compreender as necessidades e desejos de seus consumidores, buscam através de pesquisas de preferências entender características como aromas e texturas para o novo produto. A equipe de pesquisa e desenvolvimento pode desenvolver produtos com perfis ideais os quais foram traduzidos pelos analistas sensoriais em características mensuráveis (JUNIOR, 2024).

Os perfis sensoriais estabelecidos para o produto são traduzidos em características mensuráveis para que possam ser avaliadas pela garantia da qualidade afim de sempre manter o padrão em conformidade. Quando apresentados em pesquisas com consumidores, os produtos já existentes podem ter avaliações que apontem melhorias de intensidade em algum de seus atributos, ou então que se adeque a um novo padrão de mercado difundido por influências da concorrência ou internacionais, por exemplo.

#### **2.4 Avaliação Sensorial e Comportamento do Consumidor**

Influenciado pelo ambiente socioeconômico ao qual está inserido o consumidor pode adaptar suas escolhas alimentares para atender a saciedade nutricional, ao menor custo ou então a seleção refinada em seus gostos e preferências (JOMORI; PROENÇA; CALVO, 2008).

Quando buscam por alimentos que atendem idealmente a seus gostos, os consumidores atrelam confiança aos demais produtos da marca aumentando ainda mais o *share* da empresa, indiretamente.

Os consumidores fiéis de um determinado produto entram em pesquisas quando a proposta é modificar um ou mais atributos principais, para que de uma forma geral agregue benefícios, como por exemplo redução de custo, mas que continue agradando ao fiel consumidor. Estudos realizados para preferência dos produtos em sua maioria são apresentados às cegas aos consumidores, para que não haja interferência de marcas (NORONHA; DELIZA; SILVA, 2005).

Além das preferências de sabores e texturas, as empresas apostam significativamente em identidades visuais que atraem novos consumidores, com cores, ambientalizações de receitas e imagens visualmente atrativas. Muitas embalagens apresentam janelas para que o consumidor possa visualizar a integridade do produto e não se sentir lesado ao se desapontar com a expectativa criada no momento de compra (RAPOSO, 2008).

Com o avanço das pesquisas com consumidores e análises estatísticas, o uso de informações incompletas ou falsas ao consumidor ferem a resolução RDC ANVISA/MS 259/02 a qual aprova ao regulamento técnico sobre a rotulagem de alimentos embalados. As informações contidas no rótulo dos produtos, devem remeter as identidades sensoriais verdadeiras e comprovadas através de pesquisas feitas com consumidores, a fim de declarar que uma porcentagem considerável dos consumidores constatou a percepção do atributo. Para estas pesquisas podem ser utilizadas metodologias descritivas com escala de intensidade (YOSHIZAWA, et. all, 2003).

As considerações das características sensoriais, podem estar tanto nos rótulos quanto nos materiais de comercialização dos produtos, bem como displays nos pontos de vendas, propagandas em outdoor, veículos de comunicação como mídias sociais e comerciais de televisão. Porém independente o modo de comunicação com o consumidor, a informação deve ser verídica e auditável para não causar prejuízos significativos a empresa, como retenção de embalagens e recall de lotes

## **2.5 Desafios e Oportunidades na Implementação de Estratégias Sensoriais em Alimentos**

A implementação de estratégias sensoriais em alimentos envolve tanto desafios quanto oportunidades. Essas estratégias buscam criar uma experiência sensorial única para o consumidor, com foco nos sentidos como paladar, olfato, visão, tato e audição.

As preferências e expectativas dos consumidores são desafios na aplicação das estratégias sensoriais para o *marketing* de alguns produtos e marcas, pois os consumidores têm gostos variados, o que dificulta a criação de produtos que agradem a todos. Além disso, a percepção sensorial pode ser subjetiva, variando de acordo com cultura, hábitos alimentares e região.

Para experiências sensoriais diferenciadas se faz necessário o uso de diferentes ingredientes e tecnologias.

Os custos para a incorporação de ingredientes de alta qualidade ou tecnologias avançadas para aprimorar as características sensoriais (como sabor, textura e aparência) pode aumentar os custos de produção, impactando a competitividade no mercado.

O uso de aditivos e ingredientes para melhorar a experiência sensorial (como aromas e corantes) está sujeito a regulamentações rigorosas que podem variar de país para país. Garantir o cumprimento das normas de segurança alimentar e de rotulagem é essencial e obrigatório para todas as empresas.

Além disso, manter a consistência sensorial em larga escala pode ser desafiador. Fatores como o processamento, o armazenamento e o transporte podem afetar a integridade dos produtos, influenciando nos atributos sensoriais, como frescor, crocância e sabor.

Ainda com todos os desafios citados acima, existe algo inerente ao ser humano, que são as mudanças das preferências do consumidor. Essas preferências sensoriais podem mudar rapidamente, exigindo que as empresas se adaptem a novas demandas, como a busca por alimentos mais saudáveis ou produtos veganos que mantenham a qualidade sensorial de alternativas tradicionais.

Apesar das barreiras, existem oportunidades na implementação da estratégia sensorial no *marketing* de produtos.

Ter produtos diferenciados e que ofereçam uma experiência sensorial única pode gerar diferenciação em um mercado competitivo. Produtos que estimulem múltiplos sentidos (textura inovadora, cor vibrante, aroma atrativo) têm maior potencial de atrair consumidores.

Essa personalização é possível com o avanço da tecnologia, pois há oportunidades de criar experiências sensoriais de acordo com as preferências dos consumidores, oferecendo soluções como alimentos com diferentes texturas ou níveis de doçura.

O uso de novas fontes de ingredientes, como proteínas vegetais e alternativas sustentáveis, também oferecem uma oportunidade de inovação sensorial, especialmente quando associados a texturas, sabores e aromas que se destacam.

Além de toda personalização, é importante focar também em saúde e bem-estar, pois a combinação de nutrição com uma experiência sensorial agradável oferece uma oportunidade de criar produtos saudáveis que não comprometam o sabor. Isso pode atrair consumidores preocupados com saúde, mas que ainda buscam uma boa experiência alimentar.

O *marketing* sensorial, que envolve criar conexões emocionais com os consumidores através de experiências multissensoriais, pode fortalecer a lealdade à marca e aumentar o envolvimento do consumidor.

A implementação bem-sucedida de estratégias sensoriais depende da capacidade de equilibrar esses desafios e oportunidades, utilizando a inovação e o conhecimento do comportamento do consumidor para criar alimentos que não apenas alimentem, mas também proporcionem uma experiência sensorial única e memorável.

Esses desafios e oportunidades são centrais para a evolução contínua da indústria alimentícia, especialmente à medida que consumidores buscam produtos mais saudáveis sem comprometer a experiência sensorial.

## **2.6 Estratégias de *Marketing* Sensorial na Indústria Alimentícia - exemplos práticos de sucesso**

Estudando as diversas empresas que utilizaram o *marketing* sensorial na indústria de alimentos. Abaixo estão alguns exemplos de como as empresas têm implementado estratégias de *marketing* sensorial para enriquecer a experiência do consumidor e alavancar suas vendas.

A empresa “*Cinnabon: Aromas Atraentes*”, é uma empresa que utiliza o aroma de canela e massa assada em shoppings e aeroportos para atrair clientes. Isso gera resultados positivos, comprovados em estudos que indicam que os aromas agradáveis aumentam a intenção de compra e o tempo gasto nas lojas (OLAHUT, 2013).

A famosa cafeteria Starbucks investe em uma atmosfera acolhedora com música suave, decoração convidativa e aromas de café fresco. Todo esse acolhimento ao consumidor resultou em crescente fidelidade e vendas, com a empresa reportando mais de 26 bilhões de dólares em receita em 2021, de acordo com o estudo "Starbucks: Delivering Customer Service" (Harvard Business School) (SULL, 2003).

A empresa M&M's traz uma experiência de degustação aos seus visitantes. Uma das lojas em Nova Iorque oferece personalização de doces e experiências interativas que envolvem os sentidos. Alguns dados da *Mars, Incorporated*, indicam que essas experiências de marca atraem muitos visitantes e aumentam as vendas nas lojas.

A multinacional PepsiCo também é um exemplo, pois em uma das suas campanhas organizou desafios de degustação onde consumidores experimentavam sem saber as marcas. Essa campanha ajudou a aumentar a percepção positiva da Pepsi entre os participantes, resultando em aumentos nas vendas. Um estudo de "The Influence of

"Sensory Marketing on Consumer Engagement" mostra como degustações podem influenciar decisões de compra.

Já a Kraft promoveu degustações de seus queijos, permitindo que os consumidores experimentassem seus produtos em eventos. Isso resultou em um aumento significativo nas vendas e na percepção da marca. De acordo com o estudo "*Effects of Sensory Cues on the Consumer Evaluation of Food Products*", experiências sensoriais aumentam a avaliação positiva do consumidor.

As lojas da Havanna, famosa por seus alfajores, utilizam o aroma de doce de leite e café fresco para atrair consumidores. O cheiro permeia o ambiente e estimula a experiência de compra. A empresa relatou aumento no fluxo de clientes e nas vendas em locais onde esse *marketing* sensorial foi implementado, destacando a conexão emocional com os produtos.

A Ambev, através de campanhas como "Cerveja do Futuro", onde os participantes podiam degustar diferentes cervejas enquanto desfrutavam de música ao vivo, aumentou significativamente a interação do consumidor com a marca. Essa combinação de sabores e sons cria uma experiência imersiva entre a marca e o consumidor, refletindo nas vendas de produtos específicos ao longo de eventos.

A marca Tic Tac promoveu ativações em lojas com degustações em pontos de venda, onde o consumidor podia experimentar diferentes sabores em um ambiente alegre e vibrante. Essa estratégia gerou um aumento no consumo do produto no local, resultando em um crescimento das vendas em até 25% durante as campanhas.

Kopenhagen se destaca pela apresentação sofisticada de seus produtos, com foco em detalhes que estimulem a visão e o paladar, como embalagens elegantes e eventos de degustação de chocolates. A marca acredita que isso ajuda a construir uma imagem de qualidade elevada, resultando em clientes dispostos a pagar mais pelos produtos da marca, com crescimento significativo nas vendas durante datas festivas.

### **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

Para a realização deste estudo foi realizado uma revisão bibliográfica em áreas distintas.

Foram realizadas revisões em artigos, livros e diferentes publicações das áreas de *marketing* e de artigos que tratam dos sentidos humanos. O foco das pesquisas foi entender as abordagens e ferramentas de *marketing* que são aplicadas para impulsionar

as vendas. Em seguida foram feitas pesquisas sobre os sentidos humanos e os impactos que eles causam nos consumidores na hora da compra.

Após as pesquisas, foram feitas análises críticas sobre os temas encontrados para entendimento da relação entre os temas.

#### **4. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Para obtenção dos resultados, foram analisados e adaptados dados estatísticos descritos no artigo de ANÁLISE SENSORIAL – TESTE DE PREFERÊNCIA: A INFLUÊNCIA DAS CORES NA ESCOLHA DE UM ALIMENTO – (Pamela Santana, Elizabete Araújo, Julliana Saleh e Ariana Melo, 2018) em que foi realizado um teste de preferência, mais especificamente de ordenação-pareada, onde foram apresentadas três amostras de bolo de mesmo sabor, porém com cores diferentes – bege, verde e vermelha – para o consumidor analisar a influência da cor em relação a preferência do consumidor.

No teste de ordenação pareada as amostras são apresentadas de forma que o consumidor avalie em ordem crescente de acordo com sua preferência (SANTANA; ARAÚJO; SALEH; MELLO, 2018).

Ao receber as amostras e a ficha de avaliação os consumidores avaliaram o bolo e ordenaram de acordo com sua preferência, avaliando sabor, textura, odor e a aparência, que era a principal diferença entre eles, já que foram utilizados corante de 3 cores diferentes para preparo de cada uma das amostras.

Abaixo segue a ficha de avaliação e tabela de resultados, respectivamente.

Amostra:	Julgador:	Data:
Você está recebendo três amostras codificadas, avalie cada uma na ordem crescente de sua preferência.		
(1) (menos preferida)	(2)	(3) (mais preferida)
Comentários:		

Figura 1 – Ficha de avaliação.

Fonte: SANTANA; ARAÚJO; SALEH J; MELO, 2018

Tabela 2 – Tabela de resultados da pesquisa realizada no artigo Análise sensorial.  
 Fonte: SANTANA; ARAÚJO; SALEH; MELO, 2018.

	<b>(1) MENOS PREFERIDA</b>	<b>(2) NEUTRA</b>	<b>(3) MAIS PREFERIDA</b>
BEGE <sup>b</sup>	25	27	18
VERDE <sup>b</sup>	30	23	17
VERMELHO <sup>a</sup>	15	20	35

Utilizando a tabela de Christensen, foram atribuídos pesos (multiplicação por 1 para o valor da amostra menos preferida, multiplicação por 2 para o valor de amostra neutra e multiplicação por 3 para o valor da amostra mais preferida), conforme tabela 3 e subtraído todos os valores da amostra, sendo vermelho - verde, vermelho - bege e verde - bege, conforme tabela 4. (Análise Sensorial de alimentos – DUTCOSKY, Pág. 195 e 196, 2019).

É possível comparar, conforme a Figura 2, o valor de corte, que resulta do cruzamento do número de avaliadores x quantidade de amostras.

Tabela 3: Aplicação dos pesos nos resultados da pesquisa para aplicação do método de Christensen.

BEGE	$(25*1)+(27*2)+(18*3)= 133$
VERDE	$(30*1)+(23*2)+(17*3)= 127$
VERMELHO	$(15*1)+(20*2)+(35*3)= 160$

Tabela 4: Subtração dos resultados para aplicação do método de Christensen.

