

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DE MINAS GERAIS – *CAMPUS BAMBUÍ*
BACHARELADO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS

Ana Luíza Epifânio Carola

**ELABORAÇÃO DE BISCOITO GLÚTEN “FREE ”DE POLVILHO E TAPIOCA:
avaliação de parâmetros físico-químicos e microbiológicos, avaliação de vida útil do
produto**

ANA LUIZA EPIFÂNIO CAROLA

**ELABORAÇÃO DE BISCOITO GLÚTEN “FREE ”DE POLVILHO E TAPIOCA:
avaliação de parâmetros físicos-químicos e microbiológicos, avaliação de vida útil do
produto**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Curso Bacharelado em Engenharia de
Alimentos do Instituto Federal de Minas
Gerais - *Campus* Bambuí para obtenção do
grau de bacharel em Engenharia de Alimentos.

Orientador: Prof. Ms. Jonas Guimarães e Silva

Bambuí

2025

Catálogo na Fonte Biblioteca IFMG - *Campus Bambuí*

C292e Carola, Ana Luiza Epifânio.

Elaboração de biscoito glúten “free” de polvilho e tapioca: elaboração de parâmetros físico-químicos e microbiológicos, avaliação de vida útil do produto [manuscrito] / Ana Luiza Epifânio Carola – 2025.

52 f. : il. ; color.

Orientador: Jonas Guimarães e Silva.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Alimentos) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais. *Campus Bambuí*, 2025.

1. Biscoito. 2. Polvilho. 3. Tapioca. 4. Glúten. 5. Soro de leite. I. Silva, Jonas Guimarães. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – *Campus Bambuí*. III. Título.

CDD 664.07

Catálogo: João Batista Rodrigues - CRB-6/2022



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS
Campus Bambuí
Diretoria de Ensino

Departamento de Ciências Agrárias
Faz. Varginha - Rodovia Bambuí/Medeiros - Km 05 - Caixa Postal 05 - CEP 38900-000 - Bambuí - MG
37 3431 4900 - www.ifmg.edu.br

Ana Luíza Epifânio Carola

**ELABORAÇÃO DE BISCOITO GLÚTEN "FREE" DE POLVILHO E TAPIOCA:
AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICOS,
AVALIAÇÃO DE VIDA ÚTIL DO PRODUTO.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Bacharelado em Engenharia de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - *Campus* Bambuí para obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Alimentos.

Aprovado em 29/07/2025 pela banca examinadora:

Bambuí, 06 de agosto de 2025.



Documento assinado eletronicamente por **Jonas Guimaraes E Silva, Professor**, em 06/08/2025, às 21:37, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Lairy Silva Coutinho, Professora EBTT**, em 06/08/2025, às 22:24, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Rogério Amaro Gonçalves, Professor**, em 10/08/2025, às 18:16, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.ifmg.edu.br/consultadocs> informando o código verificador **2409278** e o código CRC **BBE1724A**.

Dedico este TCC aos meus pais, Gleice e Luiz,
por todo apoio e carinho, pela extensão de serem pais
presentes ao longo desse caminho e serem
pais da minha filha Helena em minha ausência,
a vocês o meu eterno agradecimento,
sem vocês nada disto teria sido possível.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter sido meu refúgio, fortaleza e alívio em meus obstáculos vividos durante este curso.

Este presente trabalho de conclusão de curso não se tornaria possível sem o apoio, incentivo, palavras de forças e encorajamento da minha família Epifânio, minhas 7 tias queridas, que torceram e me incentivaram. Aos meus primos e primas queridos, em especial, Alicia, irmã do coração, por sempre acreditar no meu potencial. Aos meus irmãos, Isadora e João Pedro, por todo apoio e serem tios presentes em minha ausência. Aos meus queridos avós maternos e paternos, em especial, dona Raimunda, por sempre interceder por mim lá de cima.

Agradeço ao meu orientador, Professor Jonas Guimarães e Silva, pela paciência e sua valiosa orientação. Aos professores que contribuíram para este presente TCC, Sonia Duque Paciulli, Lairy Silva Coutinho e Rogério Amaro Gonçalves, muito obrigada pela ajuda. Aos colegas e amigos que fiz no *campus* Bambuí e fora dele, gratidão. Ao meu namorado, Paulo Victor, por todo apoio e incentivo e por acreditar em mim e no meu potencial, em meio às dificuldades vividas ao longo do curso.

À minha filha amada, Helena, por ser meu maior incentivo, dedico esta minha maior inspiração, este presente trabalho foi feito e pensado em você.

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo desenvolver um biscoito sem glúten, utilizando polvilho e tapioca, para atender consumidores celíacos ou aqueles que buscam uma alimentação mais saudável. O produto foi submetido a análises físico-químicas, microbiológicas, de textura e cor, além da avaliação de sua vida útil em diferentes tipos de embalagem (seladora a vácuo). Os resultados mostraram que o biscoito desenvolvido apresentou bons parâmetros de estabilidade, com baixos níveis de atividade de água e umidade, bem como ausência de microrganismos patogênicos, dentro dos padrões legais. Em termos de textura, destacou-se pela maior consistência estrutural em comparação a um produto comercial (Doritos). A pesquisa evidencia a viabilidade tecnológica e nutricional do uso de polvilho e tapioca, como alternativas ao trigo, em formulações isentas de glúten.

Palavras-chave: Biscoito, Polvilho, Tapioca, Glúten, Soro do leite.

ABSTRACT

This study aimed to develop a gluten-free cookie using cassava starch (polvilho) and tapioca, targeting consumers with celiac disease or seeking healthier food options. The product underwent physicochemical, microbiological, texture, and color analyses, as well as shelf-life evaluation under different packaging conditions (sealed and vacuum-packed). Results showed that the developed cookie presented good stability, with low water activity and moisture content, and absence of pathogenic microorganisms, within legal limits. Regarding texture, the product demonstrated higher structural consistency compared to a commercial snack (Doritos). The study supports the technological and nutritional feasibility of using polvilho and tapioca as alternatives to wheat in gluten-free formulations.

Keywords: Cookie. Cassava starch. Tapioca. Gluten-free. Whey.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Massa no tabuleiro.	22
Figura 2: Etapas do Desenvolvimento dos biscoitos de polvilho e tapioca.	23
Figura 3: imagem das embalagens após submissão aos tratamentos, a esquerdo vácuo e direita seladora.	24
Figura 4: Apresenta a relação de tempo de armazenamneto e os valores de atividade de água.	28
Figura 5: Resultados de umidade referindo ao comportamento do biscoito em relação aos tratamentos e tempos(dias).	29
Figura 6: Representação de um sólido de cor no espaço $L^* a^* b^*$	31
Figura 7: Resultados referentes ao comportamento da fraturabilidade dos biscoitos em resposta à força aplicada, evidenciando as médias dos parâmetros avaliados.	34
Figura 8: Valores e medidas associadas à força, à área e ao número de picos obtidos nas análises dos biscoitos.	35
Figura 9: Resultados referentes aos números de picos que mostra o comportamento dos produtos no parâmetro textura.	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Ingredientes e respectivas quantidades da receita	21
Tabela 2: Formulações com diferentes proporções de tapioca e polvilho.....	22
Tabela 3: Valores médios de atividade de água (%), diferença mínima significativa (DMS) e coeficiente de variação (CV) de biscoitos fabricados com polvilho e tapioca, embalados em diferentes tratamentos, avaliados em 5 períodos.....	27
Tabela 4: Parâmetros de umidade	29
Tabela 5: Valores médios de pH, DC (%), acidez (%) e cinzas (%) de biscoitos fabricados com polvilho e tapioca, embalados em diferentes tratamentos.....	30
Tabela 6: Valores médios de acidez (%) e cinzas de biscoitos produzidos com polvilho e tapioca, embalados em diferentes tratamentos, avaliados em 5 períodos.....	32
Tabela 7: Avaliação de força, um dos parâmetros de textura, com os valores de média, desvio padrão (SD) e coeficiente de variação (%).	33
Tabela 8: A Tabela 8 apresenta os valores e as medidas associadas à força, à área e ao número de picos obtidos nas análises dos biscoitos.....	35

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	OBJETIVO	12
2.1	Objetivo Geral	12
2.2	Objetivos Específicos	13
3	REFERENCIAL TEÓRICO	13
3.1	Alimentação Saudável	13
3.2	Alimentação ideal para as crianças	13
3.3	Consequências de uma alimentação não saudável	14
3.4	Produtos processados	14
3.5	Ultraprocessados	15
3.6	Decorrências dos produtos industrializados	16
3.7	Obesidade	16
3.8	Alimentos ricos em sódio	17
3.9	Bem-estar alimentar	17
3.10	Soro do leite e suas propriedades	19
4	METODOLOGIA	20
4.1	Produção dos biscoitos	20
4.2	Análises físico-químicas dos biscoitos	24
4.3	Análise estatística	25
4.4	Análises microbiológicas	25
4.5	Análise de cor	26
4.6	Fraturabilidade e Crocância	26
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
5.1	Parâmetros Atividade de água	26
5.2	Parâmetros de umidade	28
5.3	Parâmetros de cor e pH	30
5.4	Parametros de acidez e cinzas	32
5.5	Parâmetros de fraturabilidade	33
5.6	Interpretação dos Dados	36
6	ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS	37
7	PROTEÍNAS	37
8	CONCLUSÃO	38
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39
	ANEXOS DE ATIVIDADE E ÁGUA E UMIDADE	42

1 INTRODUÇÃO

A busca por uma alimentação saudável vem aumentando nas últimas décadas, impulsionada por uma crescente conscientização sobre os impactos de uma boa alimentação, na saúde e bem-estar. Este movimento tem levado a uma reavaliação dos hábitos alimentares, com ênfase na redução do consumo de produtos muito processados e na valorização de alimentos naturais e funcionais.

A busca por uma dieta equilibrada e nutritiva tem levado à valorização de alimentos naturais e funcionais, em detrimento dos produtos ultraprocessados, frequentemente associados a problemas de saúde, especialmente entre crianças (MONTEIRO *et al.*, 2019).

Durante os problemas de saúde, associados à alimentação, notamos que há um aumento na demanda por pessoas intolerantes à lactose, alergia à proteína do leite, presença de glúten, além de alimentos com elevados teores de sódio, açúcares, gorduras e carboidratos. (SILVA *et al.*, 2020).

O glúten é uma proteína presente em cereais como trigo, centeio e cevada, tem sido associado a diversas condições de saúde, incluindo a doença celíaca e a sensibilidade ao glúten não celíaca. (RODRIGUES *et al.*, 2018).

Estudos indicam que o mercado de produtos sem glúten tem crescido consideravelmente, refletindo uma tendência global de busca por alternativas alimentares mais saudáveis (APAS, 2024). No Brasil, essa tendência é evidenciada pelo aumento de empreendimentos voltados à produção de alimentos sem glúten, como a fábrica de tapioca de Verônica Oliveira, nos Estados Unidos, que fatura anualmente US\$1,5 milhão (AUGE MAGAZINE, 2022).