VERMELHO-VERDE	$160-127=33$
VERMELHO-BEDE	$160-133=27$
VERDE-BEDE	$127-133=-6 =  -6  = 6$

**Tabela 35** - Teste de ordenação – Tabela de Christensen

(Continua)

Número de avaliadores	Nível de significância ( $\alpha$ )									
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
39	17	22	27	32	37	42	47	52	57	62
40	17	23	28	33	38	43	48	53	58	63
41	18	23	28	33	38	43	49	54	59	64
42	18	23	28	33	39	44	49	54	59	65
43	18	23	29	34	39	44	50	55	60	66
44	18	24	29	34	40	45	50	56	61	66
45	19	24	29	35	40	46	51	56	61	67
46	19	24	30	35	40	46	51	57	62	67
47	19	24	30	35	41	46	52	57	63	68
48	19	25	30	36	41	47	52	58	64	69
49	19	25	30	36	42	48	53	59	64	70
50	19	25	31	37	42	48	54	59	65	70
51	20	26	31	37	43	48	54	60	66	72
52	20	26	31	37	43	49	55	60	66	72
53	20	26	32	38	44	49	55	61	67	73
54	20	26	32	38	44	50	56	61	67	73
55	21	27	32	39	44	50	56	62	68	74
56	21	27	33	39	45	51	57	63	69	75
57	21	27	33	39	45	51	57	63	69	76
58	21	27	33	39	45	52	58	64	70	77
59	21	27	34	40	46	52	58	64	71	77
60	22	28	34	40	46	53	59	65	71	78
61	22	28	34	41	47	53	59	66	72	78
62	22	28	35	41	47	54	60	66	72	78
63	22	28	35	41	47	54	60	67	73	80
64	22	29	35	41	48	55	61	67	73	80
65	22	29	35	42	48	55	61	68	74	80
66	23	29	35	42	49	55	62	68	75	82
67	23	29	36	42	49	56	62	68	75	82
68	23	30	36	42	49	56	63	69	76	83
69	23	30	36	43	50	56	63	70	76	83
70	23	30	37	44	50	57	64	70	77	83
71	23	30	37	44	50	57	64	71	77	85
72	24	30	37	44	51	58	64	71	78	85

Figura 2: Tabela de Christensen.

Fonte: DUTCOSKY, Pág. 473, 2019.

Após as análises do resultado da comparação pareada, observando a Figura 2 e cruzando a quantidade de avaliadores x quantidade de amostras, é possível observar que para obter diferença significativa os resultados de subtração entre as amostras precisam ser iguais ou menores que 23, sendo a assim a amostra de bolo de cor vermelha apresentou

diferença significativa das amostras verde e bege, mostrando a preferência do consumidor e potencializando a utilização da cor para o produto após a análise dos consumidores enquanto as amostras verde e bege não apresentaram diferença significativa entre elas.

Aprofundando sobre o tema,, buscando entender a aplicação e efetividade do *marketing* sensorial, uma pesquisa feita por ACEVEDO fez o uso de metodologia observacional, levando as pessoas, individualmente, para duas lojas que são concorrentes no setor de vestuário e possuem estrutura física parecidas: Uma delas que não utiliza praticamente nenhum tipo de estratégia de *marketing* sensorial (loja 1), e outra que é famosa por instigar o consumidor através do *marketing* sensorial (principalmente através de músicas ambiente pela loja, de uma iluminação estratégica e de cores vibrantes e fortes nas campanhas visuais espalhadas pelo local) (loja 2).

O grupo de respondentes era composto por 16 pessoas com idade a partir de 18 anos, de ambos os gêneros e com capacidade de transmitir as informações presentes no ambiente de serviços investigada no projeto

Para efeito de comparação entre as lojas sobre o uso do *marketing* sensorial, foi solicitado aos respondentes que falassem aspectos comparativos entre as duas lojas.

Para a pesquisa, foi solicitado aos respondentes que se locomovessem por 10 minutos pelo interior das lojas, e que avaliassem a experiência nos dois locais visitados. As perguntas feitas se tratava da experiência de compra, relacionadas aos seguintes fatores: (1) intenção de comprar algo no local, (2) prazer na loja, (3) recomendação da loja para amigos e (4) intenção de retornar à loja. O questionário utilizado uma escala do tipo *Likert*, com 5 pontos estabelecidos, sendo as opções de resposta: 1 (discordo totalmente), 2 (discordo parcialmente), 3 (não concordo, nem discordo), 4 (concordo parcialmente) e 5 (concordo totalmente).

Analizando os dados da pesquisa citadas, observa-se uma "aceitação" maior na loja em que havia estímulos sensoriais aos consumidores, pois a média para a "intenção de comprar algo na loja" foi de 2,4 na loja sem apelos sensoriais (loja 1) e 4,4 na loja que usa *marketing* sensorial (loja 2).

Para "prazer enquanto permaneceu na loja" apresentou uma média de 2,4 na loja 1 e 4,6 na loja 2. Quando se trata de "recomendação da loja para os amigos" apresentou uma média de 2,8 na loja 1 e 4,2 na loja 2, e, finalmente, "intenção de retornar à loja em breve" apresentou uma média de 2,0 na loja 1 e 4,4 na loja 2.

Assim, analisando os dados da pesquisa, foi constatado que o uso de estímulos sensoriais no ponto de venda influenciou diretamente na qualidade da imagem da loja 2

frente à marca 1, além de influenciar positivamente o consumidor na hora da compra, gerou um maior prazer a ele enquanto permaneceu na loja, e resultaria em uma recomendação positiva para amigos e em um futuro retorno à loja.

Dessa forma, conclui-se, através deste estudo, que foram confirmadas as vantagens do *marketing sensorial* visto na pesquisa bibliográfica feita no presente trabalho, uma vez que, de fato, houve: (1) maior envolvimento do consumidor com o produto, (2) estímulo à compra, (3) impacto da imagem da marca na mente do consumidor, e (4) diferenciação da marca na mente do consumidor frente a marcas concorrentes.

## 5. CONCLUSÃO

Com avanço da globalização, o *marketing sensorial* vem em grande crescente, e com suas técnicas e metodologias têm auxiliado grandes e pequenas empresas a fidelizarem seus consumidores e ampliar seus números ao se conectarem com o público-alvo de seus produtos, oferecendo um diferencial capaz de conquistar novos clientes. Este diferencial pode ser trazido através de estudo com consumidores, visando descobrir quais as características de preferências e maiores aceitações de cada produto, trazendo a expectativa do consumidor e as transformando em insights, auxiliando no desenvolvimento de produtos e/ou estratégias de *marketing*.

As metodologias de análise de estudos com consumidores são variadas, e são selecionadas de acordo com a estratégia do desenvolvimento e influência do resultado no produto, assim como a percepção do consumidor pode variar de acordo com o contexto o qual está inserido bem como a alteração sociocultural que sofre influência de diversos meios.

Esta revisão bibliográfica teve por objetivo revisar artigos científicos e avaliar estatisticamente o artigo *Análise Sensorial – Teste De Preferência: A Influência Das Cores Na Escolha De Um Alimento* – (SANTANA P., ARAÚJO E., SALEH J., E MELO A., 2018) utilizando o método de Christensen, sendo comprovado através da análise estatística realizada, que existe uma preferência significativa pelos consumidores entre uma das amostras somente pela cor. Para esta situação em específico, no caso de uma empresa de bolos, a mesma poderia apostar na utilização da cor vermelha para seu produto.

Considerando a análise de ACEVEDO onde os consumidores foram convidados a ir até duas lojas com experiências de ambientes diferentes, foi possível concluir que o

*marketing* sensorial utilizado na loja 2 agradou aos clientes e trouxe benefícios para a loja, uma vez que foi avaliado superioridade a intenção de compra e recomendação em relação a loja 1.

Conclui-se com este trabalho, com a revisão dos artigos e o aprofundamento em resultados de diferentes estudos feitos, que o *marketing* sensorial e o conhecimento da preferência do consumidor, mostram-se efetivos no sucesso das vendas.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEVEDO, Claudia R.; FAIRBANKS, Victor S. L. **Os Efeitos Do Marketing Sensorial Sobre A Experiência De Compra Do Consumidor No Ponto De Venda.** Disponível em:  
[https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/os\\_efeitos\\_do\\_marketing\\_sensorial\\_sobre\\_a\\_experiencia\\_de\\_compra\\_do\\_consumidor\\_no\\_ponto\\_de\\_venda.pdf](https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/os_efeitos_do_marketing_sensorial_sobre_a_experiencia_de_compra_do_consumidor_no_ponto_de_venda.pdf) - Acesso em: 09. Set. 2024
- AITAMER, G.; ZHOU, Q. **Motives And Guidance For The Use Of Sensory Marketing In Retailing – The case of Nature & Découvertes.** Business Administration, Master's Thesis, Karlstad Business School, 2011.
- BENTO, R., ANDRADE S., SILVA A. – **Análise sensorial de alimentos**, 2013.
- BLESSA, R. - **Merchandising No Ponto-De-Venda.** - 4. ed. São Paulo: Atlas, 2011.
- BRF ingredientes – **Análise Sensorial Na Formulação De Alimentos.** Disponível em:  
[https://www.brfredients.com/pt-br/blog/posts/analise-sensorial-na-formulacao-de-alimentos/](https://www.brfingredients.com/pt-br/blog/posts/analise-sensorial-na-formulacao-de-alimentos/) - Acesso em: 13. Set. 2024
- DUTCOSKY, Silvia D - **Análise Sensorial De Alimentos** – Pág. 195, 196 e 473, 2019.
- Equipe PRINTI – Psicologia Das Cores E A Personalidade Da Sua Marca [*Série Cores #3*] – Disponível em: [https://www.printi.com.br/blog/psicologia-das-cores-e-a-personalidade-da-sua-marca-serie-cores-3?utm\\_term=&utm\\_campaign=psq-conv-blog-bau-geral-07231525&utm\\_source=google&utm\\_medium=cpc&hsa\\_acc=9018698585&hsa\\_cam=10689299186&hsa\\_grp=148914767502&hsa\\_ad=666778943008&hsa\\_src=g&hsa\\_tgt\\_dsa-511676553037&hsa\\_kw=&hsa\\_mt=&hsa\\_net=adwords&hsa\\_ver=3&gad\\_source=1&gclid=CjwKCAjwufq2BhAmEiwAnZqw8gA3GUEnZIVsBT\\_UGjWoZ0sIL3eepNt69NM5UurjcNwCW4Esqi\\_6jxoCWQoQAvD\\_BwE](https://www.printi.com.br/blog/psicologia-das-cores-e-a-personalidade-da-sua-marca-serie-cores-3?utm_term=&utm_campaign=psq-conv-blog-bau-geral-07231525&utm_source=google&utm_medium=cpc&hsa_acc=9018698585&hsa_cam=10689299186&hsa_grp=148914767502&hsa_ad=666778943008&hsa_src=g&hsa_tgt_dsa-511676553037&hsa_kw=&hsa_mt=&hsa_net=adwords&hsa_ver=3&gad_source=1&gclid=CjwKCAjwufq2BhAmEiwAnZqw8gA3GUEnZIVsBT_UGjWoZ0sIL3eepNt69NM5UurjcNwCW4Esqi_6jxoCWQoQAvD_BwE), 2024 – Acesso em: 09. Set. 2024
- FRANÇA, Juliana; BRITO, Regina; ZIMMERMANN, Lucia; MORÉ, Jesus; VAZ, Jorge; FERNANDEZ, Alexandre, NUNES, José. **Marketing Sensorial Como Estratégia De Branding, 2011.** - Disponível em: <<http://estaciogastronomia.com.br/vendendo-sensacoes-como-o-marketing-sensorial-e-usado-para-conquistar-clientes/#.VVjjSPIViko>> - Acesso em: 10 set. 2024.

JACOBS, Emanuel. - **Marketing Sensorial: A Influência Dos Sentidos Sensoriais Na Experiência Do Consumidor.** GUAPORÉ/RS, 2021 - Disponível em: <https://repositorio.ucs.br/xmlui/handle/11338/9528> - Acesso em: 10 set. 2024

JOMORI M., PROENÇA R., CALVO M – **Determinantes De Escolha Alimentar –** Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rn/a/kgXStmYNgrjFQjCY9HWGPgv/> - Acesso em: 15. Set. 2024.

JORNAL DA USP - Fake News Não Pod #72: **Não Existe Um Hemisfério Cerebral Dominante** - Disponível em: <https://jornal.usp.br/podcast/fake-news-nao-pod-72-nao-existe-um-hemisferio-cerebral-dominante/> - Acesso em: 23. Ago. 2024

JUNIOR, Antonio B. de O. - **Testco: Inovação Na Obtenção De Insights Sensoriais De Alimentos Com Consumidores A Partir Do Método Home User Test.** Natal/Rn, 2024. - Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/59182> - Acesso em: 15. Set. 2024.

NORA, Flávia M. D. - **Análise Sensorial Clássica: Fundamentos E Métodos** - Disponível em: <https://meridapublishers.com/l11analise/l11analise.pdf#page=63> - Acesso em: 15. Set. 2024

NORONHA R., DELIZA R., SILVA M. **A Expectativa Do Consumidor E Seus Efeitos Na Avaliação Sensorial E Aceitação De Produtos Alimentícios.** Araraquara/Sp, 2005 - Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/49599884\\_A\\_expectativa\\_do\\_consumidor\\_e\\_seus\\_efeitos\\_na\\_avaliacao\\_sensorial\\_e aceitacao\\_de\\_produtos\\_alimenticios](https://www.researchgate.net/publication/49599884_A_expectativa_do_consumidor_e_seus_efeitos_na_avaliacao_sensorial_e aceitacao_de_produtos_alimenticios) - Acesso em: 15. Set. 2024.

PRADEEP, A.; PRECCI, Ana Quintela. **O Cérebro Consumista.** São Paulo: Cultrix, 2012. Neuromarketing: Entendendo O Cérebro Do Consumidor. 2017 - Disponível em: <https://coworkingbrasil.org/news/neuromarketing-cerebro-do-consumidor/> - Acesso em: 13 set. 2024.

PUCRS – Marketing Sensorial: O Que É E Como Usá-Lo? - Disponível em: [https://online.pucrs.br/blog/public/marketing-sensorial-o-que-e-e-como-usa-lo#:~:text=O%20marketing%20sensorial%20%C3%A9aquele,seus%20clientes%20a%20sua%20marca%3F\\_](https://online.pucrs.br/blog/public/marketing-sensorial-o-que-e-e-como-usa-lo#:~:text=O%20marketing%20sensorial%20%C3%A9aquele,seus%20clientes%20a%20sua%20marca%3F_) - Acesso em: 23. Ago. 2024.

SANTANA P., ARAÚJO E., SALEH J., E MELO A. - **Análise Sensorial – Teste De Preferência: A Influência Das Cores Na Escolha De Um Alimento** – Disponível em: <https://ri.ucsal.br/server/api/core/bitstreams/1e9349b7-b3fe-4c41-8e27-4701b64cf59d/content> - Acesso em: 22. Set. 2024

UFPEL – **Normas De Análise Sensorial ABNT 2015** - Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/sensorial/2015/11/11/normas-de-analise-sensorial-abnt-2015/> - Acesso em: 13. Set. 2024

YOSHIZAWA, N; POSPISSIL, R, T; VALENTIM, A, G; SEIXAS, D; ALVES, F, S; CASSOU, F.; YOSHIDA, I; SEGA, R, A; CÂNDIDO, L, M, B. Rotulagem de alimentos como veículo de informação ao consumidor: adequações e irregularidades.

Curitiba, PR, v. 21, n. 1, p. 169-180, jan./jun. 2003 Disponível em: <  
<https://www.scielosp.org/article/rpsp/2008.v23n1/52-58/pt/>> Acessado em: 15/09/2024.

# **ESTUDO DA VIABILIDADE DE FABRICAÇÃO DE ETANOL NEUTRO A PARTIR DO SORO DE QUEIJO RESIDUAL DE PEQUENOS PRODUTORES**

Wesley de Oliveira Marques (Centro Universitário Padre Anchieta)

Daniel Titton Gabriel (Centro Universitário Padre Anchieta)

Claudemar José Trevizam (Centro Universitário Padre Anchieta)

Flávio Gramolelli Junior (Centro Universitário Padre Anchieta)

Vanderlei Inácio de Paula (Centro Universitário Padre Anchieta)

## **RESUMO**

Considerando a perspectiva econômica mundial atual, cada vez mais atrelada ao princípio de sustentabilidade, é fundamental a busca do equilíbrio entre impactos ambientais e valor agregado, destacando-se o aproveitamento de subprodutos de grande volume e sua conversão em possíveis fontes de energia. Nesse contexto, o lactossoro ou soro de queijo, destaca-se por ser um grande poluente capaz de servir como fonte de sais minerais e aminoácidos no processo de fermentação, possibilitando assim, sua conversão em etanol. Diante disso, este trabalho teve por finalidade coletar o soro de queijo proveniente de pequena propriedade artesanal na região de Jundiaí para realizar a caracterização e determinar os componentes presentes. Posteriormente, realizamos a separação das proteínas por aglomeração e filtração, com o objetivo de se realizar a fermentação em batelada e visualizar a interação das variáveis sacarose e fermento biológico. Por fim, realizamos a destilação do mosto para separação da mistura hidro alcoólica e análise físico-química do etanol produzido, cujo experimento com maior graduação alcoólica apresentou 4,6° GL, demonstrando viabilidade na utilização do soro como matéria-prima, mas necessitando de aperfeiçoamento no processo para atingir os parâmetros gerais da legislação.

**PALAVRAS-CHAVE:** soro de queijo, fermentação alcoólica, etanol neutro, levedura.

## **ABSTRACT**

Considering the current global economic perspective increasingly linked to the principle of sustainability, it is essential to seek a balance between environmental impacts and added value, highlighting the use of large volume by-products and their conversion into possible energy sources. In this context, the whey or cheese whey stands out for being a great pollutant capable of serving as a source of mineral salts and amino acids in the fermentation process, thus enabling its conversion into ethanol. Therefore, this work aimed to collect cheese whey from small artisanal properties in the region of Jundiaí to carry out the characterization and determine the components present. Subsequently, we performed the separation of proteins by agglomeration and filtration, in order to perform batch fermentation and visualize the interaction of sucrose and biological yeast variables.

Finally, we carried out the distillation of the wort to separate the hydroalcoholic mixture and physicochemical analysis of the ethanol produced, whose experiment with the highest alcohol content presented 4.6° GL, demonstrating feasibility in the use of whey as raw material, but requiring improvement in the process to achieve the general parameters of the legislation.

**KEYBOARDS:** cheese whey, alcoholic fermentation, ethanol, yeast.

## 1. INTRODUÇÃO

Dentre os subprodutos da produção de laticínios, o soro de queijo, chamado também de lactossoro, é o constituinte que desperta maior atenção, pois além de conter uma série de nutrientes derivados do leite e aminoácidos facilmente digeríveis, também são ricos também em vitaminas como tiamina, riboflavina, vitamina B6 e B12 e ácido pantotênico (BEHMER, 1991; DALLAS, 1999).

Em termos de volume, temos que em média que a fabricação de 1 kg de queijo necessita de 10 L de leite, gerando outros 9 litros de soro residuais (cerca de 85%), caracterizado como um líquido amarelo esverdeado, conforme o tipo de queijo da qual é derivado. Este dado associado ao fato de que a produção de queijos no Brasil está em torno de 450 mil toneladas por ano, conforme a Associação Brasileira das Indústrias de Queijos, teríamos o equivalente a 4,5 milhões de toneladas de soro de queijo anuais sendo produzidos no país. (COSTA, 1995; SANTOS, FERREIRA, 2001).

O grande desafio é que a quantidade de soro produzida nas queijarias, tanto em grandes indústrias como em pequenos produtores, tem se revelado um problema em relação ao meio ambiente, pois envolve o fato de que cada litro de soro lançado em sistemas de tratamento ocasiona uma Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) entre 25.000 e 80.000 mg/L. Essa relação ocorre justamente pela alta concentração de matéria orgânica e deficiência de nitrogênio, revelando entraves na sua estabilização por métodos convencionais de tratamento biológico (GIROTO & PAWLOWSKY, 2001).

Dentre as várias técnicas de aproveitamento do soro do queijo, o objeto de estudo é sua utilização como substrato para fermentação, devido ao fato de que as aplicações para o etanol neutro podem ser muitas, englobando indústrias de bebidas, farmacêuticas, cosméticos, produtos de limpeza, uso doméstico, entre outros. Em paralelo, com intuito de minimizar o desperdício das proteínas do soro, a legislação vem forçando os fabricantes de queijos e de caseína a tratar o soro de forma diferente (CONAMA, 2011).

As leveduras utilizadas no processo de fermentação alcoólica pertencem a espécie *Saccharomyces cerevisiae*, microrganismo que possui uma série de vantagens de se

trabalhar, primeiramente devido a sua longa história de aplicação na produção de produtos consumíveis, também por produzir grandes quantidades de álcool e suportar altas concentrações do mesmo, além do baixo custo e facilidade de manipulação em laboratório (OSTERGAARD et al., 2000).

Entretanto, devemos observar que a levedura *Saccharomyces cerevisiae* é uma espécie que produz álcool a partir da glicose, não sendo capaz de utilizar diretamente a lactose como fonte de carbono, pois a mesma não possui o sistema lactase permease, nem a enzima  $\beta$ -galactosidase que é capaz de hidrolisar a lactose em galactose e glicose (FLORENTINO, 2006).

Para o estudo da fermentação alcoólica Florêncio (2008) partiu do soro desproteinizado adicionando sacarose ao meio pelo processo de chaptalização, com objetivo de se controlar a graduação alcoólica do mosto, o que significa que nesta estratégia o soro representa essencialmente a fonte de sais minerais necessários ao processo fermentativo. De maneira geral, temos um processo da caracterização e preparação da matéria-prima, seguido pela fermentação e destilação do fermentado para a produção do etanol neutro, conforme Figura 1.



Figura 1 – Fluxograma da Produção de etanol (ARAUJO, 2013)

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Soro de queijo

O soro de queijo é um subproduto resultante da coagulação do leite aquecido por um ácido ou por enzimas proteolíticas, sendo assim, um resíduo com rica composição nutricional. É, basicamente, a fase aquosa do leite, com propriedades que variam conforme o processo de produção do queijo, mas normalmente é caracterizado como um líquido amarelo-esverdeado.

Segundo ABREU (2005), na maioria das vezes o soro é considerado rejeito indesejável da fabricação de queijos e acaba sendo simplesmente estocado em locais sem maiores cuidados, principalmente em pequenas propriedades, até que se efetive o seu descarte. A necessidade de atenção é evidenciada através da associação da produção de queijos registrados no Serviço de Inspeção Federal (SIF) e a evolução da produção de soro no Brasil, como podemos observar na Figura 2.

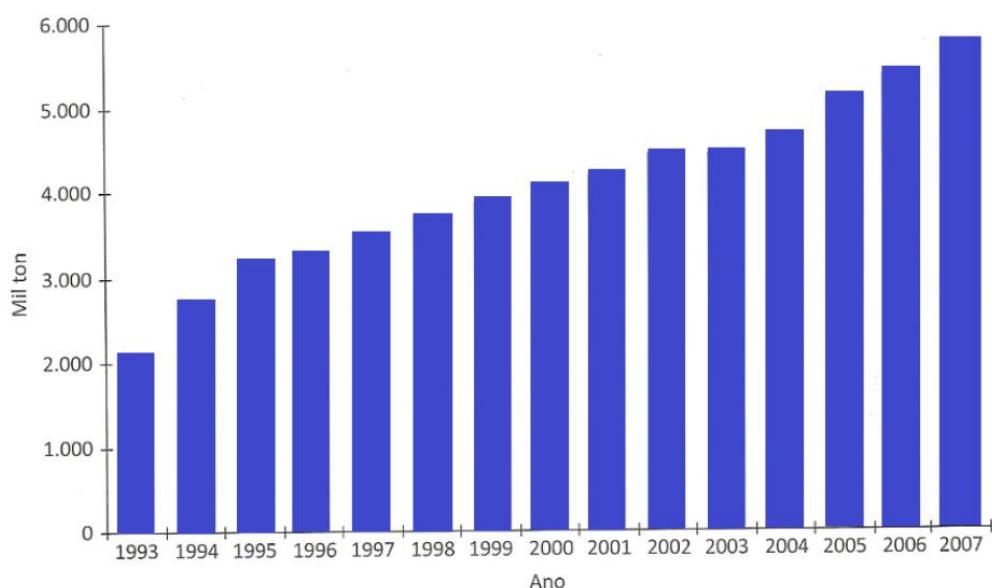


Figura 2 – Evolução da produção de soro de queijo no Brasil (OLIVEIRA, 2009)

Corroborando os dados do SIF, Richards (2002) evidencia que a produção de queijos no Brasil continua em ascensão devido ao consumo recorde nos últimos anos, enquanto que, a legislação ambiental que vem se tornando cada vez mais rígida. Assim, principalmente as indústrias de laticínios de pequeno e médio portes se veem obrigadas a procurar alternativas para a utilização do soro, que é ainda subutilizado no país, sendo muitas vezes destinado para alimentação animal (SANTOS, 2001).

Quanto ao processo de coagulação utilizado na produção, os queijos produzidos podem ser classificados como (FLORENTINO, 2006):

- Coagulação enzimática: obtida empregando-se um complexo de enzimas, como a renina e a pepsina, denominadas coalho.
- Coagulação ácido microbiana: coagulação obtida por via biológica (bactérias) através da formação de ácido lático produzido por fermentação, sem adição de qualquer agente coagulante;
- Coagulação ácido térmico: Obtida pela adição de um ácido orgânico ao leite, com posterior aquecimento, responsável por provocar a precipitação da proteína;
- Fusão: Obtido pela ação de um sal fundente e calor

Assim, as características do soro residual dependem intimamente do processo utilizado na fabricação do queijo, mas, de maneira geral, o soro de queijo pode ser dividido em três grupos principais: *soro doce*, com uma faixa de pH entre 5,0 a 6,6; o *soro meio ácido*, com uma faixa de 5,0 a 5,8; e o *soro ácido* com pH inferior a 5,0 (OLIVEIRA, 2009).

Para o presente trabalho, utilizamos o resíduo da produção de Queijo Frescal, definido pelo (MERCOSUL 1996) como um queijo fresco obtido por coagulação enzimática do leite com coalho e/ou outras enzimas coagulantes apropriadas, complementada ou não com ação de bactérias lácticas específicas. A transformação do leite em queijo ocorre tanto pela acidificação através do consumo e fermentação da lactose por bactérias, como por adição de algum ácido, como o vinagre ou suco de limão.

## **2.2. Composição do soro de queijo**

Segundo Abreu (2005), o soro é basicamente a fase aquosa do leite e pode conter aproximadamente até 50% dos nutrientes sólidos do leite original, sendo considerado um produto nobre pelo seu teor como proteínas solúveis, nitrogênio não protéico, aminoácidos essenciais, vitaminas do grupo B e pelo elevado teor de lactose e sais.

A fração dos nutrientes contido no soro varia dependendo do tipo de leite utilizado e processo de coagulação empregado, mas segundo Costa (1995), Santos; Ferreira (2001) e Richards (2002) sua composição inclui uma média de 6,9% de sólidos totais, 0,6% de sais minerais, 0,3% de gordura, 0,9% de proteínas, 5,0% de lactose e 0,1% de ácido láctico resultante da fermentação da lactose. Além disso, dos sais minerais presentes no soro de queijo, os de cálcio, fósforo, sódio e potássio estão presentes em maiores concentrações, sendo os de cálcio e fósforo de grande interesse devido ao seu valor nutricional.

Tabela 1 – Composição média do soro de queijo (SERPA, 2005)

<b>Componentes</b>	<b>Teores (%)</b>
Água	93,39 ± 0,44
Extrato seco total	6,61 ± 0,44
Gordura	0,43 ± 0,19
Proteína	0,78 ± 0,25
Lactose	4,90 ± 0,11
Sais Minerais	1,59 ± 0,02

A elevada quantidade de lactose presente no soro é justamente um dos maiores entraves no seu aproveitamento e conversão em etanol, pois se trata de um açúcar complexo e pouco fermentável, a qual contribui para sua baixa solubilidade, baixo poder adoçante e sua pobre digestibilidade quando utilizado como alimento. (YANG & OKOS citado por CARMINATTI, 2001). Além disso, diferente do gênero *Kluyveromyces*, que é capaz de degradar a lactose, a *Saccharomyces cerevisiae* não modifica esse dissacarídeo, havendo então a necessidade de adição de sacarose ao mosto.

Segundo Giroto; Pawlowsky (2001), algumas das alternativas para o aproveitamento do soro incluem sua utilização para alimentação animal, fabricação de ricota, fabricação de bebidas lácteas, produção de soro em pó, além da separação das proteínas e lactose com posterior secagem. Assim, conversão do soro de queijo em etanol pode ser mais uma alternativa, pois o descarte do soro sem uma disposição adequada significa também rejeitar um alimento que possui alta qualidade nutricional.

### **2.3. Fermentação alcoólica**

A fermentação é o processo biológico inicial da formação de etanol, que consiste na quebra da sacarose ou outros carboidratos, com sua posterior conversão por um conjunto de reações bioquímicas em álcool e gás carbônico. Assim, é um processo de modificação intencional dos alimentos pela atividade de certos microrganismos, principalmente as leveduras, devido à sua capacidade de degradar a matéria na ausência de oxigênio do ar, chamados coloquialmente de fermentos, para a obtenção de produtos de interesse comercial (ORDOÑES, 2005).