A tapioca e o polvilho, derivados da mandioca, têm ganhado destaque como alternativas ao glúten (AUGE MAGAZINE, 2022). A tapioca, por exemplo, é livre de glúten, vegana, sem açúcar, sem conservantes e sem sódio, possui baixo teor de gordura e sódio, é rica em carboidratos de fácil digestão, tornando-se uma opção viável para dietas restritivas e alimentação infantil (OLIVEIRA *et al.*, 2021). O polvilho, por sua vez, apresenta propriedades funcionais, que contribuem para a textura e palatabilidade de diversos produtos alimentícios (SANTOS *et al.*, 2017).

A tendência de consumir alimentos rápidos e saudáveis tem impulsionado o desenvolvimento de produtos que atendam a essas demandas. A Embrapa, por exemplo, tem investido no desenvolvimento de alimentos sem glúten, como produtos sem glúten, combinando nutrientes de cereais, grão-de-bico e feijão, utilizando a extrusão termoplástica

para criar alimentos como biscoitos integrais crocantes e massas alimentícias, que apresentam teores elevados de proteínas, resultando em produtos como *snacks* crocantes e massas alimentícias, sendo que esses alimentos atendem às necessidades nutricionais dos consumidores modernos (EMBRAPA, 2024).

A preferência por produtos crocantes também tem sido destacada como uma tendência emergente. Segundo a revista Forbes, 56% dos consumidores globais passaram a comprar alimentos reconfortantes, regularmente, durante a pandemia, com destaque para produtos crocantes que proporcionam prazer sensorial e conforto emocional (FORBES BRASIL, 2022). Essa tendência tem levado a indústria alimentícia a investir em produtos que combinam textura crocante com benefícios funcionais, atendendo às expectativas dos consumidores por alimentos saudáveis e prazerosos.

A alimentação infantil tem sido impactada pelo aumento do consumo de produtos ultraprocessados, como macarrão instantâneo, salgadinhos e bolachas recheadas. Esses alimentos são caracterizados por baixa qualidade nutricional, alta densidade energética e elevados teores de gordura, açúcar e sódio, contribuindo para o aumento da obesidade e de doenças crônicas em crianças (REVISTA PIAUÍ, 2024).

A busca por praticidade e agilidade na alimentação tem impulsionado o consumo de produtos industrializados, frequentemente em substituição a alternativas mais saudáveis e nutricionalmente equilibradas (SILVA *et al.*, 2020).

Diante desse cenário, este trabalho propõe o desenvolvimento de um biscoito, com polvilho e tapioca, com textura crocante, desejada pelos consumidores. Nesse contexto, atender às necessidades de alimentação saudável, especialmente na alimentação infantil, oferecendo uma alternativa aos produtos ultraprocessados, explorando as propriedades funcionais destes ingredientes, mantendo, porém, as tendências de consumo para uma alimentação infantil saudável.

2 OBJETIVO

2.1 Objetivo Geral

Desenvolver um produto livre de glúten, utilizando como matéria-prima polvilho, tapioca e soro do leite.

2.2 Objetivos Específicos

- Desenvolver um biscoito sem glúten e mais saudável para os consumidores, principalmente para o público infantil;
- Analisar, estatisticamente, os resultados das análises físico-químicas e microbiológicas, em relação ao tempo de armazenamento;
- Avaliar o produto em relação ao tempo de armazenamento e método de embalagem.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Alimentação Saudável

A importância de uma boa qualidade de vida está ligada a uma alimentação adequada, educação de qualidade, prática regular de exercícios físicos, relacionamentos harmoniosos com família e amigos, momentos de lazer, entre outros. Nesse contexto, a alimentação desempenha um papel importante, uma vez que a alimentação de qualidade é essencial para garantir uma boa qualidade de vida.

De acordo com Monteiro e Costa (2004), somos influenciados pelo que comemos e pela forma como nos alimentamos. Hábitos alimentar saudável é um processo que se inicia desde a infância, com as práticas alimentares introduzidas pelos pais, que são os primeiros responsáveis pela formação desses hábitos alimentares (AMARAL, 2008). Uma alimentação saudável é aquela que promove a saúde do organismo, mantendo ossos e dentes fortes, peso e altura adequados ao biótipo do indivíduo, proporcionando energia, resistência a doenças, disposição para o trabalho e para o lazer. Para isso, uma dieta equilibrada, rica em diversos nutrientes, com diferentes funções, é essencial (MONTEIRO *et al.*, 2004).

3.2 Alimentação ideal para as crianças

Importante destacar a adoção de práticas alimentares saudáveis, que envolvem a valorização dos hábitos culinários regionais, o consumo de alimentos naturais, processados, cultivos locais e culturalmente relevantes, em relação aos seus valores nutricionais. Incluindo o consumo regular de verduras, legumes e frutas, desde a infância até a idade adulta e idosa,

levando em consideração a segurança alimentar (VILAR, 2002). Durante a fase escolar, é essencial que a alimentação forneça energia para o crescimento e desenvolvimento da criança, sem excesso de gordura. Os alimentos selecionados para compor o cardápio escolar devem incluir frutas, verduras, legumes, grãos, sucos de frutas naturais, pães e biscoitos integrais.

É importante controlar o consumo de carboidratos simples, como refrigerantes, balas, chicletes, chocolates e doces, além de incentivar a ingestão de fibras, para promover um bom funcionamento do intestino (CUNHA, 2013).

Uma alimentação adequada às crianças demanda atenção especial, pois é crucial oferecer variedades alimentares, para garantir a ingestão de todos os nutrientes essenciais, vitaminas, proteínas, carboidratos, entre outros, promovendo um desenvolvimento saudável até a vida adulta com a máxima qualidade (CUNHA, 2013).

3.3 Consequências de uma alimentação não saudável

A obesidade infantil representa uma grave questão de saúde pública, onde se associa a um crescimento social da sociedade brasileira. Prevenir esse problema significa reduzir, de maneira racional e acessível, a incidência de doenças crônicas, como diabetes e doenças cardiovasculares. A escola surge como um ambiente importante e crucial para ocorrer uma intervenção, que promoverá a educação nutricional em colaboração com a família.

Durante a fase escolar, que abrange crianças dos sete aos dez anos de idade, não se observa um crescimento tão acelerado, como em fases anteriores. No entanto, é um período importantíssimo para a alimentação, uma vez que a criança já possui autonomia para escolher o que comer. Se ela desenvolver hábitos alimentares inadequados, há uma taxa de agravamento dessas inadequações, resultando em problemas como obesidade, hipertensão arterial, anemia, constipação intestinal, entre outros. (HALPERN,2003).

3.4 Produtos processados

Alimentos processados são produtos fabricados, essencialmente, com a adição de sal ou açúcar (ou outra substância de uso culinário como óleo ou vinagre) a um alimento *in natura* ou minimamente processado. As técnicas de processamento desses produtos assemelham-se a técnicas culinárias, podendo incluir cozimento, secagem, fermentação, acondicionamento dos alimentos em latas ou vidros e uso de métodos de preservação, como salga, salmoura, cura e defumação.

Alimentos processados, em geral, são facilmente reconhecidos como versões modificadas do alimento original e incluem alimentos inteiros preservados em salmoura ou em solução de sal e vinagre, frutas inteiras preservadas em açúcar, vários tipos de carne adicionada de sal e peixes conservados em sal ou óleo, queijos feitos de leite, pães feitos de farinha de trigo, água e sal e cultura de leveduras usadas para fermentar a farinha (BRASIL, 2014).

3.5 Ultraprocessados

Os alimentos ultraprocessados são produtos prontos para o consumo, resultantes de várias modificações alimentares, incluindo adição de ingredientes culinários (corantes e aromatizantes) sintetizados nas indústrias para produção de alimentos, como os biscoitos recheados, por exemplo. São produzidos por meio de técnicas de processamento, que proporcionam maior durabilidade do produto. Eles possuem, em sua composição, pouca quantidade de alimentos *in natura* ou minimamente processados (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2014).

Os alimentos ultraprocessados são caracterizados pela sua praticidade, pois podem ser consumidos em ambientes de trabalho, durante viagens ou passeios, entre outros contextos. Geralmente comercializados na forma de lanches, bebidas, refeições prontas ou semiprontas, esses alimentos podem substituir refeições completas, como o almoço, promovendo uma redução no consumo de alimentos mais saudáveis .

No entanto, sua ingestão está associada a um perfil nutricional desfavorável e à diminuição da qualidade nutricional da dieta (MONTEIRO *et al.*, 2015). Alimentos ultraprocessados englobam diversas categorias, como guloseimas, bebidas açucaradas ou adoçadas artificialmente, pós para preparo de refrescos, produtos à base de carne e gordura animal processados, produtos congelados prontos para consumo após aquecimento, produtos desidratados como misturas para bolos, sopas em pó, macarrão instantâneo e temperos prontos, além de uma variedade contínua de novos produtos, lançados anualmente, como salgadinhos embalados, cereais matinais, barras de cereal, bebidas energéticas, entre outros.

Pães e produtos de panificação são classificados como ultraprocessados quando, além dos ingredientes básicos como farinha de trigo, levedura, água e sal, contém substâncias como gordura vegetal hidrogenada, açúcar, amido, soro de leite, emulsificantes e outros aditivos (GUIA ALIMENTAR PARA A POPULAÇÃO BRASILEIRA, 2014).

Os produtos ultraprocessados têm duas finalidades de consumo, sendo aqueles

“prontos ao consumo”, como os refrigerantes e lanches doces, e os “prontos ao calor”, que são geralmente consumidos para substituir pratos e refeições principais (almoço e jantar), como sanduíches, pizzas e algumas massas (MONTEIRO *et al.*, 2010).

3.6 Decorrências dos produtos industrializados

Devido aos ingredientes utilizados, os alimentos ultraprocessados, sendo eles biscoitos recheados, “salgadinhos de pacote”, refrigerantes e “macarrão instantâneo”, são geralmente nutricionalmente desbalanceados. Por conta de sua formulação e apresentação, tendem a ser consumidos em excesso e a substituir alimentos *in natura* ou minimamente processados. Suas formas de produção, distribuição, comercialização e consumo afetam, de modo desfavorável, a cultura, a vida social e o meio ambiente (GUIA ALIMENTAR PARA A POPULAÇÃO BRASILEIRA, 2014).

3.7 Obesidade

Segundo a *Obesity medicine Association*, a obesidade é caracterizada como uma condição crônica e recorrente, de natureza multifatorial e neurocomportamental, que desencadeia disfunções no tecido adiposo, resultando em implicações metabólicas, bioquímicas e psicossociais para a saúde do indivíduo. Além disso, está correlacionada com uma série de outras condições crônicas, como hipertensão, diabetes e doenças cardiovasculares (LASTER; FRAME, 2019). Foi verificado que quanto maior o consumo de alimentos ultraprocessados, maior é o Índice de Massa Corporal (IMC), mais chances de ser obeso.

Há também uma relação desta resposta com um aumento de 10% no consumo de alimentos ultraprocessados, estando associada a um aumento de 18% e 17% na prevalência (PASSOS *et al.*, 2020). Desse modo, a obesidade está diretamente ligada a doenças crônicas, influenciadas pelo estilo de vida e pela alimentação. Para diminuir a mortalidade e desenvolvimento dessas doenças, é necessário evitar ou diminuir o consumo de alimentos processados (LASTER *et al.*, 2019).