Historicamente, as leveduras mais utilizadas nos processos de fermentação alcoólica são as espécies originárias do gênero *Saccharomyces*, sendo uma das principais a *Saccharomyces cerevisiae* pela capacidade de produzir grandes quantidades de álcool e

suportar altas concentrações do mesmo. As vantagens dessa espécie incluem a facilidade de manipulação genética, o baixo custo de cultivo, o fato de não serem agentes patogênicos, além de sua longa história de aplicação na produção de produtos, como o etanol e o pão (OSTERGAARD et al., 2000).

A espécie *Saccharomyces cerevisiae* possui um metabolismo adaptável que é capaz de realizar a fermentação na presença de oxigênio, produzindo biomassa, gás carbônico e água, num processo de obtenção de energia chamado aerobiose. Entretanto, na ausência de oxigênio, a maior parte do açúcar é convertida em etanol e gás carbônico, processo denominado de fermentação alcoólica (SANTOS et al., 2010)

De acordo com Lima et al., (2001), diversos fatores afetam a fermentação, alguns de natureza físico-química, como temperatura, pressão osmótica, pH, oxigenação, nutrientes minerais, etc. e outros de natureza microbiológica, como espécie, linhagem e concentração de inoculo.

Para realizar o processo de fermentação alcoólica é necessário fazer a separação das proteínas do soro por tratamento térmico, separação por membranas ou por precipitação, pois o nitrogênio presente na molécula dificulta a maximização da conversão dos carboidratos em etanol. O tratamento térmico é um procedimento simples e bastante utilizado, que consiste, na combinação do calor e ajuste de pH até o ponto isoelétrico das proteínas, através de um ácido orgânico (SINGH, 2004)

Os carboidratos considerados substratos para a fermentação tanto podem ser endógenos (constituintes da levedura, como glicogênio e trealose) como exógenos (sacarose, glicose, frutose e outros) (OSTERGAARD, 2000). Segundo Queiroz (2013), dependendo da graduação alcoólica etanol pode ser classificado em: etanol neutro – álcool hidratado com baixo grau de impurezas voláteis destinado às indústrias de bebidas, farmacêuticas e uso doméstico com grau de pureza da ordem entre 70°GL a 96°GL;

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Matéria Prima**

Para o presente trabalho, foi realizada a coleta de um soro resultante da produção de “queijo frescal” em propriedade com fabricação artesanal de pequena escala, localizada na região de Jundiaí.

#### **3.2. Caracterização do soro**

A primeira parte do trabalho envolveu a caracterização físico-química do soro coletado na sua forma in natura, com metodologia realizadas em triplicata afim de conhecer os componentes principais da solução.

##### **3.2.1. Acidez**

Determinar através do método Dornic, baseado na titulação do soro com uma solução de hidróxido de sódio N/9, empregando-se a fenolftaleína como indicador do ponto final da titulação. O resultado foi expresso em graus Dornic ( $^{\circ}$ D), ao qual 1 mL da solução de NaOH consumido na titulação equivale a 0,009g de ácido lático (BRASIL, 2006).

##### **3.2.2. Gordura**

Determinar empregando-se o método volumétrico de Gerber, que consiste na separação da gordura através da centrifugação após a digestão do material proteico com o ácido sulfúrico e álcool isoamílico. A leitura do percentual de gordura é realizada de forma direta na escala do butirômetro de Gerber (BRASIL, 2006).

##### **3.2.3. pH**

Utilizar o método eletrométrico baseado na determinação da medida da concentração de íons hidrogênio na amostra, através de um pHmetro digital calibrado com as soluções tampões de pH 4,0 e pH 7,0 (BRASIL, 2006).

##### **3.2.4. Proteína**

Definir a quantificação de proteínas através do método de Kjeldahl, antes e após o processo de desproteinização, baseando-se no aquecimento da amostra até sua digestão pelo ácido sulfúrico, em seguida adiciona-se hidróxido de sódio e aquece-se para liberação da amônia através da destilação por arraste de vapor. A amônia irá reagir com o ácido bórico-contendo indicador misto, formando metaborato de amônio, onde por fim,

é feita a titulação desse sal com ácido clorídrico, representando a fração nitrogenada que se deseja determinar (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, 1984).

### **3.2.5. Sais minerais**

Realizar a quantificação dos sais minerais (ou cinzas) presentes no soro de queijo por gravimetria, sendo que os de cálcio, fósforo, sódio e potássio estão presentes em maiores concentrações. O método se fundamenta na incineração em forno mufla à temperatura de 550°C por 5 horas até se obter uma cinza de cor clara. Em seguida, a amostra incinerada é resfriada em dessecador e pesada (ARAÚJO, 2013).

### **3.2.6. Lactose**

Quantificar o teor de lactose no soro através do método volumétrico com Licor de Fehling, baseado na redução do ácido cúprico a ácido cuproso (BRASIL, 2006).

### **3.2.7. Extrato seco total**

Determinar pelo método padrão de estufa a 105°C, visando a evaporação de substâncias voláteis e água, com posterior pesagem do resíduo, fornecendo assim o extrato seco total do soro durante 24 horas (BRASIL, 2006).

## **3.3. Desproteinização**

As proteínas do lactosoro serão extraídas através do método ácido térmico, seguindo-se metodologia utilizada por Florêncio et al. (2008). Inicialmente o soro é aquecido até 90°C e utilizamos um ácido orgânico afim de alcançar o ponto isoelétrico das proteínas, obtendo um floculado cujas proteínas serão separadas por filtração.

## **3.4. Chaptalização**

A chaptalização é a etapa do processo em que se adiciona a sacarose ao meio para se obter um produto com a graduação alcoólica controlada, onde serão feitos ensaios experimentais considerando como variáveis independentes a concentração de sacarose e a concentração de inóculo. Conforme os estudos realizados por Araújo (2013), pretende-se explorar as concentrações de 180g/L de sacarose com 16g/L de inoculo, cujo experimento apresentou a maior produção de álcool, obtendo-se assim um fermentado com graduação alcoólica de 9,8°GL

### **3.5. Adição do inóculo**

Consiste em pesar as frações do fermento biológico conforme os ensaios experimentais planejados e realizando então a fermentação em biorreatores de polietileno contendo o meio inoculado. Inicialmente realizou-se a dissolução do fermento previamente pesado, em um litro de soro, sob agitação manual em Becker e com auxílio de uma espátula metálica de aço inox. Em seguida, foi realizada a inoculação deste fermento no reator juntamente com o volume total do soro a ser fermentado (SOUZA, 2013)

### **3.6. Processo fermentativo**

Pretende-se seguir a metodologia de Souza (2013) conduzindo os experimentos em sistema de batelada simples através de biorreatores de polietileno adaptados com torneiras, com um volume aproximado de 5 litros, adicionando um volume de 2 litros de fermentado em cada reator junto às concentrações das variáveis planejadas (3.4 e 3.5)

### **3.7. Centrifugação**

A centrifugação tem por objetivo a separação dos sólidos em suspensão no meio, afim de separar o fermentado. Conforme Florêncio (2008), utilizamos uma centrífuga com velocidade de 1200rpm (rotação por minuto), colocando o fermentado em cubetas de 100mL e totalizando 800mL por batelada, para cada 5 min de centrifugação.

### **3.8. Destilação convencional**

Para a destilação do fermentado do soro de queijo, utilizamos um aparelho de destilação simples, constituído por bico de Bunsen, balão de destilação, suporte e condensador, afim de que os vapores hidroalcoólicos ascendam através do condensador ao se atingir uma temperatura de 99°C. Em seguida, através do resfriamento da solução e baseado na diferença entre o ponto de ebulação da água e do álcool, pretende-se liquefazer os vapores ao se atingir a temperatura média de 26°C, para a produção do etanol neutro.

### **3.9. Análises físico-químicas do etanol neutro**

Realizar análises físico-químicas do etanol neutro destilado, afim de comparar aos padrões de comercialização fixados pela Resolução ANP N° 7, de 9.2.2011 – DOU 10.2.2011, realizando ensaios quanto ao pH, condutividade elétrica, acidez total e teor alcoólico (%v/v).

### **3.9.1. pH**

Realizar leitura da concentração de íons hidrogênio na amostra através de um pHmetro digital calibrado com as soluções tampões de pH 4,0 e pH 7,0, conforme item 1.3

### **3.9.2. Condutividade Elétrica**

A condutividade elétrica foi realizada através de leitura direta em aparelho condutivímetro.

### **3.9.3. Acidez Total**

Determinar a acidez total titulável através do método da AOAC (1997).

### **3.9.4. Teor Alcoólico**

O teor alcoólico foi determinado utilizando-se o método da alcoometria, que consiste na determinação da graduação alcoólica das misturas de álcool etílico e água. A amostra foi analisada com o auxílio de uma proveta de 250 ml e de um alcoômetro Gay-Lussac, a temperatura de 20º Celsius.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1. Caracterização do soro de queijo tipo “frescal”

A primeira parte do trabalho envolveu a caracterização do soro coletado na região de Jundiaí, a fim de definir e quantificar seus componentes, devido à variedade na sua constituição e sua relação direta com as matérias primas e processos utilizados. Os ensaios das análises físico-químicas foram realizados em triplicata, conforme as médias apresentadas na Tabela 2

Tabela 2 - Composição do soro de queijo “Tipo frescal” (Fonte: os autores)

Componentes	Média ± Desvio Padrão
pH	4,3 ± 0,07
Acidez (°D)	32,5 ± 1,12
Extrato Seco Total (%)	4,88 ± 0,12
Umidade (%)	95,22 ± 0,04
Sais Minerais (%)	0,57 ± 0,05
Lactose (%)	2,45 ± 0,07
Proteína (%)	1,53 ± 0,09
Gordura (%)	0,25 ± 0,05

O pH do soro apresentou uma faixa de 4,1 a 4,5, diferente dos valores encontrados para o soro do queijo tipo “coalho” por Florentino (2006), sendo assim, considerado um soro ácido com pH inferior a 5,0. Dessa forma, foi utilizado apenas uma quantidade de 10ml/litro de ácido cítrico necessário a correção do pH, afim de ajustar a faixa ideal da levedura *Saccharomyces cerevisiae*, que é de 4,2, viabilizando o uso deste soro no processo de fermentação alcoólica

Assim como o pH, a média de acidez encontrada na amostra de soro (32°D) está acima das médias observadas por Souza (2013) de 11°D e Florêncio et al. (2007) de 9°D para o soro de queijo de coagulação enzimática, confirmando, que para o presente trabalho, se trata de um soro com acidez titulável acima de 0,40% (OLIVEIRA, 2009).

Os valores da umidade (95,22%) e extrato seco total (4,88%) estão próximos das médias de Araújo (2013) de 93,1% e 6,9% respectivamente, assim como as de Furtado (1991) que foram 93,6% e 6,34% quando estudou a composição de vários tipos de queijos.



Figura 3 – Ensaios de Cinzas, EST e gorduras. (Fonte: os autores)

Em relação ao percentual de sais minerais que serão utilizados como nutrientes pela levedura, a média encontrada de 0,57% está acima dos valores encontrados por Araújo (2013) de 0,41% e de Florentino et al. (2007) que foi de 0,55%, indicando que o soro de estudo tem uma quantidade maior de sais dissolvida e, consequentemente, possui um impacto maior na poluição mineral.

O teor de gordura encontrado de 0,25% ficou próximo dos valores encontrados por Araújo (2013) de 0,46% e Florêncio (2008). Os valores estão dentro da faixa prevista por Furtado (1991), com um teor de gordura variando de 0,2 a 0,5% no soro de queijo.

O valor proteico (1,53%) do soro de queijo frescal está abaixo do encontrado por Araújo (2013) de 2,52%, assim como o encontrado por Florentino (2006) que foi de 1,78%. Segundo Behmer (1991) o teor de proteínas encontrada no leite está em torno de 3,5 a 3,6%, restando no soro aproximadamente 35% das proteínas totais do leite, que por muitas vezes é aproveitada.

#### **4.2. Método ácido térmico**

O método empregado visa a floculação e remoção das proteínas presentes no soro, afim de retirar os compostos nitrogenados que não participam do processo de fermentação. Inicialmente, o soro foi homogeneizado e teve seu pH corrigido para uma faixa de 4,2 com adição de ácido cítrico até o ponto isoelétrico das proteínas.

Posteriormente, realizamos o aquecimento em banho maria até uma temperatura aproximada de 90°C, promovendo a coagulação da cadeia proteica e formando flocos, devido a ação conjunto do calor e da diminuição do pH. Por fim, o aglomerado proteico foi retirado por filtração.



Figura 4 – método ácido térmico. (Fonte: os autores)

Após a filtração, foi coletada uma amostra do soro desproteinizado para realização do método Kjeldahl e, consequentemente, determinação do teor de nitrogênio restante na amostra. O objetivo é a comparação com a quantidade de proteínas na amostra in natura e verificação da eficiência no método ácido térmico, pois a alta concentração de nitrogênio presente compromete o desenvolvimento da levedura *Saccharomyces cerevisiae*.

Dessa forma, após realizadas as titulações nas amostras antes e depois da remoção, constatamos uma redução na faixa de 55% das proteínas existentes no soro in natura. O valor foi abaixo do obtido por Araújo (2013) de 74,2% quando trabalhou com soro de queijo tipo “coalho”. Florêncio (2006) obteve valor similar de 73,6% utilizando a mesma temperatura e o mesmo método na precipitação, evidenciando que a carga proteica do soro tipo “frescal” é inferior ao tipo “coalho”, característica que facilita o processo de fermentação.



Figura 5 – amostra antes (à esq.) e depois (à dir.). (Fonte: os autores)

#### 4.3. Fermentação Alcoólica

Para o processo de fermentação, foram executadas três bateladas nas mesmas condições operacionais, conduzidas à temperatura média de 28°C em recipientes de polietileno de 5 litros cada e utilizando-se um volume de mosto fermentado de 3 litros.