Estudos indicam que o consumo de alimentos ultraprocessados está relacionado com o excesso de peso na infância e na adolescência (COSTA *et al.*, 2018). Houve um aumento no consumo de alimentos ultraprocessados pela geração atual de crianças e

adolescentes, por essa razão, um grande alerta para o aumento no número de obesidades infantis, sobretudo no Brasil, nas últimas três décadas (COSTA *et al.*, 2018). As crianças e jovens brasileiros apresentaram prevalência de sobrepeso ou obesidade de 22,1% para meninos e 24,3%, para meninas (LEME *et al.*, 2019).

Alimentos ricos em fibras, como frutas e vegetais, são substituídos por produtos ricos em gorduras e açúcares e com alto nível de processamento, como pizzas congeladas, batata frita e refrigerante e, a partir disso, o consumo de alimentos processados. Esses alimentos são nutricionalmente desequilibrados e tem sido avaliado como um fator de risco para o aumento de obesidade, tanto em crianças como em adultos (COSTA *et al.*, 2018).

3.8 Alimentos ricos em sódio

Atualmente, o consumo excessivo de sódio e o desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis abrange desde hipertensão arterial sistêmica e doenças cardiovasculares até câncer de estômago, doenças renais e osteoporose, entre outras (HE; MACGREGOR, 2009).

A função principal do sódio no organismo é regular o volume do fluido extracelular e do plasma, desempenhando um papel crucial na condução dos impulsos nervosos, na contração muscular, na manutenção da pressão osmótica e/ou coloidosmótica e no equilíbrio ácido base (GUYTON; HALL, 2011); MCARDLE *et al.*, 2011). O sal de cozinha, cloreto de sódio é composto por 40% do mineral (VIEGAS, 2008). Segundo a OMS, recomenda-se a ingestão diária para adultos de, no máximo, 2 g de sódio ou 5 g de sal.

No entanto, para crianças, essa recomendação é reduzida: para crianças de 1 a 3 anos a ingestão fica em torno de 1 a 1,5 g e para crianças de 4 a 8 anos, cerca de 1,2 a 1,9 g de sódio (IOM, 2004), (BRASIL, 2010). A hipótese aponta que o consumo de sal, no Brasil, chega a 12g per capita ao dia (BRASIL, 2010).

Uma análise feita da estratégia global de alimentação saudável, atividade física e saúde mostra que o consumo excessivo, maior que 6 g diárias (2,4 g de sódio) é uma causa importante da hipertensão arterial, que explica 40% das mortes por acidente vascular encefálico – AVE – e 25% daquelas por doença arterial coronariana (BRASIL, 2004).

3.9 Bem-estar alimentar

Embora todos esses problemas associados a uma alimentação não muito saudável,

atualmente houve um aumento significativo na produção de alimentos processados e ultraprocessados (ITAL, 2010).

Comparando com tempos anteriores, havia menos informação nutricional disponível e uma variedade limitada de produtos, era comum o consumo de preparações caseiras. No entanto, o cenário atual é marcado por produtos que oferecem uma variedade maior de nutrientes e opções comerciais, que vão desde produtos pré-prontos até aqueles prontos para consumo imediato (MONTEIRO *et al.*, 2016).

Contudo o consumo de alimentos processados é alto entre os brasileiros, sendo influenciado tanto pela mudança nos hábitos alimentares, devido ao estilo de vida agitado, quanto pela disponibilidade de inúmeras marcas comerciais no mercado e pela praticidade que esses alimentos oferecem (PASSOS *et al.*, 2020; ITAL, 2010).

Outros fatores que colaboram para o alto consumo de alimentos ultraprocessados incluem sabores atrativos e variados, a facilidade de acesso, os marketings dos produtos, os métodos de conservação que prolongam a vida útil dos alimentos e facilitam seu transporte para diversas regiões (MONTEIRO *et al.*, 2019).

Dados nacionais indicam uma tendência que cresce, na redução de compras de frutas e legumes e aumentando na compra de refrigerantes, pizzas, alimentos congelados, doces, salgadinhos industrializados e carnes processadas. É evidente que na população jovem, há uma maior contribuição no consumo de alimentos processados e ultraprocessados, diminuindo o consumo de alimentos in natura ou minimamente processados. Essa tendência se dá pelo maior foco em suas carreiras profissionais, resultando em menor tempo disponível para preparar refeições caseiras e saudáveis, regularmente trazendo alternativas, por exemplo, em refeições rápidas, como alimentos congelados ou *fast food* (BERTI *et al.*, 2019).

Além do ambiente escolar, crianças e adolescentes dedicam grande parte do seu tempo à televisão e às mídias sociais, onde recebem uma quantidade significativa de informações sobre alimentação. Portanto, é crucial que os pais orientem o conteúdo midiático acessado pelas crianças, visando utilizar esses meios como aliados na promoção de uma alimentação menos baseada em produtos industrializados (AUSTIN *et al.*, 2018).

A maioria dos alimentos ultraprocessados é desenvolvida para ser consumida de forma conveniente e portátil, dispensando o uso de pratos, talheres e mesas. É comum o consumo desses alimentos em ambientes domésticos, durante a exibição de programas televisivos, no local de trabalho ou mesmo enquanto se desloca pela rua (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2014). Locais limpos, tranquilos e confortáveis ajudam a concentração no ato de comer e convidam a que se coma devagar. Nessa medida, permitem que os alimentos e as

preparações culinárias sejam apreciados adequadamente e contribuem para que não comamos em excesso. Telefones celulares sobre a mesa e aparelhos de televisão ligados devem ser evitados.

Também é importante evitar comer na mesa de trabalho, comer em pé ou andando ou comer dentro de carros ou de transportes públicos, embora, infelizmente, essas práticas possam ser comuns nos dias de hoje. Os chamados restaurantes *fast-food* (comida rápida) são lugares inapropriados para comer. Além de oferecerem pouca ou nenhuma opção de alimentos *in natura* ou minimamente processados, são em geral muito barulhentos e pouco confortáveis, o que leva a comer muito rapidamente e, comumente, em quantidade excessiva (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2014).

Além disso, esses alimentos ultraprocessados são formulados e embalados para serem consumidos sem necessidade de qualquer preparação, a qualquer hora e em qualquer lugar. O seu uso torna a preparação de alimentos, a mesa de refeições e o compartilhamento da comida totalmente desnecessários. Seu consumo ocorre com frequência sem hora fixa, muitas vezes quando a pessoa assiste televisão ou trabalha no computador, caminha na rua, dirige um veículo ou fala no telefone e em outras ocasiões, pois a maioria dos alimentos ultraprocessados é formulada para ser consumida em qualquer lugar e sem a necessidade de pratos, talheres e mesas.

Essas circunstâncias, frequentemente lembradas na propaganda de alimentos ultraprocessados, também prejudicam a capacidade do organismo “registrar” adequadamente as calorias ingeridas.

Todavia, refeições feitas em horários semelhantes todos os dias, consumidas com atenção e sem pressa, favorecem a digestão dos alimentos e evitam que se coma mais do que o necessário.

O consumo desses alimentos pode gerar maus hábitos, como a prática de comer sem atenção, e pode causar impacto na cultura e vida social das pessoas, já que as pessoas tendem a se alimentar em qualquer ambiente e hora do dia, uma vez que alguns alimentos ultraprocessados proporcionam embalagens práticas para consumo individual, prejudicando o convívio social cotidiano (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2014).

3.10 Soro do leite e suas propriedades

O soro do leite é um subproduto da fabricação do queijo, composto por 5% de lactose, 93% de água, 0,9% de proteínas, 0,5% de vitaminas e minerais e 0,4 % de 8 gorduras

(PESCUMA *et al.*, 2010). Apresenta funções tecnológicas que implementam propriedades ao produto, como a solubilidade, gelatinização, emulsificação, em diversas aplicações na produção alimentícia (JERVIS *et al.*, 2012). Apesar da utilização de produtos alimentares enriquecidos como soro do leite em pó, como WPC, que já é utilizado por muitos países, não existe no mercado brasileiro, fórmulas para crianças que contém soro do leite como fonte proteica exclusiva. O consumo dessas formulações é uma boa opção como alternativa de diminuir o consumo de alimentos ultraprocessados e melhoria nos hábitos alimentares, fazendo parte da introdução alimentar infantil, a fim de mudanças saudáveis na vida das crianças (JERVIS *et al.*, 2012).

4 METODOLOGIA

4.1 Produção dos biscoitos

A produção dos biscoitos foi realizada no Laboratório de Panificação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais (IFMG) – *Campus Bambuí*. Inicialmente, realizou-se um levantamento de formulações de salgadinhos disponíveis no mercado, por meio de pesquisas em plataformas digitais e visitas a redes de supermercados do município de Bambuí (MG). Essa análise, evidenciou que a maioria das formulações comerciais apresentava baixo valor nutricional, caracterizando-se pelo uso predominante de farinhas refinadas, elevados teores de sódio, presença de gordura vegetal hidrogenada, baixa concentração de fibras alimentares e adição excessiva de aditivos químicos. Dessa forma, tais formulações não foram consideradas adequadas como referência para o presente estudo.

Diante desse cenário, foi conduzido um novo levantamento, com base em receitas caseiras disponíveis em trabalhos científicos, priorizando aquelas que apresentassem composição mais equilibrada e nutricionalmente adequada para o desenvolvimento dos biscoitos à base de polvilho e tapioca. A seleção considerou critérios como a presença de ingredientes com maior valor nutricional e o equilíbrio proporcional entre eles. As palavras-chave utilizadas na pesquisa foram: “*glúten*”, “*biscoitos saudáveis*” e “*tapioca ou polvilho*”. As formulações identificadas como mais adequadas foram adaptadas aos objetivos do estudo e submetidas a testes preliminares.

A etapa de cocção dos biscoitos foi realizada em forno de convecção, equipamento caracterizado pela circulação forçada de ar quente em ambiente fechado, sem

saída externa de ar. Essa característica contribui para a uniformidade do assamento e favorece a formação de uma textura crocante no produto, essencial para a aceitabilidade sensorial dele.

A formulação que apresentou melhor desempenho, tanto em termos nutricionais (composição e proporções dos ingredientes) quanto sensoriais (aroma, sabor e textura), foi estabelecida como a receita controle, denominada Formulação 1. Esta foi padronizada com os seguintes ingredientes principais: polvilho, tapioca, soro de leite, queijo, páprica e colorau (Tabela 1).

Tabela 1: Ingredientes e respectivas quantidades da receita

Ingrediente	Quantidade
Tapioca	50 g
Polvilho doce	50 g
Soro do leite	60 mL
Ovo (sem casca)	50 g
Queijo	50 g
Sal	5 g
Páprica doce e defumada	5 g
Colorau	5 g

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Os amidos representam valores nutricionais viáveis para a substituição da farinha de trigo, em formulações de produtos de panificação. Nesse contexto, a formulação controle foi estabelecida, utilizando exclusivamente polvilho e tapioca, servindo como base para comparação com outras receitas tradicionais, à base de trigo ou ingredientes ultraprocessados.

A partir da formulação controle, foram conduzidos testes experimentais, visando avaliar a viabilidade da substituição total da farinha de trigo por polvilho e tapioca, considerando aspectos nutricionais e sensoriais. Dessa forma, foram desenvolvidas três formulações distintas de biscoitos, conforme descrito na Tabela 2.