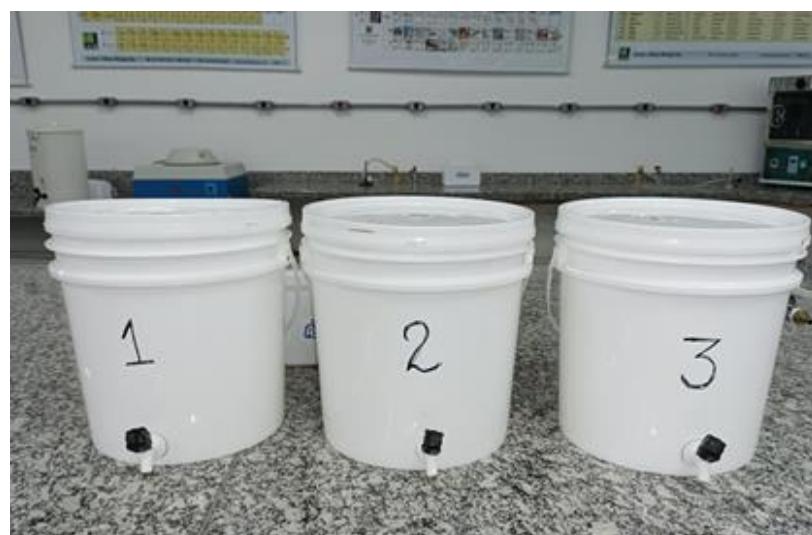


Figura 6 – ensaios com mosto fermentado. (Fonte: os autores)

Para realização dos ensaios, foram utilizados os estudos de Araújo (2013), quando analisou a sensibilidades das variáveis inóculo (levedura) e substrato (sacarose), cujo melhor percentual de conversão foi obtido ao se adicionar 130 g/L de sacarose e 1,8 g/L de inoculo, com valor de 76,14%.

A dissolução do fermento pesado foi realizada numa pequena quantidade de soro em um becker sob agitação com auxílio de um bastão vidro, com posterior aquecimento em banho maria, a fim de realizar a ativação da levedura em água morna. Em seguida, foi

realizada a inoculação de 5,4g fermento no reator juntamente com o volume de 3 litros do soro a ser fermentado.

O processo de fermentação foi conduzido durante 24 horas e na sequência foi realizada a centrifugação do fermentado em tubos de 100mL, totalizando 800mL para cada batelada de 5 min, com o objetivo de separar a biomassa celular do meio líquido fermentado.

#### **4.4. Propriedades do etanol neutro**

O processo de destilação foi realizado em um destilador simples com bico de Bunsen e um balão de fundo redondo de 500ml adaptado com um termômetro. O objetivo foi estimar a graduação alcoólica do mosto, assim como do etanol neutro, realizando análises físico-químicas do etanol destilado, afim de comparar aos padrões de comercialização fixados pela Resolução ANP N° 7, de 09/02/2011

O balão de destilação foi alimentado em intervalos de 10 minutos, mantendo o balão com capacidade máxima de 500ml, após a estabilização da temperatura em  $97 \pm 2^{\circ}\text{C}$  e dos vapores hidroalcoólicos. Através do condensador tipo serpentina, a mistura hidroalcoólica sofria resfriamento e o álcool era liquefeito ao atingir a temperatura média de  $25^{\circ}\text{C}$ .

Tabela 3 – parâmetros físico-químicos do etanol neutro (fonte: os autores)

Componentes	Média ± Desvio Padrão
Massa Específica (Kg/m <sup>3</sup> )	$877 \pm 1,05$
Condutividade Elétrica ( $\mu\text{S/Cma}$ )	$34,55 \pm 0,03$
pH	$5,44 \pm 0,02$
Teor alcoólico ( $^{\circ}\text{GL}$ )	$63 \pm 0,02$

Para determinar a graduação do mosto após a fermentação foi utilizado regra de três simples, pois para cada 500ml do mosto no balão, foram obtidos em média 23 ml de álcool, indicando que o fermentado tinha cerca de 4,6% de álcool, pois a cada 100ml de solução foram obtidos 4,6 ml de destilado. A graduação foi inferior aos valores encontrados por Florentino (2006), quanto obteve um fermentado de  $7^{\circ}\text{GL}$ , e Araújo (2013) de  $9,8^{\circ}\text{GL}$ .

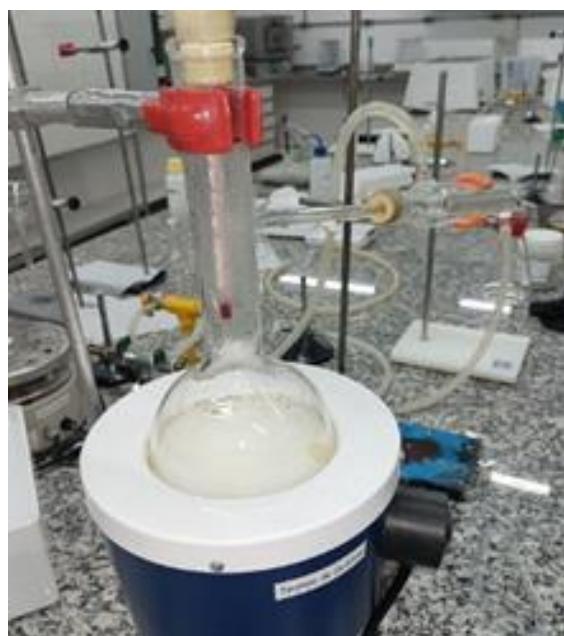


Figura 7 – Processo de destilação. (Fonte: os autores)

O valor de pH do etanol produzido foi de 5,44, caracterizado como ligeiramente ácido e de aspecto esbranquiçado, abaixo da faixa recomendada para o etanol neutro que é entre 6,5 a 7,5. Esse valor abaixo do mínimo indica que talvez haja necessidade de uma alcalinização prévia no soro, visto que se trata de um soro ácido, ou ainda, uma bidestilação para que se obtenha a neutralidade real desse etanol.

A massa específica do etanol neutro produzido foi de 877 Kg/m<sup>3</sup>, ou seja, valor próximo ao encontrado por Araújo (2013) de 851,30 Kg/ m<sup>3</sup>, quando analisou o etanol produzido a partir do soro de queijo.

Em relação à condutividade elétrica, o valor médio encontrado foi de 34,55 µS/Cma, bem acima do encontrado por Araújo (2013) de 2,21 µS/Cma, porém, dentro do máximo aceitável determinado pela destilaria GIASA (2012), que é de 50 µS/Cma.

## 5. CONCLUSÕES

O presente trabalho avaliou a possibilidade de aproveitamento do soro de queijo e sua conversão em etanol neutro, buscando uma contextualização completa da metodologia e analisando a eficiência do processo de conversão. O objetivo central foi analisar as condições de temperatura, pH e nutrientes para otimização tecnológica e análise de larga escala.

Em relação à caracterização do soro de queijo do tipo “frescal”, o pH encontrado está abaixo da média encontrada (4,2), sendo classificado como um soro ácido e confirmado pela alta acidez média titulável de 32°D. Os teores de proteínas (1,53%), lactose (2,54%) e extrato seco (4,88%) ficaram abaixo da média, se comparados a caracterização do soro tipo “coalho”, indicando se tratar de um soro pobre em nutrientes, entretanto, o teor de “sais minerais” (0,57%) ficou dentro do esperado.

Com relação ao método ácido térmico, a análise do teor de nitrogênio pelo método Kjeldahl indicou uma redução de 55% das proteínas do soro, indicando eficiência no processo de desproteinização do soro.

Quanto ao processo de fermentação alcoólica realizado, a medida das variáveis foi retirada da literatura, cuja combinação predeterminada de 180g/L de sacarose com 16g/L de inoculo, resultou num fermentado com graduação alcoólica de aproximadamente 4,6° GL; bem abaixo do desempenho registrado do soro tipo “Coalho”, indicando que a levedura *Saccharomyces cerevisiae* pode apresentar limitações na conversão de sacarose em soro do tipo ácido.

Quanto à conclusão geral do trabalho o soro de queijo tipo “frescal” tem características ligeiramente diferenciadas do tipo “coalho”, porém apresentou-se promissor na conversão em etanol. Entretanto, a obtenção de um etanol com condutividade questionável e coloração esbranquiçada, leva a considerar ajustes de aperfeiçoamento na metodologia, como por exemplo, uma bidestilação para aumentar sua pureza.

O soro de queijo tipo “frescal” pode ser explorado como meio promissor para a produção de etanol, entretanto, pequenos produtores tendem a esbarrar nas dificuldades de adaptação dessa metodologia em larga escala, visto que, o processo tem uma conversão relativamente baixa e necessita da produção de grandes volumes para se tornar economicamente viável.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, L. R.; Leite e derivados – caracterização físicoquímica, qualidade e legislação. **Textos acadêmicos.** Universidade Federal de Lavras. Ed. Centro de editoração/FAEPE. 2005. 151p

ARAÚJO, M. DE S. **Produção de etanol neutro a partir do soro de queijo coalho por destilação convencional.** 2013. 66p. Dissertação (Sistema Agroindustrial). Programa de Pós-graduação em Sistemas Agroindustriais da Universidade Federal de Campina Grande/Campus Pombal, Pombal, PB. 2013.

BEHMER. M. L. A. Tecnologia do leite. 15 ed, São Paulo. Ed. Nobel. 1991. 320pp.

BRASIL. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. Decreto n. 2.314 de 04 de setembro de 1997

BRASIL. INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Ministério da saúde. Agencia Nacional de Vigilância Sanitária. Métodos Físico-Químicos para Analise de Alimentos. Brasília, 4º ed., 1018p. 2005.

BRASIL, Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Defesa da Agropecuária. Laboratório Nacional de Referência Animal – LANARA. **Métodos analíticos oficiais para controle de produtos de origem animal e ingredientes: métodos físico-químicos.** 2006.

CONAMA, **Conselho Nacional do Meio Ambiente.** Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes. RESOLUÇÃO Nº 430, DE 13 DE MAIO DE 2011.

COSTA, R. C. **Obtenção da lactose a partir de permeado de soro e queijo e permeado de leite.** Dissertação (Mestrado). UNICAMP: Campinas, 75p. 1995

DALLAS, P.; Uso de Derivados do Soro em Aplicações de Produtos de Consumo. **Revista Leite e Derivados.** Ano VIII nº 46 p.48-50, 1999.

FLORÊNCIO, I. M.; **Estudo do aproveitamento do Lactosoro de coagulação Enzimática para Fermentação e Produção de Aguardente.** 2008. 71p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina grande, 2008.

FLORENTINO, E. R. **Aproveitamento do soro de queijo de coagulação enzimática.** 2006. 138f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Departamento de Engenharia Química, Natal.

GIASA (GRAMAME INDÚSTRIA DE ÁLCOOL), 2012 - Pedras de Fogo – Paraíba.

GIROTO. J. M.; PAWLOWSKY U. O soro de leite e as alternativas para o seu beneficiamento. **Brasil Alimentos**, n.10, p.43-46. 2001

Journal of Association of Official Analytical Chemists (AOAC) , Volume 67, Edição 5, 1º de setembro de 1984, Páginas 851–860

LIMA, Urgel de Almeida. **Biotecnologia Industrial** - Processos Fermentativos e Enzimáticos/Urgel de Almeida Lima – outros componentes: Eugênio Aquarone, Walter Borzani, Wilibaldo Schmidell. São Paulo: Ed. Edgard Blucher, 2001.

OLIVEIRA, M. N.; **Tecnologia de Produtos Lácteos Funcionais**. Editora Maricê Nogueira de Oliveira. São Paulo: Atheneu Editora, 2009

OSTERGAARD, S., OLSSON L., NIELSEN J. **Metabolic engineering of Saccharomyces cerevisiae**. Microbiol Mol Biol Rev. Vol. 64 Núm. 1 p.34-50p. 2000

SANTOS, J. P.V.; FERREIRA, C. L. L. F. Alternativas para o aproveitamento de soro de queijo nos pequenos e médios laticínios. **Revista do instituto de Laticínios**, v. 56, n. 321, p. 44-50, 2001

# **DESAFIOS E OPORTUNIDADES NA MELHORIA DA QUALIDADE DE IMPERMEABILIZANTES COM CERA: EXPLORANDO ALTERNATIVAS PARA APRIMORAR A EFICIÊNCIA DE PROTEÇÃO**

Amanda de Paula (Centro Universitário Padre Anchieta)

Annajulia Godoi Oliveira (Centro Universitário Padre Anchieta)

Maria Eduarda Pinoti (Centro Universitário Padre Anchieta)

Tatiana Lança (Centro Universitário Padre Anchieta)

Renato Carajescov Nonato (Centro Universitário Padre Anchieta)

## **RESUMO**

Este trabalho aborda os desafios e oportunidades na melhoria da qualidade de impermeabilizantes com cera. No contexto da engenharia de impermeabilização, os impermeabilizantes à base de cera, devido às suas propriedades hidrofóbicas e protetoras, são considerados promissores. No entanto, a eficácia dessa abordagem tem sido questionada, pois a cera, por si só, não é uma solução completa. Este estudo propõe explorar estratégias inovadoras para otimizar a aplicação da cera, considerando aspectos técnicos e viabilidade comercial. Analisa-se a interação entre ceras, cera de abelha e de carnaúba e óleos, de linhaça e mineral, buscando uma abordagem abrangente para melhorar a eficácia dos impermeabilizantes. O trabalho identifica desafios, como durabilidade e resistência a condições adversas, e destaca a necessidade de uma solução mais robusta para a impermeabilização. Ao reconhecer as limitações da cera, o estudo ressalta a importância de uma abordagem abrangente, unindo a ciência dos materiais à viabilidade prática. O objetivo é avançar na criação de ambientes mais protegidos e sustentáveis, superando as limitações dos impermeabilizantes com cera.

**Palavras-chave:** impermeabilização cera; desafios; oportunidades; qualidade; eficiência de proteção; inovação; ceras; óleos; sustentabilidade

## **ABSTRACT**

This work addresses the challenges and opportunities in improving the quality of wax-based waterproofing agents. In the context of waterproofing engineering, wax-based waterproofing agents are considered promising due to their hydrophobic and protective properties. However, the effectiveness of this approach has been questioned as wax alone is not a complete solution. This study proposes to explore innovative strategies to optimize the application of wax, considering technical aspects and commercial viability. The interaction between waxes, beeswax and carnauba wax, and linseed and mineral oils will be analyzed, aiming for a comprehensive approach to enhance the effectiveness of waterproofing agents. The paper identifies challenges such as durability and resistance to adverse conditions and emphasizes the need for a more robust solution for waterproofing.

Recognizing the limitations of wax, the study highlights the importance of a comprehensive approach, combining materials science with practical feasibility. The goal is to advance in creating more protected and sustainable environments, overcoming the limitation of wax-based waterproofing agents.

**Keywords:** wax waterproofing; challenges; opportunities; quality; protection efficiency; innovation; waxes; oils; sustainability.