Tabela 2: Formulações com diferentes proporções de tapioca e polvilho.

Formulação	Ingrediente1 (Tapioca)	Ingrediente2 (Polvilho)	Porcentagem de (Tapioca) %	Porcentagem de (Polvilho)%
N1	Tapioca	–	100%	0%
N2	–	Polvilho	0%	100%
N3	Tapioca	Polvilho	50%	50%

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Para a elaboração dos biscoitos, todos os ingredientes foram inicialmente pesados em balança digital (Even modelo ldc séries level). Em seguida, os ingredientes secos, como polvilho, tapioca, sal, páprica e colorau, foram adicionados a um recipiente adequado. Posteriormente, foram incorporados os ingredientes líquidos e semissólidos: ovo, queijo e soro de leite, aquecido previamente até atingir temperatura morna.

A mistura foi homogeneizada manualmente, com o auxílio de um batedor tipo fuê, por aproximadamente 2 minutos, até a obtenção de uma massa uniforme .

A massa foi então posicionada manualmente sobre tabuleiros, previamente untados com margarina, conforme a Figura 1.

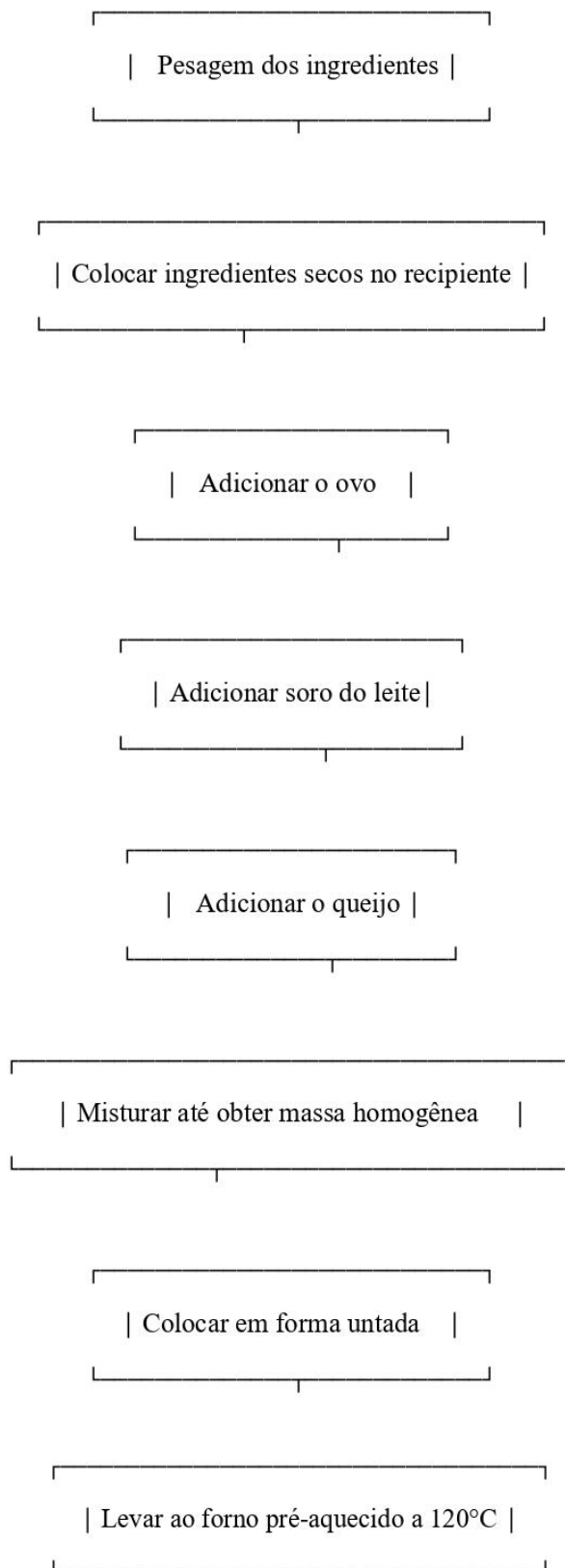
Figura 1: Massa no tabuleiro.



Fonte: elaborada pela autora (2025).

As massas foram assadas em forno de convecção (modelo PRTL/2010, marca Progás), a uma temperatura controlada entre 120°C e 150°C, por um período de 30 minutos, conforme a Figura 2.

Figura 2: Etapas do Desenvolvimento dos biscoitos de polvilho e tapioca.



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Foi estabelecida uma escala temporal para armazenamento dos produtos embalados, visando a realização das análises propostas neste estudo. Após o preparo, os biscoitos foram dispostos sobre uma bancada de aço inoxidável para o resfriamento. Posteriormente, foram processadas em embalagens de 100 g cada.

As amostras foram, então, acondicionadas em embalagens do tipo termoencolhível, submetidas a três diferentes tratamentos de vedação: selagem convencional, vácuo com força 4 e vácuo com força 6. Os valores atribuídos aos tratamentos a vácuo correspondem à intensidade de sucção utilizada durante o processo de empacotamento, sendo esta variável relacionada à eficiência da remoção de ar do interior da embalagem conforme Figura 3.

Figura 3: imagem das embalagens após submissão aos tratamentos, a esquerda vácuo e direita seladora.



Fonte: Elaborada pela autora (2025).

4.2 Análises físico-químicas dos biscoitos

A composição química das formulações dos biscoitos foi determinada através dos seguintes procedimentos: foram realizadas análises de atividade de água, acidez, cinzas, pH e umidade dos biscoitos, conforme metodologia descrita por Adolfo Lutz (2008), no livro Métodos físico-químicos para análise de alimentos – 4^a ed.

- **Umidade:** expressa a quantidade de água contida nos alimentos, sendo determinada pela secagem em estufa a 105 °C, até peso constante. Essa análise permite estimar a

estabilidade e a propensão à deterioração microbiológica e química dos produtos.

- **Atividade de Água (Aa):** Refere-se à fração de água disponível no alimento para reações químicas e crescimento microbiano. Quanto menor a Aa (abaixo de 0,60), maior a estabilidade do produto frente a contaminações. A medição é realizada com higrômetro digital ou equipamento equivalente.
- **pH:** É a medida da acidez ou alcalinidade dos alimentos, sendo obtido por método eletrométrico, com eletrodo de vidro. Esse parâmetro influencia diretamente a estabilidade microbiológica e a velocidade de reações químicas, como escurecimento não enzimático.
- **Acidez titulável:** Obtida por titulação com solução alcalina padronizada. Indica a presença de ácidos orgânicos e a extensão de processos fermentativos ou de degradação. É importante para avaliar a frescura e a aceitabilidade sensorial do produto.

4.3 Análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualidade, sendo as análises realizadas em triplicata e os resultados expressos como média e desvio padrão. Todos os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) de dois fatores e as médias, comparadas entre si a partir do teste de Tukey, a um nível de significância de 5%. A análise estatística dos resultados foi realizada utilizando o SISVAR.

4.4 Análises microbiológicas

As análises microbiológicas realizadas nos biscoitos foram as indicadas por Brasil (2001), para o grupo alimentar: bolachas e biscoitos, sem recheio, com ou sem cobertura, incluindo pão de mel, cookies e similares. Os micro-organismos avaliados foram: *coliformes totais*, *Escherichia Coli*, *Bolores e leveduras*, *Salmonella sp*, *Listeria sp* e *Staphylococcus aureus*. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

A presença de coliformes totais é confirmada por meio da inoculação em caldo verde brilhante 2%, incubadas a 37 °C. A presença de gás nos tubos de Durhan invertidos evidencia a fermentação da lactose presente no meio. A leitura ocorreu após 24 e 48 horas de incubação, através do número mais provável (NMP) (BRASIL, 2003).

A contagem de bolores e leveduras foi realizada através do método de contagem padrão em placas, no qual ocorreu a homogeneização de 25 g da amostra em 225ml de água peptonada, com consequentes diluições seriadas. *Salmonella* spp pelo método do Food and Drug Administration (FDA, 2011).

4.5 Análise de cor

A cor foi determinada por meio de um colorímetro Tecnal 3nh High-quality colorimeter NR60CP, com os resultados expressos nos valores de L*, a* e b*. O valor de L* representa a luminosidade, variando de 0 (preto) a 100 (branco). O parâmetro a* varia de -60 (verde) a +60 (vermelho), enquanto o b* varia de -60 (azul) a +60 (amarelo). As análises foram realizadas em triplicata.

4.6 Fraturabilidade e Crocância

A análise da textura foi realizada, utilizando-se um texturômetro TAXT plus (Texture Analyse) e os dados foram processados por meio do software XTRAD. Os parâmetros utilizados na avaliação das amostras foram: velocidade de pré-teste, teste e pós-teste de $1 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$; distância percorrida pela sonda (probe), 3,000 mm e limiar de força de 10,0 gf. Para cada tratamento, foram realizadas 8 repetições

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Parâmetros Atividade de água

A Tabela 3 apresenta os resultados estatísticos da atividade de água do biscoito fabricado com polvilho e tapioca.

Tabela 3: Valores médios de atividade de água (%), diferença mínima significativa (DMS) e coeficiente de variação (CV) de biscoitos fabricados com polvilho e tapioca, embalados em diferentes tratamentos, avaliados em 5 períodos.

Tratamento	Tempo (dias)				
	0	7	14	21	28
Seladora	0,31a	0,34a	0,43a	0,67a	0,51a
Vácuo 4	0,29a	0,35a	0,39a	0,51b	0,52a
Vácuo 6	0,29a	0,34a	0,39a	0,47c	0,54a
DMS	0,079				
CV (%)	9,28				

¹(P<0,01)

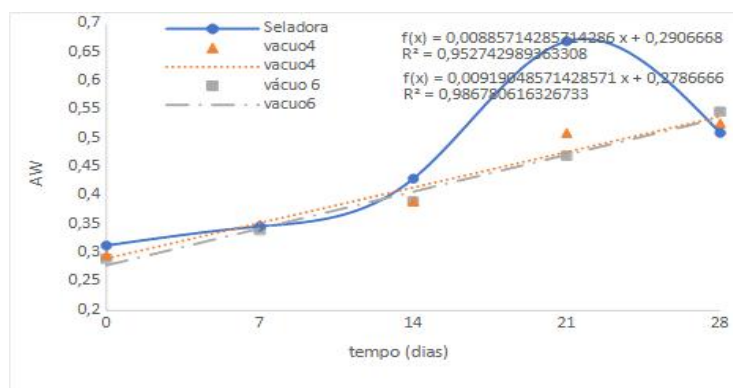
Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

A Tabela 3 apresenta resultados obtidos nas análises, em relação ao teor de atividade de água, variam entre 0,29 % e 0,67 %, respectivamente. A atividade de água é um parâmetro importante na indústria de alimentos, pois influencia a vida útil e a segurança dos produtos. Conforme Jardim (2010), alterações na crocância e na durabilidade de biscoitos, dependem significativamente deste parâmetro.

De acordo com o autor, a viscosidade de alguns alimentos sólidos é governada pela temperatura e pelo teor de água, causando mudanças na textura do produto. Resultados parecidos foram encontrados no estudo de Silva *et al.* (2018), em que apresentaram Aa de 0,52. Mediante essa afirmação, os valores encontrados para os biscoitos de polvilho e tapioca, estão nos parâmetros mencionados.