## 1. INTRODUÇÃO

A incessante busca por soluções inovadoras na engenharia de impermeabilização tem colocado os impermeabilizantes à base de cera no centro das atenções. Este estudo aborda os "Desafios e Oportunidades na Melhoria da Qualidade de Impermeabilizantes com Cera", com o propósito de explorar alternativas que aprimorem significativamente a eficiência desses agentes de proteção. A cera, reconhecida por suas propriedades hidrofóbicas e protetoras, emerge como uma promissora candidata para a impermeabilização; no entanto, sua aplicação eficaz tem sido questionada devido às suas limitações intrínsecas. Esta pesquisa se propõe a ir além desses desafios, examinando estratégias inovadoras que não apenas superem as limitações da cera, mas também explorem novos horizontes para otimizar sua eficiência. Ao considerar tanto aspectos técnicos quanto a viabilidade prática, este estudo visa proporcionar uma compreensão abrangente dos desafios enfrentados pelos impermeabilizantes com cera, enquanto identifica oportunidades valiosas para aprimorar sua qualidade. Ao explorar alternativas e examinar a interação da cera com outros componentes, almejamos contribuir para o desenvolvimento de uma abordagem mais eficaz e robusta na proteção de estruturas contra os efeitos adversos da umidade. Portanto, este trabalho não apenas destaca os desafios existentes, mas também delineia um caminho promissor para aprimorar a eficiência de proteção por meio de impermeabilizantes com cera, proporcionando uma contribuição significativa para o avanço contínuo na engenharia de materiais e construção.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A impermeabilização protege as estruturas contra a ação da água e da umidade. No Brasil, conforme o artigo da Revista THEMA volume 17 nº1 “Panorama histórico do combate à umidade na Construção Civil” de Yuri Mariano Carvalho, Vivian Geminiano Pinto (2020), esse tipo de combate começou com a chegada dos portugueses no século XVI e com as primeiras construções, em que eram utilizados argamassas de cal e areia e até mesmo barro eram utilizados como elementos ligantes e de reboco para os elementos estruturais dessas obras (COLIN, 2010). Com o crescimento das construções civis e a necessidade de proteger as edificações das chuvas e das infiltrações, naquele período era utilizado óleo de baleia para argamassas a fim de melhorar a vedação.

Um dos marcos da impermeabilização no Brasil foi a criação do IBI (Instituto Brasileiro de Impermeabilização), fundado em abril de 1975 que tem por finalidade o estudo, a pesquisa, o desenvolvimento de produtos e serviços do mercado de produtos químicos voltados à construção civil.

Ao longo do tempo, o tema sustentabilidade vem ganhando força principalmente nos mercados de construções civis, onde a impermeabilização tem um papel significativo pois contribui para a durabilidade das estruturas, gerando aumento na vida útil, reduzindo a necessidade de manutenção, além de proteger a proliferação de microrganismos nocivos para a saúde.

Com isso diferentes opções e tipos de impermeabilizantes começaram a surgir, com pesquisas e dados importantes os produtos passaram a se tornar cada vez mais eficazes e seus usos passaram a áreas mais vastas, a iniciação de uso para infiltrações causadas pela chuva passou a abrir um leque de utilidades, assim novos produtos para novos fins surgiram com foco em outras áreas que poderiam ser afetadas pela umidade ou água, como por exemplo madeira usada em móveis, sofás de tecidos, colchões e em muitas outras necessidades.

Esse constante crescimento de criação e consumo fez também com que a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) determinasse normas voltadas para o procedimento de impermeabilização.

As principais normas técnicas referentes à impermeabilização são: (SCHEIDEGGER, 2019):

- ABNT 9574/2008: Execução de impermeabilização Procedimento.
- ABNT 9575/2010: Impermeabilização – Seleção e Projeto.
- ABNT 9686/2006: Solução asfáltica empregada como material de imprimação na impermeabilização.
- ABNT 9952/2014: Manta asfáltica com armadura para impermeabilização – Requisitos e Métodos de Ensaio.
- ABNT 11905/2015: Sistema de impermeabilização composto por cimento impermeabilizante e polímeros.
- ABNT 13321/2008: Membrana acrílica com armadura para impermeabilização – Especificação.
- ABNT 13532/1995: Elaboração de projetos de edificações – Arquitetura.
- ABNT 13724/2008: Membrana asfáltica para impermeabilização com estruturante, aplicada à quente (SCHEIDEGGER, 2019).
- NBR 7190: Projetos de estruturas de madeiras.

Referente as normas, foram classificados alguns tipos e categorias de impermeabilizantes:

Conforme o pesquisador do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, Rubens Vieira, as superfícies rígidas são compatíveis para áreas que não sofrem movimentações, devido a variações de temperatura ou acomodação das estruturas, como piscinas enterradas. As impermeabilizações rígidas, como concreto e argamassa, se tornam impermeáveis com a utilização de um aditivo (SCHEIDEGGER, 2019).

Já os flexíveis, por possuírem em sua composição asfalto e polímeros, suportam melhor a contração e dilatação do substrato. Lajes, fundação tipo radier e pisos de terrenos instáveis, são alguns dos exemplos de sua utilidade. Existem ainda duas subdivisões: as mantas, produtos industrializados, e as membranas, moldadas na construção. Há ainda, mesmo que não oficialmente, os semiflexíveis, onde se enquadra a argamassa polimérica, que pertence na verdade, de fato, ao grupo dos rígidos (SCHEIDEGGER, 2019).

O desempenho de materiais flexíveis ao suportar a contração e dilatação do substrato é consideravelmente melhor devido o asfalto e polímeros em sua composição. São úteis em lajes, pisos e fundações do tipo radier. São subdivididos em mantas, em que são produtos industrializados e membranas, moldados para construções. Não só isso, possuem os semiflexíveis, como argamassa polimérica, apesar de pertencer ao grupo dos materiais rígidos, são conhecidos pela flexibilidade (SCHEIDEGGER, 2019).

Com base nesse conhecimento, um artigo científico da Universidade Federal do Vale do São Francisco conduziu um estudo utilizando a cera de carnaúba como impermeabilizante para gesso, um material sensível à umidade que absorve água facilmente. Apesar da cera já ser comercialmente utilizada para esse fim, o foco do estudo foi direcionado para suas propriedades e eficiência, explorando o potencial desse material como uma possível solução para as limitações de desempenho do gesso.

Esse estudo gerou interesse sobre as capacidades impermeáveis de diferentes tipos de cera, levantando dúvidas sobre como outras ceras podem se comportar em diferentes superfícies. É intrigante considerar que a dúvida pode impulsionar ações para novas descobertas. Testar diferentes ceras em diferentes superfícies, como a madeira, que está constantemente em contato com a umidade e a água. Através desse estudo, toda e qualquer nova informação, seja positiva ou negativa, é válida e de grande importância, pois é fundamental explorar adequadamente o desempenho de diferentes tipos de ceras e suas aplicações em diferentes contextos.

Investigando de forma mais abrangente o tema das ceras, com o objetivo de identificar informações relevantes, é possível orientar pesquisas futuras, visando garantir uma abordagem precisa nos testes de laboratório.

A cera é um material hidrofóbico constituído por hidrocarbonetos, ácidos gordos de cadeia longa, álcoois de cadeia longa ou éster de cera - éster de um álcool de cadeia longa e de um ácido gordo (FIRESTONE, 2014).

As ceras são lipídios simples que não necessitam de altas temperaturas para amolecer, além de serem maleáveis e possuírem total insolubilidade em água. Há vários tipos de ceras disponíveis no mercado, como exemplo a cera de abelha, carnaúba, sintética e derivadas de petróleo, entre outras (CENTRO DE ESTUDO MULT, 2021).

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

Esse trabalho foi desenvolvido por meio de pesquisas sobre o assunto abordado e por meio de realizações de testes e comparações com outro tipo de ceras impermeabilizantes. Foram utilizados 12 corpos de prova cúbicos ( $3 \times 3 \times 3\text{cm}$ ) de madeira Mogno, no qual será testado 4 tipos de impermeabilizantes a base de cera, conforme o plano de amostragem abaixo:

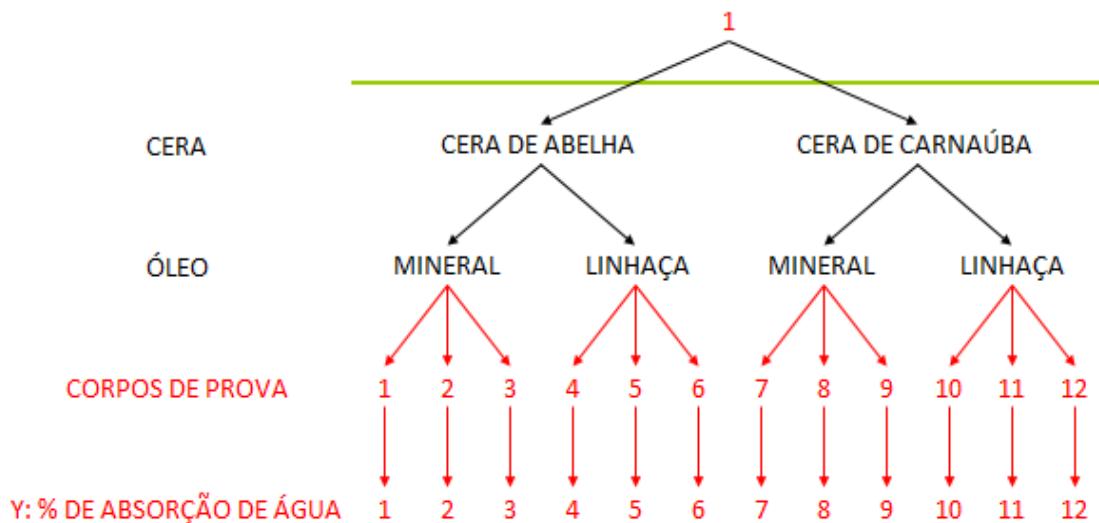


Figura 1: Plano de amostragem usado para análise de impermeabilizantes.

Fonte: Próprios autores.

Ou seja, os corpos de prova de 1 a 3, foram impermeabilizados com uma solução de cera de abelha e óleo mineral, os corpos de prova de 4 a 6 foram impermeabilizados com uma solução de cera de abelha e óleo de linhaça, de 7 a 9 foram impermeabilizados com cera de carnaúba e óleo mineral e por fim, de 10 a 12 foram impermeabilizados com um solução de cera de carnaúba com óleo de linhaça; em que o que está sendo analisado, “Y”, é a porcentagem de absorção de água que a madeira irá absorver ao longo do tempo.

Todos os impermeabilizantes, foram aplicados com um pano nas superfícies dos corpos de prova, após um dia para secagem das amostras, os corpos de prova foram imersos em bêqueres com água.



Figura 2 – Corpos de prova utilizados no teste dos impermeabilizantes.

A análise de absorção foi realizada pelo teor de massa de água absorvida (%) pelos corpos de prova. Os corpos de prova foram pesados, em uma balança de precisão de 0,0001g, antes e depois da aplicação dos impermeabilizantes, foram aplicadas 3 camadas de impermeabilizantes em cada corpo de prova. As pesagens foram feitas após 3 dias, ou seja, 72h.

O teor de massa absorvido foi calculado segundo a equação:

$$TH2O = \frac{(mf - mi)}{mi} \times 100 \quad (I)$$

TH<sub>2</sub>O= Teor de massa absorvido (%);

mi= Massa inicial, considerada a massa do corpo-de-prova, após a aplicação da cera (g);

mf = Massa final do corpo-de-prova no instante analisado (g).

Após a realização desses ensaios, foram feitas análises em comparação com um outro impermeabilizante a base de cera, usando como comparativo o artigo Cerchiari, Gava, & Garcia (2010). Não só isso, novos testes foram realizados com 1, 2 e 3 camadas

do impermeabilizante considerado o melhor resultado em relação à quantidade de água absorvida e comparado novamente com o artigo CERCHIARI; GAVA; GARCIA, 2010.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

A análise dos dados foi realizada com base na metodologia Lean Six Sigma, onde mostrou diferenças entre os tratamentos mostrados no plano de amostragem e a interação entre as ceras e os óleos.

Foi realizado um método de análise chamado DOE, Design of Experiments, é uma ferramenta usada no sistema Lean Six Sigma para otimizar processos e produtos, através da análise de fatores que influenciam o comportamento além de identificar os fatores que mais influenciam.

Para iniciar o método de análise, foi realizado um plano de amostragem, gráfico 1, e a partir desse plano foram feitos os 4 tratamentos, ou seja 4 combinações entre fatores: 1. Cera de abelha com óleo mineral; 2. Cera de abelha com óleo de linhaça; 3. Cera de carnaúba com óleo mineral e 4. Cera de carnaúba e óleo de linhaça, em todos os tratamentos foram passados 3 camadas das ceras nos corpos de prova.

Após a análise inicial, são realizadas as seguintes avaliações: prática, gráfica e quantitativa.

### **4. 1 Análise prática**

Nessa parte, é feito a análise de causas especiais, ou seja, são variações imprevisíveis que causam grandes alterações, não são iguais as causas comuns e podem afetar todos os resultados.

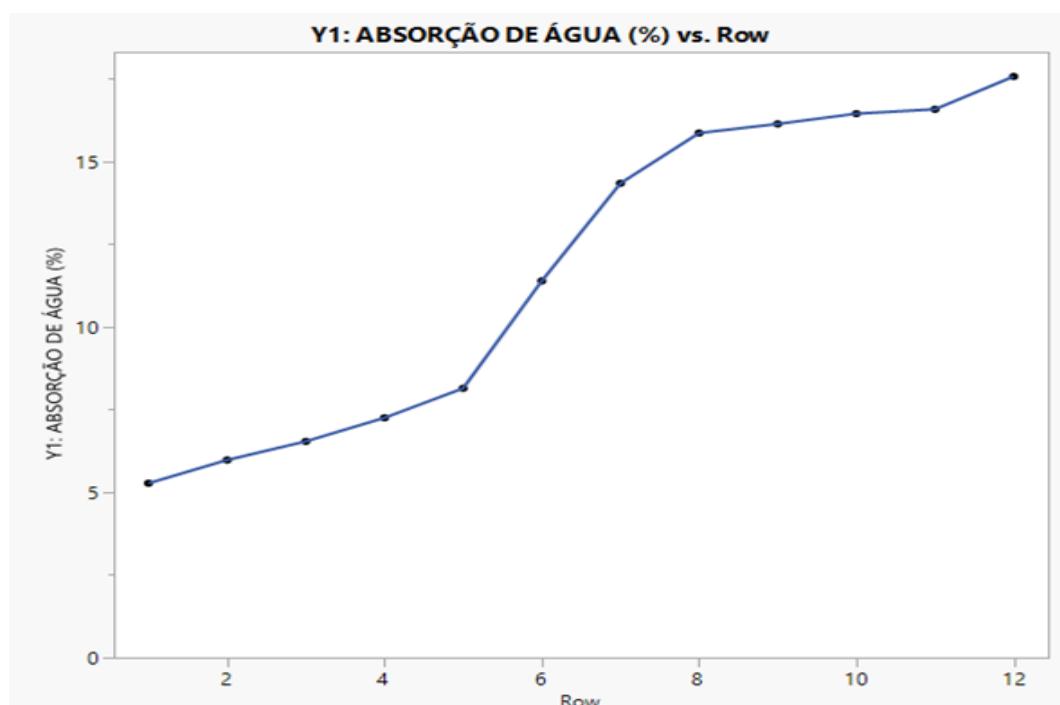


Figura 3 - Análise pratica absorção de água.: (Fonte: Próprios autores - Software JMP).