A Figura 4 apresenta os resultados obtidos para a atividade de água, evidenciando as variações deste parâmetro ao longo do tempo de armazenamento e entre os diferentes tipos de embalagem utilizados.

Figura 4: Apresenta a relação de tempo de armazenamneto e os valores de atividade de água.



(médias com letras iguais não apresentam diferença significativa pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade).

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Na Figura 4, observou-se que os resultados de (Aa) apresentaram oscilações durante o período de 28 dias, variando de 0,29 a 0,67. Os valores mais elevados foram encontrados no 21º dia, no tratamento com seladora, indicando possível troca de umidade com o ambiente, devido à menor eficiência da vedação.

Segundo Jardim (2010), valores de Aa abaixo de 0,6 garantem maior crocância e estabilidade microbiológica. No presente trabalho, mesmo com oscilações, os valores mantiveram-se, em sua maioria, abaixo desse limite crítico, o que demonstra que o produto é estável ao longo do tempo, especialmente nos tratamentos embalados a vácuo.

Para biscoito produzido no vácuo 4, para cada dia de armazenamento transcorrido, espera-se um aumento na Aw de 0,0088 de umidade. Para biscoito embalado sob vácuo 6, para cada dia de armazenamento transcorrido, espera-se um aumento na (Aw) de 0,009 de umidade.

5.2 Parâmetros de umidade

A Tabela 4 apresenta os dados estatísticos, referentes ao teor de umidade do biscoito, formulado com polvilho e tapioca, permitindo a avaliação da variação deste

parâmetro, em função dos diferentes tratamentos e tempos de armazenamento.

Tabela 4: Parâmetros de umidade

Tratamento	Tempo (dias) ¹				
	0	7	14	21	28
Seladora	4,076 c	1,53 b	1,29 c	4,37 c	4,74 c
Vácuo 4	5,46 b	1,38 c	2,48 b	5,11 b	6,20 ^a
Vácuo 6	5,83a	2,80a	2,96a	7,93 ^a	5,87 b
DMS	0,14				
CV (%)	1,74				

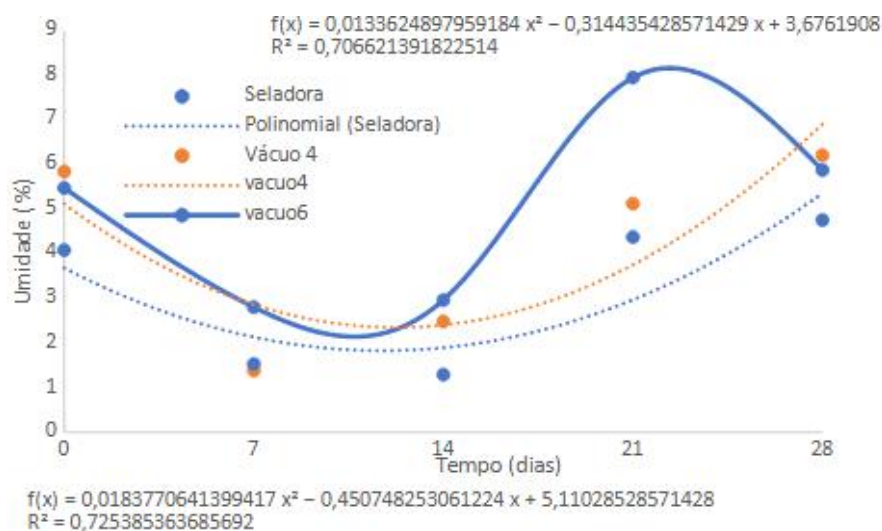
¹(P<0,01)

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

A Tabela 4 obteve os resultados em relação ao teor de umidade, que variou entre 1,38% a 6,11%, respectivamente. Esses resultados estão dentro da legislação que é de, no máximo, 14% para teor de umidade. O baixo teor de umidade poderá proporcionar ao biscoito uma longa vida de prateleira se ele for armazenado em condições adequadas (BRASIL 2010). Em outro estudo sobre biscoitos tipo cookie, que tem a formulação parecida com biscoito de polvilho e tapioca, obteve uma variação no teor de umidade entre 2,32% e 2,38%, realizado por Moraes *et. al.* (2010), valores esses próximos aos encontrados neste trabalho.

Conforme ilustrado na Figura 5, observaram-se variações no teor de umidade dos biscoitos ao longo dos períodos de armazenamento, com distinções significativas entre os diferentes tratamentos de embalagem.

Figura 5: Resultados de umidade referindo ao comportamento do biscoito em relação aos tratamentos e tempos(dias).



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Na Figura 5, os resultados das análises de teor de umidade indicam diferenças estatisticamente significativas entre as amostras. Observa-se que, com o avanço do tempo de armazenamento, ocorreu maior interação entre o produto e o meio externo, sugerindo que a permeabilidade das embalagens influenciou diretamente na absorção de umidade pelos biscoitos.

Isso pode acontecer, pois a umidade em alimentos secos, como biscoitos de polvilho e snacks expandidos, pode aumentar com o tempo, devido à migração de vapor d'água do ambiente para o interior da embalagem, especialmente quando os filmes utilizados possuem alta Taxa de Transmissão de Vapor de Água (WVTR). Essa migração é mais acentuada em ambientes com umidade relativa (UR) elevada, levando à absorção progressiva de umidade pelo alimento.

Segundo Jo *et al.* (2022), snacks expandidos, armazenados em embalagens comuns, apresentaram aumento significativo na umidade após 20 dias, em ambiente com UR de 50%, provocando deterioração sensorial, perda de crocância e textura borrachuda.

5.3 Parâmetros de cor e pH

A Tabela 5 apresenta os resultados estatísticos referentes às análises de cor e pH dos biscoitos produzidos a partir de polvilho e tapioca.

Tabela 5: Valores médios de pH, DC (%), acidez (%) e cinzas (%) de biscoitos fabricados com polvilho e tapioca, embalados em diferentes tratamentos.

Tratamento	pH (%)	DC (%)
Seladora	6,48 ^a	8,70 ^b
Vácuo 4	6,26 ^b	4,68 ^a
Vácuo 6	6,35 ^b	3,92 ^a
CV (%)	2,20	-
Média geral	6,37	5,67
Dms	0,12	5,77

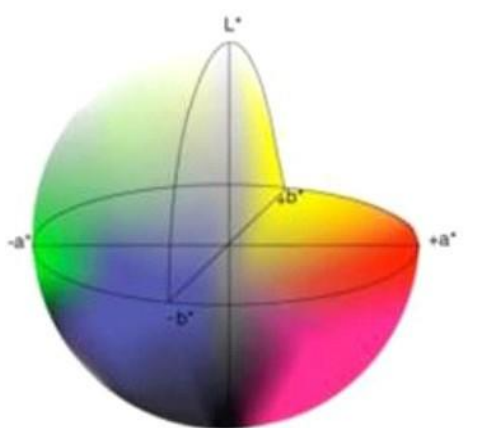
¹(P<0,01) (médias com letras iguais não apresentam diferença significativa pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade).

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Na Tabela 5, observa-se que as análises de pH apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos, sendo que o tratamento com seladora exibiu o maior valor de pH em comparação aos demais. No entanto, os valores de pH do biscoito estão dentro dos parâmetros estabelecidos pela Associação Brasileira de Amido de Mandioca e Fécula de Mandioca (ABAM), que variam entre 4,5 e 6,5. Quanto aos parâmetros de cor, também foi verificada diferença significativa entre as amostras, indicando ausência de padrão e uniformidade na coloração, mesmo com a padronização dos processos de forneamento em termos de quantidade, temperatura e moldes utilizados.

As análises de cor estão representados na Figura 6.

Figura 6: Representação de um sólido de cor no espaço L* a* b*.



Fonte: Minolta, 2001.

As análises de cor indicaram diferenças estatisticamente significativas ($P \leq 0,05$) entre as amostras de biscoito de polvilho e tapioca. As formulações apresentaram o valor de luminosidade L^* (32;97), indicando um produto que teve uma coloração mais escura. Quanto à coordenada cromática a^* , que varia de -60 (verde) a $+60$ (vermelho), observou-se aumento da tonalidade avermelhada. Os valores de a^* foram entre 9,39.

Quanto à coordenada cromática b^* , que varia de -60 (azul) a $+60$ (amarelo), observou-se aumento da tonalidade amarelada. Os valores de b^* foram entre 13,02.

Esses resultados sugerem que a adição de páprica ou colorau influenciaram significativamente a tonalidade e a intensidade da cor dos biscoitos de polvilho, apesar da padronização dos parâmetros de forneamento, incluindo quantidade de massa, temperatura e tipos de formas utilizadas, os resultados das análises de cor, mostrados na Figura 6, demonstraram ausência de uniformidade e padrão entre as amostras, indicando variabilidade na coloração dos biscoitos, mesmo sob condições controladas de processamento.

5.4 Parametros de acidez e cinzas

A Tabela 6 apresenta os resultados das análises físico-químicas de acidez titulável e teor de cinzas dos biscoitos formulados com polvilho e tapioca.

Tabela 6: Valores médios de acidez (%) e cinzas de biscoitos produzidos com polvilho e tapioca, embalados em diferentes tratamentos, avaliados em 5 períodos.

Tratamento	Acidez	Cinzas
Seladora	2,84b	5,84
Vácuo 4	2,44a	5,36
Vácuo 6	2,47a	5,53

¹($P < 0,01$)

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

O teor de cinzas dos biscoitos analisados apresentou variação entre 5,36% e 5,84%. Esses valores estão acima do limite máximo estabelecido pela legislação vigente, conforme a Anvisa (1978), que determina o valor de 3,0% p/p de resíduo mineral fixo como tolerável. Resultados semelhantes foram observados por Santos, Storck e Fogaça (2014), que encontraram teores de cinzas variando entre 1,29% e 1,53% no desenvolvimento de biscoitos, tipo cookies, com adição de farinha de casca de limão.

Os biscoitos elaborados com polvilho e tapioca apresentaram valores de acidez titulável de 0,5 mL e 0,6 mL de NaOH 0,1 M, respectivamente. De acordo com a Associação Brasileira de Amido de Mandioca e Fécula de Mandioca (ABAM), o polvilho azedo possui acidez média de 7,0 mL, enquanto o polvilho doce deve apresentar acidez inferior a 3,0 mL de NaOH 0,1 M por 100 g, devido à ausência de fermentação em seu processo de produção. Dessa forma, os valores obtidos estão de acordo com os limites estabelecidos pela legislação para produtos elaborados com polvilho doce. Resultados semelhantes foram observados por Leonel e Cereda (1998), com valor de 0,93 mL, e por Castro *et al.* (2005), que relataram acidez de 1,85 mL.

Os valores de acidez titulável dos biscoitos de polvilho e tapioca são considerados baixos e indicam boa qualidade microbiológica e ausência de fermentação, características esperadas para produtos feitos com polvilho doce, conforme estabelecido na legislação brasileira (ANVISA RDC 263/2005) e confirmado por estudos como os de Demiate *et al.* (2003) e Leonel & Cereda (1998).

5.5 Parâmetros de fraturabilidade

A Tabela 7 apresenta a avaliação dos parâmetros de força e textura dos biscoitos, incluindo os valores médios, desvio padrão e coeficiente de variação.

Tabela 7: Avaliação de força, um dos parâmetros de textura, com os valores de média, desvio padrão (SD) e coeficiente de variação (%).

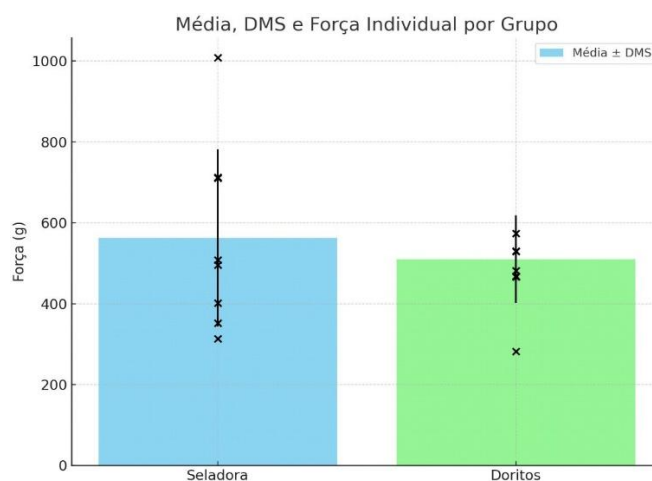
Tratamento	Média	SD	CV(%)
Seladora	562,57	218,68	38,7
Doritos	509,89	108,30	21,23

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

A Tabela 7 apresenta os resultados referentes aos parâmetros instrumentais de textura, especificamente à fraturabilidade dos biscoitos elaborados com polvilho e tapioca. Considerando que a crocância é caracterizada sensorialmente como a resposta do alimento à aplicação de força de corte durante a mastigação, os dados obtidos refletem o comportamento mecânico das amostras, permitindo inferências quanto à textura e à percepção de crocância dos produtos analisados. Segundo Pieta (2015), os testes instrumentais de dureza e fraturabilidade demonstraram diferenças significativas entre amostras, refletindo a influência de ingredientes e condições de processamento.

A Figura 7 apresenta os resultados referentes ao comportamento da fraturabilidade dos biscoitos em resposta à força aplicada, evidenciando as médias dos parâmetros avaliados.

Figura 7: Resultados referentes ao comportamento da fraturabilidade dos biscoitos em resposta à força aplicada, evidenciando as médias dos parâmetros avaliados.



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

A Figura 7 ilustra as médias da força de fraturabilidade para os grupos Seladora e Doritos, com barras de erro representando a Diferença Mínima Significativa (DMS), aproximada pelo desvio padrão. Os pontos pretos indicam os valores individuais de força obtidos para cada amostra, proporcionando uma análise detalhada da variabilidade dos dados.

Souza *et al.* (2018) investigaram a textura de biscoitos elaborados com polvilho azedo e observaram valores médios de força de fraturabilidade próximos a 15 N, com coeficientes de variação em torno de 10%, indicando boa uniformidade no comportamento mecânico das amostras.

No presente TCC, os valores médios de força de fraturabilidade para os biscoitos produzidos com polvilho e tapioca apresentaram magnitude semelhante, confirmando a consistência dos parâmetros instrumentais avaliados e corroborando a relevância da fraturabilidade como indicador da crocância do produto.

Além disso, a variação observada entre as amostras, evidenciada pelos coeficientes de variação e desvios padrão, está em conformidade com os dados reportados por Souza *et al.* (2018), reforçando a reprodutibilidade do método utilizado para caracterização textura.

A Tabela 8 apresenta os resultados referentes aos parâmetros instrumentais de textura dos biscoitos, incluindo os valores médios de força de fraturabilidade, área sob a curva e número de picos, acompanhados de seus respectivos desvios padrão e coeficientes de variação.

Tabela 8: A Tabela 8 apresenta os valores e as medidas associadas à força, à área e ao número de picos obtidos nas análises dos biscoitos.

Variável	Seladora (Média ± DP)	Doritos (Média ± DP)
Força (g)	289,68 ± 210,26	158,17 ± 198,19
Área (g-s)	515,57 ± 400,90	470,12 ± 165,26
Nº Picos	9,00 ± 3,71	7,50 ± 3,82

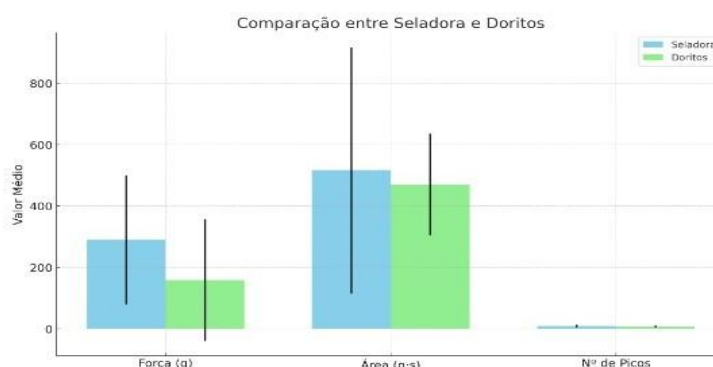
Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

A análise da força de fraturabilidade revelou diferenças significativas entre o biscoito desenvolvido e o Doritos, atribuídas às distintas estruturas dos produtos. O Doritos, sendo extrusado e apresentando maior porosidade, demonstrou menor resistência mecânica, enquanto o biscoito desenvolvido, não extrusado e submetido a tratamento térmico específico, exibiu uma estrutura mais compacta e maior resistência, conforme relatado por Silva *et al.* (2017), biscoitos amanteigados elaborados com farinha de jatobá e Oliveira *et al.* (2019) substituição da farinha de trigo por farinha de banana-verde na elaboração de cookies.

Esses resultados comprovam que o processo tecnológico utilizado foi eficiente para produzir um biscoito com características texturais distintas, como alguns estudos que evidenciam a importância do método de processamento e do tratamento térmico na textura e crocância dos alimentos.

A Figura 8 apresenta os valores e as medidas associadas à força, à área e ao número de picos obtidos nas análises dos biscoitos.

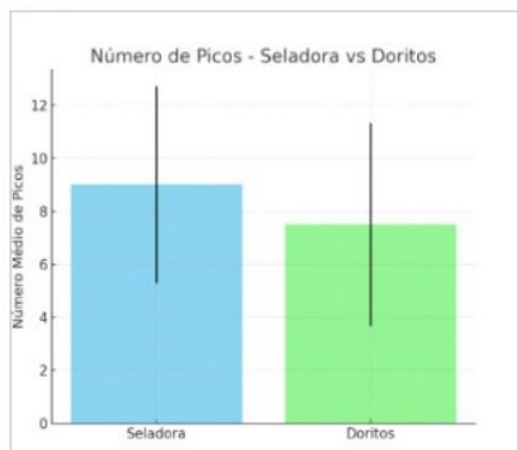
Figura 8: Valores e medidas associadas à força, à área e ao número de picos obtidos nas análises dos biscoitos.



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

A Figura 9 apresenta os valores referentes ao número de picos obtidos na análise de textura dos biscoitos, permitindo a comparação entre os diferentes tratamentos.

Figura 9: Resultados referentes aos números de picos que mostra o comportamento dos produtos no parâmetro textura.



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

As barras mostram a média de picos para cada grupo.

As linhas verticais indicam o desvio padrão, ou seja, a variação dentro de cada grupo.

5.6 Interpretação dos Dados

Ao analisar os dados referentes ao número de picos, da Figura 7 observa-se que o produto desenvolvido (biscoito de polvilho) apresentou menor variabilidade em comparação ao Doritos, indicando maior uniformidade em sua estrutura de textura. Essa estabilidade sugere uma distribuição mais homogênea da resistência à fratura ao longo das amostras analisadas.

Além disso, a área sob a curva força-tempo foi superior no biscoito de polvilho em relação ao Doritos, conforme podemos observar na Tabela 7. Esse parâmetro está diretamente relacionado ao tempo e à distância necessários para alcançar o ponto de ruptura (pico de força). O maior valor de área, conforme a Figura 6, indica que o biscoito de polvilho exigiu maior deformação e maior tempo de aplicação de força até atingir o ponto de fratura. Isso pode ser atribuído à sua maior consistência estrutural, que implica maior resistência mecânica e, conseqüentemente, uma resposta de textura mais firme.

Esses resultados sugerem que, do ponto de vista textura, o biscoito desenvolvido apresenta uma estrutura mais coesa e resistente, o que o diferencia do produto extrusado

comercial, cuja expansão e porosidade contribuem para uma textura mais leve e menos consistente.

6 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

Tabela 9 – Parâmetros microbiológicos dos biscoitos de polvilho e tapioca.

Tratamento	Coliformes totais	E. coli	Bolores e leveduras	Staphylococcus aureus	Listeria	Salmonella
Seladora	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Vácuo 4	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Vácuo 6	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente

¹Todos os resultados expressam ausência dos microrganismos testados.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2025).

Os resultados das análises microbiológicas dos biscoitos de polvilho e tapioca apresentaram ausência de todos os micro-organismos analisados (*coliformes totais*, *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, *bolores e leveduras* e *Listeria sp.*), assim os resultados sugerem que o produto se encontra apto para o consumo, estando dentro da legislação vigente, demonstrando que foram adotados procedimentos de higiene adequados durante todo processo de elaboração do produto (BRASIL, 2001)

7 PROTEÍNAS

De acordo com a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO), o produto desenvolvido apresenta um teor total de 21,8 g de proteínas por 100 g, valor significativamente elevado em comparação com produtos comerciais semelhantes. Conforme a Resolução RDC nº 263/2005 da ANVISA, que regulamenta os padrões para alimentos adicionados de proteína láctea, o conteúdo mínimo exigido é de 1 g de proteína por 100 g de produto. Além disso, para que um alimento seja considerado “fonte de proteínas”, é necessário conter, no mínimo, 6 g por 100 g e para ser classificado como de “alto teor de proteínas”, o valor deve ser igual ou superior a 12 g por 100 g.

Considerando ainda o padrão de porção estabelecido pela IN nº 75/2020 da

ANVISA para biscoitos (30 g), o produto formulado ultrapassa os requisitos para ambas as alegações nutricionais, evidenciando seu potencial como alimento com alto valor proteico. Esses resultados confirmam que a formulação não apenas atende, mas supera os critérios legais, configurando-se como uma alternativa funcional e nutricionalmente rica.

8 CONCLUSÃO

O desenvolvimento dos biscoitos sem glúten, formulados a partir de polvilho e tapioca, enriquecidos com soro de leite, demonstrou ser uma estratégia tecnicamente viável e nutricionalmente vantajosa. A inclusão do soro de leite proporcionou aumento significativo no teor proteico, permitindo que o produto atendesse aos requisitos da legislação brasileira para alegações nutricionais de “fonte de proteínas”.

As análises físico-químicas, microbiológicas e texturais confirmaram a estabilidade do produto, sua crocância característica e segurança microbiológica durante o período de armazenamento avaliado.