De acordo com o gráfico 2, não possuem causas especiais, ou seja, pontos/variações imprevisíveis e houve variações tanto entre os tratamentos como nas amostragens.

#### 4.2 Análise gráfica

Mostra qual grau de liberdade, sendo os graus de liberdade: óleo, cera e a interação entre eles, mais afeta os resultados, mostrando através do gráfico de pareto chamado Sorted Parameter Estimates.

Tabela 1- Sorted Parameter Estimates (Análise gráfica). Fonte: Próprios autores - Software JMP.

Sorted Parameter Estimates					
Term	Estimate	Std Error	t Ratio		Prob> t
ÓLEO[ÓLEO LINHAÇA]	4,3636917	0,40326	10,82		<,0001*
ÓLEO[ÓLEO LINHAÇA]*CERA[ABELHA]	0,865725	0,40326	2,15		0,0641
CERA[ABELHA]	-0,633875	0,40326	-1,57		0,1546

Segundo a tabela 1 acima, o grau de liberdade que mais afeta o “Y”, ou seja, a porcentagem de absorção de água, nesse caso é o fator óleo, em específico o óleo de linhaça, devido ao valor de Pvalue ser <0,0001 isso significa que ele é relevante para o processo.

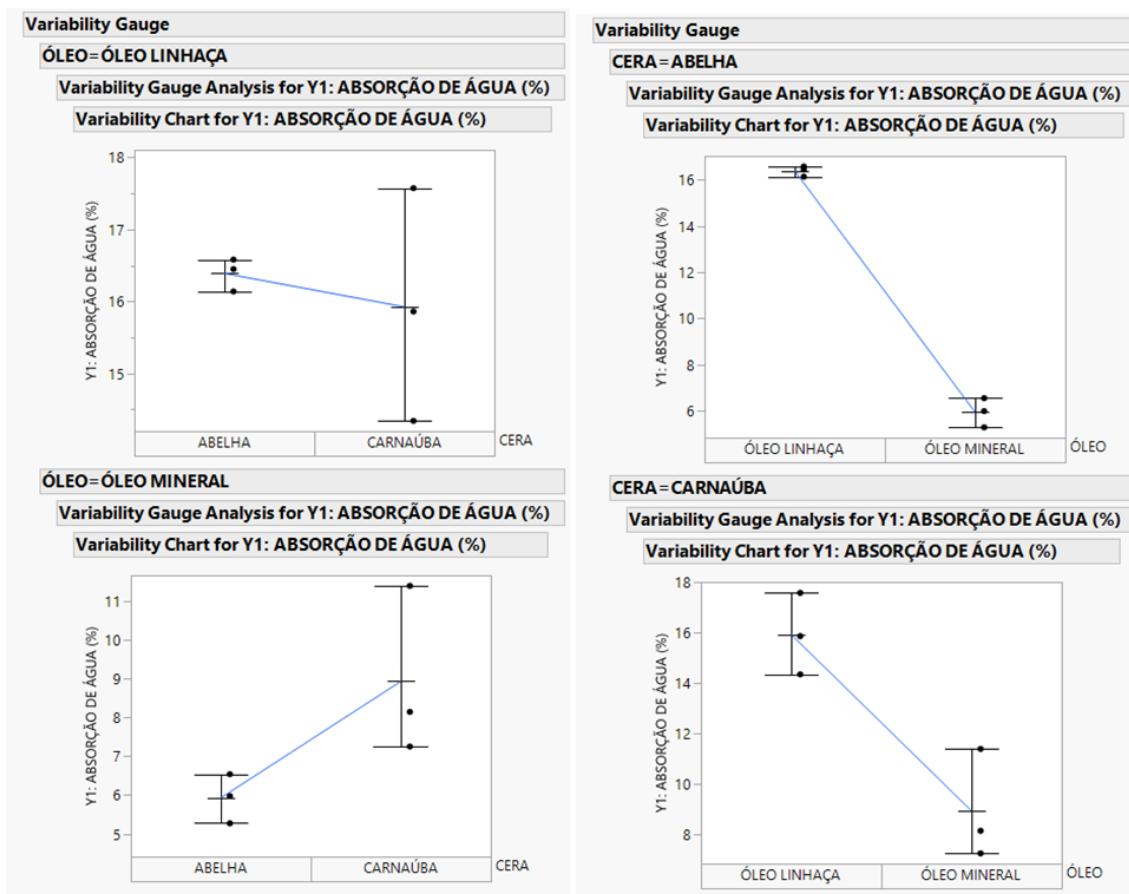


Figura 4 - Variability Gauge. Fonte: Próprios autores - Software JMP.

A análise gráfica mostra a variação existente entre os fatores, através dos gráficos acima, observa-se que a cera de carnaúba tem uma variação maior em relação a ambos os óleos usados, nota-se pelo tamanho da barra, que nos mostra a variação entre os corpos de prova. Já a cera de abelha, tem uma variação menor comparada com a cera de carnaúba.

#### 4.3 Análise quantitativa

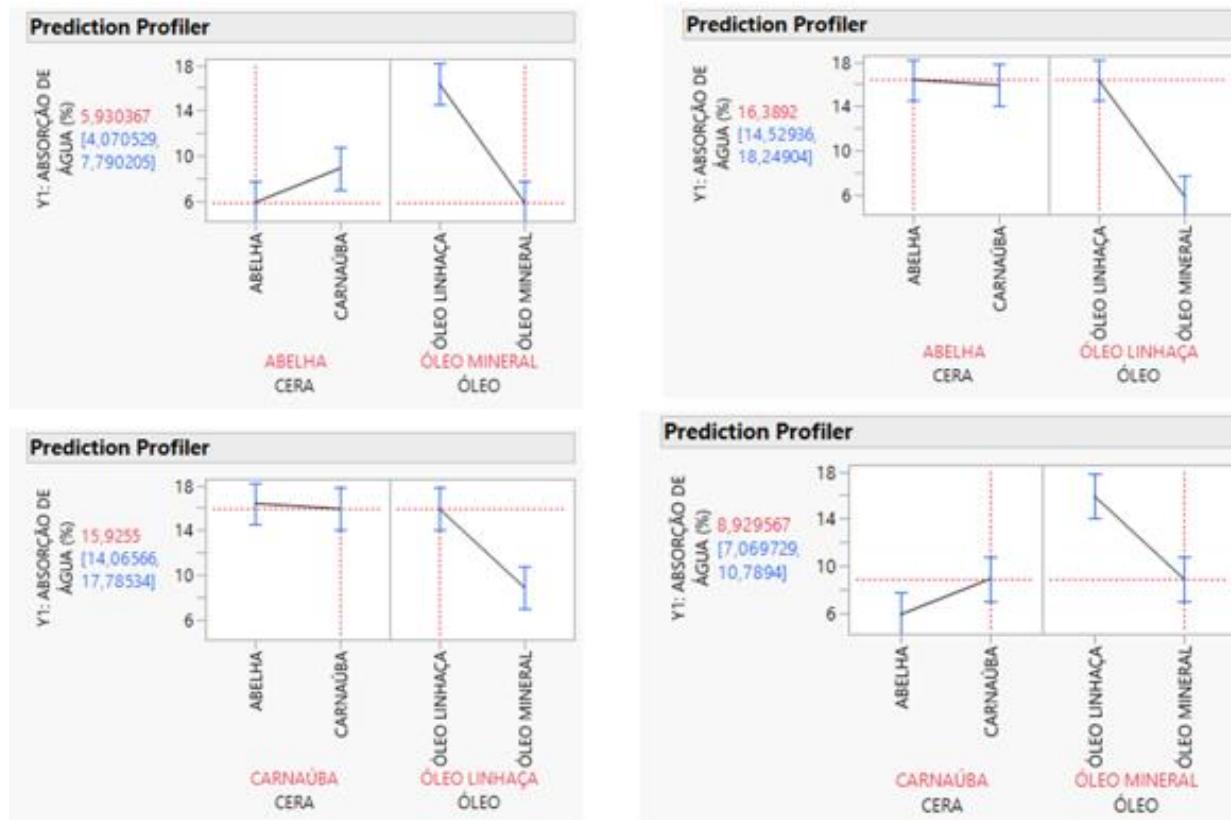
Nessa parte da análise, verifica-se o valor de  $R^2$ , parâmetro usado para verificar a intensidade da relação entre as variáveis e a variação do modelo em relação aos graus de liberdades e os ruídos. Os valores de  $R^2$  variam de 0 até 1, quando maior o valor de  $R^2$  melhor.

Tabela 2 - Análise de variância. Fonte: Próprios autores - Software JMP.

<b>Summary of Fit</b>				
RSquare		0,939474		
RSquare Adj		0,916777		
Root Mean Square Error		1,396933		
Mean of Response		11,79366		
Observations (or Sum Wgts)		12		
<b>Analysis of Variance</b>				
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	3	242,31699	80,7723	41,3915
Error	8	15,61138	1,9514	Prob > F
C. Total	11	257,92837		<.0001*

No modelo, 93,9% da variação total que está sendo explicada pelos graus de liberdade levados ao modelo (cera, óleo e cera\*óleo). Nesse caso, o modelo gerou 41,39 vezes mais variação do que os ruídos.

Uma outra ferramenta, o Prediction Profiler, mostra a melhor situação encontrada em relação a porcentagem de água absorvida:



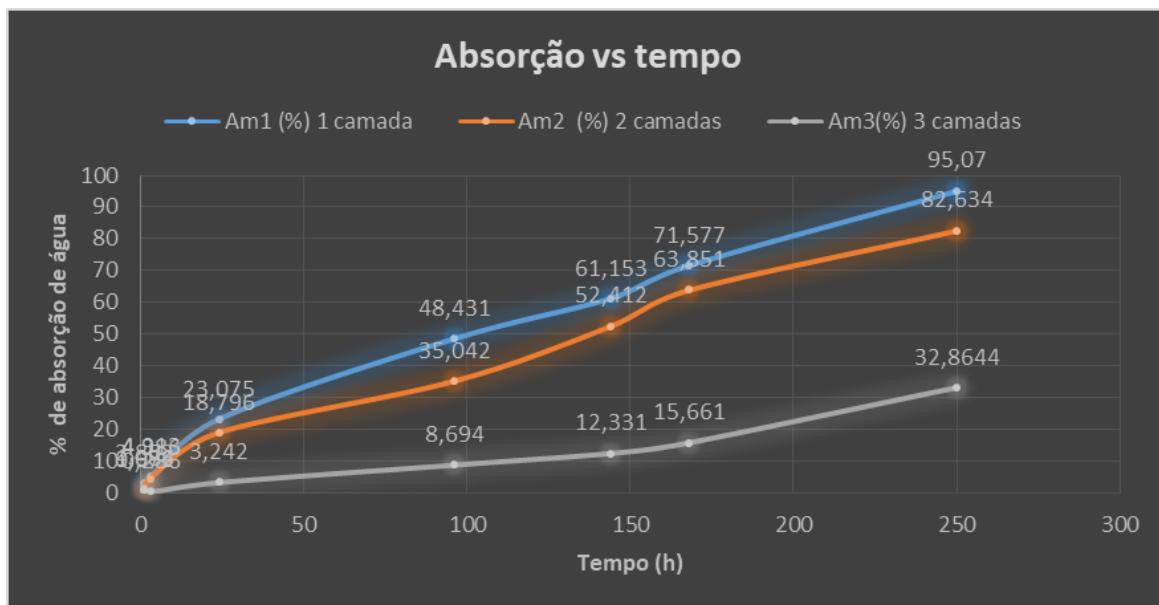


Figura 6 - Análise de absorção por tempo. Fonte: Próprios autores.

A explicação para esses resultados está descrita com base nos seguintes fatores: espessura e coesão da barreira.

Cada camada adicional do impermeabilizante aumenta a espessura e a densidade da barreira protetora contra água, como pode-se observar a Am1, quando aplicada apenas uma camada, essa amostra é mais suscetível apresentar pequenas falhas ou porosidades microscópicas, que permitem que a água se infiltre mais rapidamente, justificando a absorção de 95,07% ao longo de 250 horas

À medida que mais camadas são aplicadas, essas falhas são gradualmente cobertas tornando menor o número de pontos vulneráveis onde a água pode penetrar, como demonstrado na Am3, em que a absorção de água foi de apenas 32,86% ao longo de 250 horas, tornando-se a amostra mais eficaz neste teste.

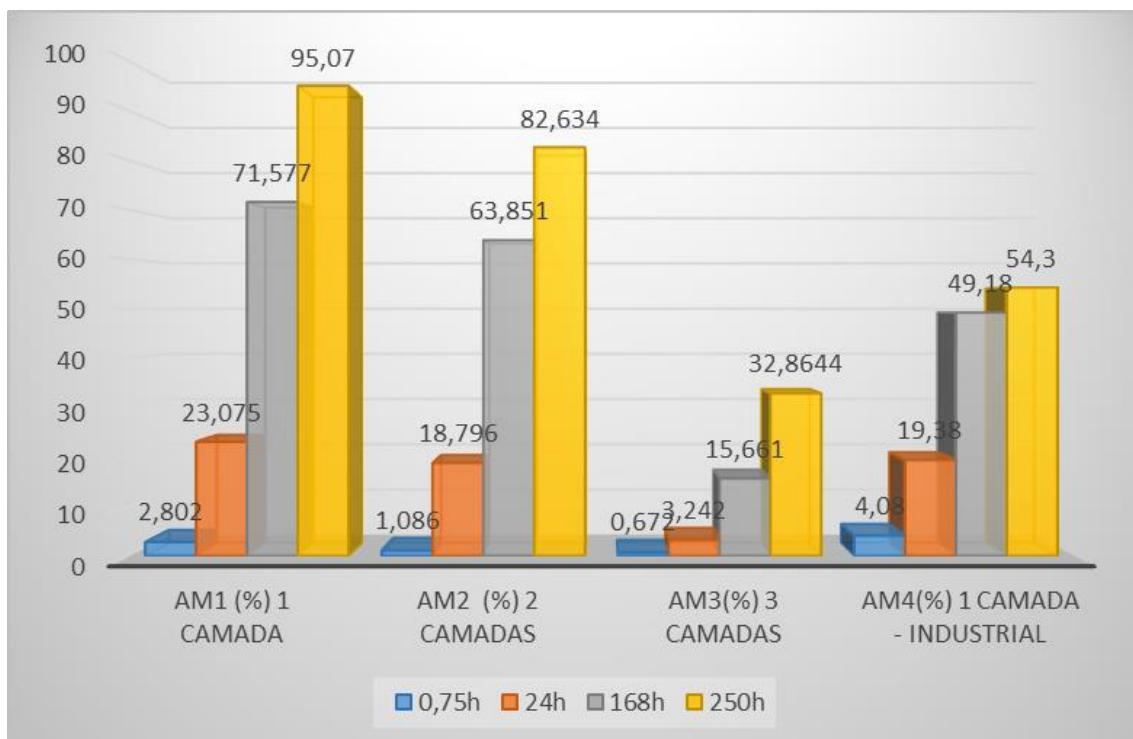


Figura 7 - Análise comparativa referente as camadas aplicadas.

Fonte: Próprios autores e Cerchiari, Gava e Garcia.

O gráfico apresentado acima ilustra a comparação entre diferentes cenários: a cera em estudo, aplicada em múltiplas camadas, e um produto similar disponível no mercado, aplicado em camada única. O objetivo da análise é avaliar a capacidade de absorção de água entre as duas abordagens. O estudo baseia-se nos resultados de CERCHIARI; GAVA; GARCIA, 2010 utilizados como referência para este comparativo.

Observa-se que a absorção da amostra 1, correspondente a uma única camada, não foi satisfatória, aproximando-se do desempenho obtido no teste com a camada industrial. Para alcançar a eficácia do produto industrial, seria necessário incorporar novos aditivos. No entanto, o presente estudo demonstrou que a amostra 3, com múltiplas camadas, apresentou um desempenho superior, reduzindo significativamente as fissuras observadas na aplicação.

Considerando que a cera em estudo foi produzida de forma artesanal, sem o uso de recursos adicionais voltados à produção em larga escala e sem a correção de aditivos, pode-se afirmar que, mesmo com a aplicação de múltiplas camadas, essa cera ainda se apresenta como uma opção economicamente mais acessível e sustentável. Isso se deve ao fato de que a produção industrial de cera pode gerar resíduos e demandar maior mão de obra.

#### 4.5 Identificação e classificação de desafios

Um dos desafios encontrados durante o processo de produção das ceras foi a homogeneização dos componentes, que pode ser atribuído a diversos fatores: a polaridade dos materiais, em que substâncias com polaridades distintas tendem a se separar, gerando uma fase oleosa e outra sólida; a temperatura durante o processo de mistura, caso não seja mantida dentro de um intervalo adequado, alguns componentes podem não sofrer o processo de derretimento não se misturando adequadamente; a incompatibilidade química, de alguns aditivos, óleos ou resinas, podem ser quimicamente incompatíveis com a cera, resultando em uma separação de fases ou a formação de grumos; e pôr fim a viscosidade final da mistura, ceras e óleos possuem viscosidades diferentes, e quando misturados, componentes de viscosidade muito elevada podem se aglomerar, enquanto materiais menos viscosos tendem a se separar, formando fases diferentes na mistura.

Como mostra as figuras 2, 3 e 4



Figura 8 - Falha na homogeneização, polaridade: separação de fases (Cera de abelha com thinner).

Fonte: Próprios autores



Figura 9 - Resultado após o excesso de temperatura no processo (Cera de carnaúba com óleo de linhaça).

Fonte: Próprios autores.



Figura 10 - Incompatibilidade química, formação de grumos (Cera de carnaúba com óleo mineral).

Fonte: Próprios autores.

Diante das dificuldades observadas na durabilidade e resistência dos impermeabilizantes à base de cera, estudos foram conduzidos para identificar soluções que aprimorem o desempenho desses materiais. As principais abordagens levantadas para tornar esses produtos mais eficazes incluem:

Incorporação de Polímeros Sintéticos e Nanotecnologia: A adição de polímeros, considerados ecologicamente corretos, oferece uma alternativa menos prejudicial ao meio

ambiente em comparação com produtos à base de solventes. Além disso, os sistemas de impermeabilização que utilizam esses polímeros são mais rápidos e eficientes, reduzindo tanto o tempo de aplicação quanto os custos operacionais. Um exemplo é o poliuretano, que forma uma camada protetora capaz de resistir à umidade. Também, o uso de nano partículas pode melhorar a flexibilidade, a resistência à abrasão e a durabilidade dessa camada de proteção.

**Modificação de Ceras Naturais e Sintéticas:** A combinação de ceras, como a cera de carnaúba com polietileno, proporciona maior resistência térmica e química. Ceras modificadas com grupos funcionais, por sua vez, melhoram a aderência e a estabilidade do produto. De acordo com informações do site da Lubrizol (2022), as propriedades das ceras naturais diferem significativamente das sintéticas, devido às variações nas suas composições químicas e nas proporções utilizadas, o que afeta suas características de desempenho.

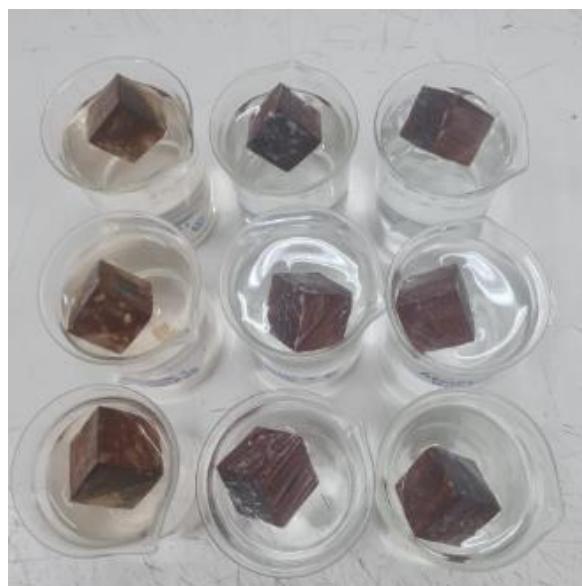


Figura 11 - Teste de absorção dos 4 tratamentos (Madeira tipo mogno 3x3x3cm).

Fonte: Próprios autores.

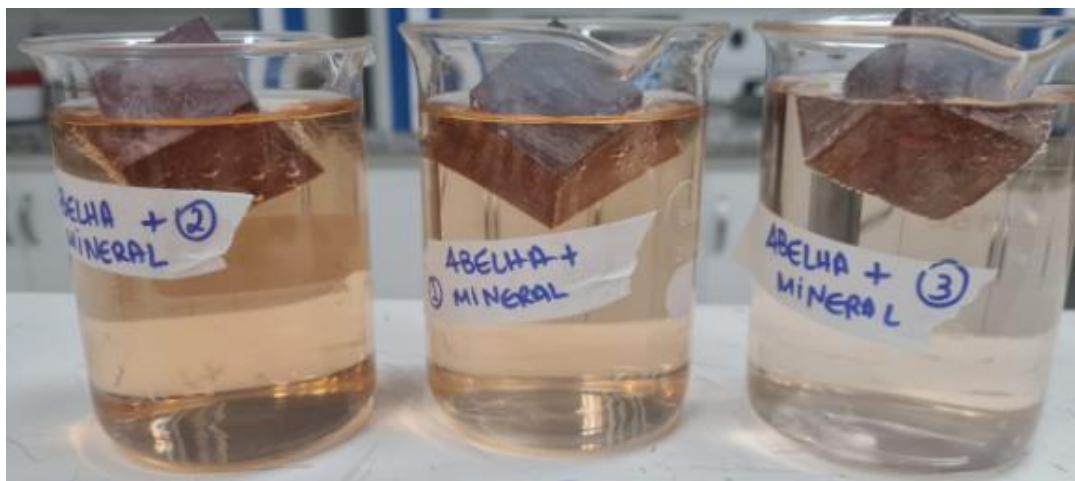


Figura 12 - Tratamento de cera de abelha com óleo mineral.

Fonte: Próprios autores.



Figura 13 - Tratamento de cera de carnaúba com óleo de linhaça.

Fonte: Próprios autores.

## 5. CONCLUSÃO

O texto aborda uma gama de aspectos cruciais relacionados aos desafios e oportunidades na Melhoria da Qualidade de Impermeabilizantes, enfatizando principalmente o objetivo do estudo, que é explorar as características mais importantes de um impermeabilizante à base de cera. Entre essas características, destacam-se suas capacidades hidrofóbicas e protetoras. No entanto, foi observado que a mistura, por si só, não pode ser considerada uma solução completa.

Diversos desafios foram identificados ao longo do estudo, com destaque para a durabilidade e resistência dos impermeabilizantes à base de cera em condições adversas. Compreendendo as limitações encontradas, o foco foi direcionado para a otimização desses pontos de falha, visando proporcionar uma proteção mais eficaz para os ambientes, sem comprometer o objetivo de sustentabilidade do produto.

Um ponto crucial nesta pesquisa é a observação do comportamento da cera com diferentes componentes, o que contribui significativamente para as decisões sobre as abordagens a serem seguidas. O desenvolvimento e uso desses impermeabilizantes trazem, em sua trajetória histórica, as expectativas de desempenho desses produtos. A utilização focada no combate às infiltrações causadas pela chuva revelou uma variedade de utilidades, permitindo o surgimento de novos produtos com diferentes finalidades e focados em outras áreas também afetadas pela umidade ou água.

A crescente escala de utilização, produção e venda desses produtos tornou necessária uma maior atenção à área, possibilitando o surgimento de normas específicas para os procedimentos de impermeabilização, criadas pela “Associação Brasileira de Normas Técnicas” (ABNT). Com isso, surgiram diversas categorias de impermeabilizantes, como os rígidos, ou flexíveis (que se subdividem em mantas e membranas) e, de forma não oficial, os semiflexíveis.

Para o prosseguimento do estudo, é essencial explorar de maneira mais técnica a cera, definindo com maior clareza suas características. A cera é um material hidrofóbico composto por hidrocarbonetos, ácidos graxos de cadeia longa ou ésteres de cera, sendo um lipídio simples que não necessita de altas temperaturas para atenuar sua consistência. Além disso, é altamente maleável e totalmente insolúvel em água.

De forma resumida, a investigação sobre a melhoria da qualidade dos impermeabilizantes à base de cera revela um campo vasto e promissor. Apesar das

limitações encontradas, especialmente no que tange à durabilidade e resistência, a pesquisa aponta para a necessidade de um desenvolvimento e análise detalhada, das características da cera e sua interação com outros componentes. A diversidade de aplicações e o surgimento de novas categorias de impermeabilizantes demonstram o potencial de inovação nesse setor, particularmente em um contexto de crescente demanda por soluções sustentáveis e eficazes. Ao aprofundar o conhecimento técnico sobre a cera e suas propriedades, é possível direcionar esforços para criar produtos que não apenas atendam aos padrões normativos, mas que também proporcionem uma proteção superior em diversas condições. A continuidade deste estudo não só ampliará as fronteiras do conhecimento, mas também poderá contribuir significativamente para a melhoria da eficiência e eficácia dos impermeabilizantes, impactando positivamente a indústria e o meio ambiente.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CENTRO DE ESTUDO MULT. (15 de Julho de 2021). **ConsultoriaMult/Conheca-diferentes-tipos-de-ceras-e-aplicacoes.** Obtido de Consultoria Mult: <https://consultoriامت.com.br/blog/conheca-diferentes-tipos-de-ceras-e-aplicacoes/#:~:text=H%C3%A1%20v%C3%A1rios%20tipos%20de%20ceras%20dispon%C3%ADveis%20no%20mercado%2C,de%20sab%C3%B5es%2C%20de%20cosm%C3%A9ticos%2C%20de%20medicamentos%20e%20outros.>

COLIN, S. (06 de Setembro de 2010). **Coisas da arquitetura.** Obtido de Coisas da arquitetur/tecnicas-construtivas-do-periodo-colonial-i: <https://coisasdaarquitetura.wordpress.com/2010/09/06/tecnicas-construtivas-do-periodo-colonial-i/>

EQUIPE DE REVESTIMENTOS DE ALTO DESEMPENHO. (12 de Abril de 2022). Lubrizol. Fonte: pt.lubrizol.com: <https://pt.lubrizol.com/Coatings/Blog/2022/04/An-Introduction-to-Natural-Waxes>

FARIA CERCHIARI, A. M., GAVA, M., & GARCIA, J. N. (2 de Novembro de 2015). CERNE. Fonte: cerne.ufla: <https://cerne.ufla.br/site/index.php/CERNE/article/view/683>

FIRESTONE, D. (2013). **Edisciplinas.usp./pluginfile.php/course/section//Firesto.** Obtido de Edisciplinas.usp.br: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5516437/course/section/6014434/Firestone%20David\\_Physical%20and%20Chemical%20Characteristics%20of%20Oils%2C%20Fats%2C%20and%20Waxes%20%283rd%20Edition%29-AOCS%20Press%20%282013%29.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5516437/course/section/6014434/Firestone%20David_Physical%20and%20Chemical%20Characteristics%20of%20Oils%2C%20Fats%2C%20and%20Waxes%20%283rd%20Edition%29-AOCS%20Press%20%282013%29.pdf)

SCHEIDEGGER, G. M. (15 de Março de 2019). **Nucleo do conhecimento/Engenharia-Civil/Impermeabilizacao-de-edificações.** Obtido de Núcleo do conhecimento: [https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/impermeabilizacao-de-edificacoes#:~:text=As%20principais%20normas%20t%C3%A9cnicas%20referentes%20%C3%A0%20impermeabiliza%C3%A7%C3%A3o%20s%C3%A3o%3A,%E2%80%93%20Requisitos%20e%20M%C3%A9odos%20de%20E](https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/impermeabilizacao-de-edificacoes#:~:text=As%20principais%20normas%20t%C3%A9cnicas%20referentes%20%C3%A0%20impermeabiliza%C3%A7%C3%A3o%20s%C3%A3o%3A,%E2%80%93%20Requisitos%20e%20M%C3%A9todos%20de%20E)