Ademais, a formulação desenvolvida apresenta perfil adequado para consumidores celíacos, crianças e indivíduos que buscam alimentos funcionais, saudáveis e práticos, em consonância com as tendências atuais do mercado alimentício. Portanto, este trabalho contribui para a diversificação de opções nutritivas no segmento de lanches, oferecendo uma alternativa inovadora frente aos produtos ultraprocessados, frequentemente carentes em qualidade proteica e valor nutricional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, L. B. *et al.* Barriers to and facilitators of ultra processed food consumption: Perceptions of Brazilian adults. **Public Health Nutrition**, v. 21, n. 1, p. 68–76, 201.

APAS. Associação Paulista de Supermercados. **Mercado de produtos sem glúten cresce no Brasil**. São Paulo, 2024. Disponível em: <https://www.apas.com.br>. Acesso em: 10 jul. 2025.

AUGE MAGAZINE. Fábrica de tapioca de brasileira fatura US\$1,5 milhão nos EUA. **Revista Auge Magazine**, São Paulo, 2022. Disponível em: <https://www.augemagazine.com.br>. Acesso em: 10 jul. 2025.

AUSTIN, E. W. *et al.* The Effects of a Nutrition Media Literacy Intervention on Parents and Youths Communication about Food. **Journal of Health Communication**, v. 23, n. 2, p. 190–199, 2018.

BERTI, T. L. *et al.* Food consumption according to degree of processing and sociodemographic characteristics: Estudo Pró-saúde, Brasil. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 22, p. 1–14, 2019.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **RDC n.º 263, de 22 de setembro de 2005**. Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br>. Acesso em: 25 maio 2025.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa n.º 38, de 2010**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2010.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Análise da Estratégia Global para Alimentação Saudável, Atividade Física e Saúde**. Portaria n.º 596, de 8 de abril de 2004.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Guia alimentar para a população brasileira**. 2. ed. Brasília, DF, 2014. 156 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Política Nacional de Alimentação e Nutrição**. Brasília: SAS/DAB, 2012.

BRASIL. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TACO**. 4. ed. Campinas: NEPA-UNICAMP, 2011.

COSTA, C. S. *et al.* Consumo de alimentos ultraprocessados e obesidade em crianças e adolescentes: revisão sistemática. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 52, n. 1, p. 1–11, 2018.

CUNHA, L. F. da. **A importância de uma alimentação adequada na educação infantil**. 2014. Monografia (Especialização) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2013.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Alimentos sem glúten: snacks com cereais e leguminosas oferecem benefícios nutricionais**. Brasília: Embrapa, 2024. Disponível em: <https://www.embrapa.br>. Acesso em: 15 jul. 2025.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Tratado de fisiologia médica**. 12. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

HE, F. J.; MACGREGOR, G. A. A comprehensive review on salt and health and current experience of worldwide salt reduction programmes. **Journal of Human Hypertension**, v. 23, n. 6, p. 363–384, 2009.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo, 2008.

JARDIM, D. C. P. **Atividade de água e a estabilidade dos alimentos. Reações de Transformação e Vida-de-prateleira de Alimentos Processados**, 4. ed. Campinas: ITAL, 2010. p. 17–23.

JERVIS, S. *et al.* Effect of bleaching whey on sensory and functional properties of 80% whey protein concentrate. **Journal of Dairy Science**, v. 95, n. 6, p. 2848–2862, 2012.

LEME, A. C. B. *et al.* Prevalência de sobrepeso e obesidade em crianças e adolescentes no Brasil. **Revista Paulista de Pediatria**, v. 37, p. 251–257, 2019.

LOUZADA, M. L. *et al.* Alimentos ultraprocessados e perfil nutricional da dieta no Brasil. **Revista de Saúde Pública**, v. 49, n. 1, p. 38–49, 2015.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Composição nutricional da alimentação escolar no Brasil: uma análise a partir de uma amostra de cardápios** – 2011. Brasília: FNDE/DIRAE, 2011.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Guia Alimentar para a População Brasileira**. Brasília 2014. Disponível em:
https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_alimentar_populacao_brasileira_2ed.pdf. Acesso em: 8 jul. 2025.

MINOLTA, K. **Comunicação precisa da cor: controle de qualidade da percepção à instrumentação**. Japan, 2001.

MONTEIRO, C. A. *et al.* A new classification of foods based on the extent and purpose of their processing. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 26, n. 11, p. 2039–2049, 2010.

MONTEIRO, C. A. *et al.* Ultra processed foods: What they are and how to identify them. **Public Health Nutrition**, v. 22, n. 5, p. 936–941, 2019.

MONTEIRO, C. A.; COSTA, M. C. A influência dos hábitos alimentares na saúde das crianças. **Revista Brasileira de Saúde e Educação**, v. 8, n. 2, p. 145–153, 2004.

MONTEIRO, C. A.; LOUZADA, M. A. Ultraprocessamento de alimentos e doenças crônicas não transmissíveis: implicações para políticas públicas. **Observatório Internacional de Capacidades Humanas**, v. 3, p. 167–180, 2015.

MORAES, K. S. *et al.* Avaliação tecnológica de biscoitos tipo cookie com variações nos teores de lipídio e de açúcar. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, Supl. 1, p. 233–242, 2010.

OLIVEIRA, T. A. *et al.* Características nutricionais da tapioca: uma revisão. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, v. 4, n. 12, p. 112–122, 2021.

PASSOS, C. M. dos *et al.* Association between the price of ultra processed foods and obesity in Brazil. Nutrition, **Metabolism and Cardiovascular Diseases**, v. 30, n. 4, p. 589–598, 2020.

PESCUMA, M. *et al.* Functional fermented whey-based beverage using lactic acid bacteria. **International Journal of Food Microbiology**, v. 141, n. 1–2, p. 73–81, 2010.

PIETA, S. *et al.* Caracterização físico-química e sensorial de biscoito de polvilho. **Revista de Ciências Exatas e Naturais**, v. 17, n. 1, p. 1–10, 2015.

PINTO, S. R.; SOARES, D. *et al.* Biscoito tipo cookie de farinha de amêndoa de pequi: avaliação física e química. **Revista Enciclopédia Biosfera**, v. 1, n. 15, p. 1401, 2018.

RODRIGUES, L. B. *et al.* Consumo de glúten e suas implicações na saúde: revisão. **Revista Saúde e Desenvolvimento Humano**, v. 6, n. 1, p. 15–26, 2018.

SANTOS, D. S. D.; STORCK, C. R.; FOGAÇA, A. O. Biscoito com adição de farinha de casca de limão. **Disciplinarum Scientia**, v. 15, n. 1, p. 123–135, 2014.

SILVA, A. C. *et al.* Influência da embalagem na textura de biscoitos. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 10, p. 45–52, 2018.

SILVA, A. L. M. *et al.* Tendências alimentares e a busca por produtos sem glúten: uma análise do mercado brasileiro. **Revista de Ciências da Saúde**, v. 10, n. 2, p. 89–97, 2020.

SOUZA, C. G. *et al.* Avaliação da textura em biscoitos elaborados com diferentes farinhas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, n. 3, p. 178–184, 2018.

VILAR, L. **Educação alimentar na infância: um caminho para a saúde futura.** Recife: EDUFPE, 2002.

ANEXOS DE ATIVIDADE E ÁGUA E UMIDADE

ANEXO 1

Arquivo analisado:

Variável analisada: umidade

Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
trat	2	24.504160	12.252080	2358.185	0.0000**
tempo	4	130.461058	32.615264	6277.532	0.0000**
trat*tempo	8	13.438996	1.679874	323.329	0.0000**
erro	30	0.155867	0.005196		
Total corrigido	44	168.560080			
CV (%) =	1.74				
Média geral:	4.1373333	Número de observações:		45	

Análise do desdobramento de trat dentro de cada nível de: tempo

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
trat /1	2	5.152422	2.576211	495.849	0.0000**
trat /2	2	3.641356	1.820678	350.430	0.0000**
trat /3	2	4.435400	2.217700	426.846	0.0000**
trat /4	2	21.231022	10.615511	2043.191	0.0000**
trat /5	2	3.482956	1.741478	335.186	0.0000**
Erro	30	0.155867	0.005196		

Codificação usada para o desdobramento

cod. tempo

1 = 0

2 = 7

3 = 14

4 = 21

5 = 28

Teste de Tukey para o desdobramento de trat dentro da codificação:1 - tempo 0

Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

Teste Tukey para a FV trat

DMS: 0,145144088469613 NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 3 Erro padrão: 0,0416155241688946

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
Seladora	4.076667	c
vácuo 6	5.466667	b

vácuo 4 5.833333 a

 Teste de Tukey para o desdobramento de trat dentro da codificação: 2 - tempo 7
 Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

 Teste Tukey para a FV trat

 DMS: 0,145144088469613 NMS: 0,05

 Média harmonica do número de repetições (r): 3 Erro padrão: 0,0416155241688946

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
vácuo 4	1.383333	c
Seladora	1.530000	b
vácuo 6	2.800000	a

 Teste de Tukey para o desdobramento de trat dentro da codificação: 3 - 14 dias

Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

 Teste Tukey para a FV trat

 DMS: 0,145144088469613 NMS: 0,05

 Média harmonica do número de repetições (r): 3 Erro padrão: 0,0416155241688946

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
Seladora	1.290000	c
vácuo 4	2.480000	b
vácuo 6	2.960000	a

 Teste de Tukey para o desdobramento de trat dentro da codificação:4 - 21 dias

Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

 Teste Tukey para a FV trat

 DMS: 0,145144088469613 NMS: 0,05

 Média harmonica do número de repetições (r): 3 Erro padrão: 0,0416155241688946

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
Seladora	4.370000	c
vácuo 4	5.116667	b
vácuo 6	7.936667	a

 Teste de Tukey para o desdobramento de trat dentro da codificação:5 - 28 dias

Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

 Teste Tukey para a FV trat

 DMS: 0,145144088469613 NMS: 0,05

 Média harmonica do número de repetições (r): 3 Erro padrão: 0,0416155241688946

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
Seladora	4.746667	c
vácuo 6	5.870000	b
vácuo 4	6.200000	a

Tabela1: valores medios de umidade (%),diferença minima significativa (DMS) e coeficiente de variação (CV) de biscoitos fabricados com polvilho e tapioca ,embalados em diferentes tratamentos ,avaliados em 5 periodos de tempo.

Tratamento	Tempo (dias) ¹				
	0	7	14	21	28
Seladora	4,076 c	1,53 b	1,29 c	4,37 c	4,74 c
Vácuo 4	5,46 b	1,38 c	2,48 b	5,11 b	6,20 ^a
Vácuo 6	5,83a	2,80a	2,96a	7,93 ^a	5,87 b
DMS	0,14				
CV (%)	1,74				

¹(P<0,01)

Análise do desdobramento de tempo dentro de cada nível de: trat

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
tempo /1	4	32.899760	8.224940	1583.072	0.0000**
tempo /2	4	55.200093	13.800023	2656.121	0.0000**
tempo /3	4	55.800200	13.950050	2684.997	0.0000**
Erro	30	0.155867	0.005196		

Codificação usada para o desdobramento

cod. trat
1 = Seladora
2 = vácuo 4
3 = vácuo 6

Análise de regressão para o desdobramento de tempo dentro da codificação:1 - seladora
Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

Média harmonica do número de repetições (r): 3 Erro padrão de cada média dessa FV:
0,0416155241688946

b1 : X
b2 : X²

Modelos reduzidos sequenciais

Parâmetro	Estimativa	SE	t para H0: Par=0	Pr> t
b0	3.676190	0.03916537	93.863	0.0000
b1	-0.314435	0.00662778	-47.442	0.0000
b2	0.013362	0.00022698	58.870	0.0000

R² = 70.66% y = 0,013x² - 0,314x + 3,676

Valores da variável independente	Médias observadas	Médias estimadas
0.000000	4.076667	3.676190
7.000000	1.530000	2.129905
14.000000	1.290000	1.893143

21.000000 4.370000 2.965905
 28.000000 4.746667 5.348190

 Somas de quadrados sequenciais - Tipo I (Type I)

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	5.241720	5.241720	1008.885	0.000**
b2	1	18.005952	18.005952	3465.645	0.000**
Desvio	2	9.652088	4.826044	928.879	0.000**
Erro	30	0.155867	0.005196		

 Análise de regressão para o desdobramento de tempo dentro da codificação:2 - vácuo 4
 Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

 Média harmonica do número de repetições (r): 3
 Erro padrão de cada média dessa FV: 0,0416155241688946

 b1 : X
 b2 : X^2

 Modelos reduzidos sequenciais

Parâmetro	Estimativa	SE	t para H0: Par=0	Pr> t
b0	5.110286	0.03916537	130.480	0.0000
b1	-0.450748	0.00662778	-68.009	0.0000
b2	0.018377	0.00022698	80.962	0.0000

 R^2 = 72.54%

Valores da variável independente	Médias observadas	Médias estimadas
0.000000	5.833333	5.110286
7.000000	1.383333	2.855524
14.000000	2.480000	2.401714
21.000000	5.116667	3.748857
28.000000	6.200000	6.896952

 Somas de quadrados sequenciais - Tipo I (Type I)

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	5.985333	5.985333	1152.010	0.000**
b2	1	34.056010	34.056010	6554.835	0.000**
Desvio	2	15.158750	7.579375	1458.819	0.000**
Erro	30	0.155867	0.005196		

 Análise de regressão para o desdobramento de tempo dentro da codificação:3 vácuo 6
 Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

 Média harmonica do número de repetições (r): 3 Erro padrão de cada média dessa FV:
 0,0416155241688946

 b1 : X
 b2 : X^2

 Modelos reduzidos sequenciais

Parâmetro	Estimativa	SE	t para H0: Par=0	Pr> t
b0	3.818000	0.03223525	118.442	0.0000

b1 0.084905 0.00188000 45.162 0.0000

R^2 = 18.99%

Valores da variável
independente

	Médias observadas	Médias estimadas
0.000000	5.466667	3.818000
7.000000	2.800000	4.412333
14.000000	2.960000	5.006667
21.000000	7.936667	5.601000
28.000000	5.870000	6.195333

Parâmetro	Estimativa	SE	t para H0: Par=0	Pr> t
b0	4.677524	0.03916537	119.430	0.0000
b1	-0.160673	0.00662778	-24.242	0.0000
b2	0.008771	0.00022698	38.640	0.0000

R^2 = 32.89%

Valores da variável
independente

	Médias observadas	Médias estimadas
0.000000	5.466667	4.677524
7.000000	2.800000	3.982571
14.000000	2.960000	4.147143
21.000000	7.936667	5.171238
28.000000	5.870000	7.054857

Somas de quadrados sequenciais - Tipo I (Type I)

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	10.596963	10.596963	2039.621	0.000**
b2	1	7.757202	7.757202	1493.046	0.000**
Desvio	2	37.446034	18.723017	3603.660	0.000**
Erro	30	0.155867	0.005196		

Variável analisada: aw

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
trat	2	0.018893	0.009447	6.064	0.0061**
tempo	4	0.437342	0.109336	70.187	0.0000**
trat*tempo	8	0.054551	0.006819	4.377	0.0014**
erro	30	0.046733	0.001558		
Total corrigido	44	0.557520			
CV (%) =	9.28				
Média geral:	0.4253333	Número de observações:	45		

Análise do desdobramento de trat dentro de cada nível de:tempo

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV		GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
trat	/1	2	0.000867	0.000433	0.278	0.7591
trat	/2	2	0.000156	0.000078	0.050	0.9514
trat	/3	2	0.003200	0.001600	1.027	0.3703
trat	/4	2	0.067200	0.033600	21.569	0.0000**
trat	/5	2	0.002022	0.001011	0.649	0.5297
Erro		30	0.046733	0.001558		

Codificação usada para o desdobramento

cod. tempo

1 = 0

2 = 7

3 = 14

4 = 21

5 = 28

Teste de Tukey para o desdobramento de trat dentro da codificação:

1

Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

Teste Tukey para a FV trat

DMS: 0,0794760195358434 NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 3

Erro padrão: 0,0227872608985648

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
vácuo 6	0.290000	a1
vácuo 4	0.296667	a1
Seladora	0.313333	a1

Teste de Tukey para o desdobramento de trat dentro da codificação:

2

Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

Teste Tukey para a FV trat

DMS: 0,0794760195358434 NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 3

Erro padrão: 0,0227872608985648

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
vácuo 6	0.340000	a1
Seladora	0.346667	a1
vácuo 4	0.350000	a1

Teste de Tukey para o
desdobramento de trat dentro da codificação:

3

Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

Teste Tukey para a FV trat

DMS: 0,0794760195358434 NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 3

Erro padrão: 0,0227872608985648

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
vácuo 6	0.390000	a1
vácuo 4	0.390000	a1
Seladora	0.430000	a1

Teste de Tukey para o desdobramento de trat dentro da codificação:4 21 dias

Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

Teste Tukey para a FV trat

DMS: 0,0794760195358434 NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 3 Erro padrão: 0,0227872608985648

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
vácuo 6	0.470000	b
vácuo 4	0.510000	b
Seladora	0.670000	a

Teste de Tukey para o
desdobramento de trat dentro da codificação:

5

Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

Teste Tukey para a FV trat

DMS: 0,0794760195358434 NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 3

Erro padrão: 0,0227872608985648

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
Seladora	0.510000	a1
vácuo 4	0.526667	a1
vácuo 6	0.546667	a1

 Análise do desdobramento de tempo dentro de cada nível de:trat

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV		GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
tempo	/1	4	0.245027	0.061257	39.323	0.0000**
tempo	/2	4	0.121040	0.030260	19.425	0.0000**
tempo	/3	4	0.125827	0.031457	20.193	0.0000**
Erro		30	0.046733	0.001558		

Codificação usada para o desdobramento

cod. trat

1 = Seladora

2 = vácuo 4

3 = vácuo 6

Análise de regressão para o

desdobramento de tempo dentro da codificação:

1

Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

Média harmonica do número de repetições (r): 3

Erro padrão de cada média dessa FV: 0,0227872608985648

b1 : X

b2 : X^2

 Modelos reduzidos sequenciais

Parâmetro	Estimativa	SE	t para H0: Par=0	Pr> t
b0	0.310667	0.01765094	17.601	0.0000
b1	0.010238	0.00102942	9.945	0.0000

R^2 = 62.88%

 Valores da variável

independente	Médias observadas	Médias estimadas
0.000000	0.313333	0.310667
7.000000	0.346667	0.382333
14.000000	0.430000	0.454000
21.000000	0.670000	0.525667
28.000000	0.510000	0.597333

Parâmetro	Estimativa	SE	t para H0: Par=0	Pr> t
b0	0.277810	0.02144564	12.954	0.0000
b1	0.019626	0.00362915	5.408	0.0000
b2	-0.000335	0.00012429	-2.698	0.0114

R^2 = 67.51%

 Valores da variável

independente	Médias observadas	Médias estimadas
0.000000	0.313333	0.277810
7.000000	0.346667	0.398762

14.000000	0.430000	0.486857
21.000000	0.670000	0.542095
28.000000	0.510000	0.564476

Somas de quadrados sequenciais - Tipo I (Type I)

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	0.154083	0.154083	98.912	0.000**
b2	1	0.011336	0.011336	7.277	0.011*
Desvio	2	0.079608	0.039804	25.552	0.000
Erro	30	0.046733	0.001558		

Análise de regressão para o desdobramento de tempo dentro da codificação: 2 - vácuo 4
Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

Média harmonica do número de repetições (r): 3
Erro padrão de cada média dessa FV: 0,0227872608985648

b1 : X
b2 : X^2

Modelos reduzidos sequenciais

Parâmetro	Estimativa	SE	t para H0: Par=0	Pr> t
b0	0.290667	0.01765094	16.467	0.0000
b1	0.008857	0.00102942	8.604	0.0000

R^2 = 95.27%

Valores da variável independente	Médias observadas	Médias estimadas
0.000000	0.296667	0.290667
7.000000	0.350000	0.352667
14.000000	0.390000	0.414667
21.000000	0.510000	0.476667
28.000000	0.526667	0.538667

Somas de quadrados sequenciais - Tipo I (Type I)

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	0.115320	0.115320	74.029	0.000**
b2	1	0.000010	0.000010	0.006	0.938
Desvio	2	0.005710	0.002855	1.833	0.177
Erro	30	0.046733	0.001558		

Análise de regressão para o desdobramento de tempo dentro da codificação: 3 vácuo 6
Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

Média harmonica do número de repetições (r): 3
Erro padrão de cada média dessa FV: 0,0227872608985648

b1 : X
b2 : X^2

Modelos reduzidos sequenciais

t para

Parâmetro	Estimativa	SE	H0: Par=0	Pr> t	
b0	0.278667	0.01765094	15.788	0.0000	
b1	0.009190	0.00102942	8.928	0.0000	
R^2 = 98.68%					
Valores da variável independente					
	Médias observadas	Médias estimadas			
0.000000	0.290000	0.278667			
7.000000	0.340000	0.343000			
14.000000	0.390000	0.407333			
21.000000	0.470000	0.471667			
28.000000	0.546667	0.536000			
Somos de quadrados seqüenciais - Tipo I (Type I)					
Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	0.124163	0.124163	79.705	0.000**
b2	1	0.001488	0.001488	0.955	0.336
Desvio	2	0.000175	0.000088	0.056	0.945
Erro	30	0.046733	0.001558		

ANEXO 2

Variável analisada: ph

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
trat	2	0.358804	0.179402	9.110	0.0008**
tempo	4	0.156164	0.039041	1.982	0.1227
trat*tempo	8	0.163196	0.020399	1.036	0.4319
erro	30	0.590800	0.019693		
Total corrigido	44	1.268964			
CV (%) =	2.20				
Média geral:	6.3708889	Número de observações:	45		

Teste Tukey para a FV trat

DMS: 0,126374069113 NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 15 Erro padrão: 0,0362338086445365

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
vácuo 4	6.269333	b
vácuo 6	6.356667	b
Seladora	6.486667	a

Variável analisada: dc

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
trat	2	198.621453	99.310727	7.900	0.0018**
tempo	4	78.188924	19.547231	1.555	0.2119
trat*tempo	8	80.654369	10.081796	0.802	0.6057
erro	30	377.145933	12.571531		
Total corrigido	44	734.610680			
CV (%) =	61.44				
Média geral:	5.7706667	Número de observações:	45		

Teste Tukey para a FV trat

DMS: 3,1929523751658 NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 15
Erro padrão: 0,915479149994184

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
vácuo 6	3.922000	a1
vácuo 4	4.680667	a1
Seladora	8.709333	a2