

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

ADEMIR MATTANA

**BISCOITOS TIPO *COOKIE* ISENTOS DE GLÚTEN ENRIQUECIDOS COM
Spirulina platensis E ÓLEO DE CHIA**

MEDIANEIRA

2023

ADEMIR MATTANA

**BISCOITOS TIPO *COOKIE* ISENTOS DE GLÚTEN ENRIQUECIDOS COM
Spirulina platensis E ÓLEO DE CHIA**

Gluten-free cookies enriched with *Spirulina platensis* and chia oil

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Alimentos do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos (PPGTA) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Multicampi Medianeira/Campo Mourão.

Orientador(a): Dra. Eliane Colla

Coorientador(a): Dra. Angela Cláudia Rodrigues

MEDIANEIRA

2023



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

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



ADEMIR MATTANA

BISCOITOS TIPO COOKIES ISENTOS DE GLÚTEN ENRIQUECIDOS COM SPIRULINA PLATENSIS E ÓLEO DE CHIA

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre Em Tecnologia De Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Tecnologia De Alimentos.

Data de aprovação: 10 de Outubro de 2023

Dra. Eliane Colla, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dra. Bianca Peron Schlosser, Doutorado - Instituto Superior de Educação União das Américas (Uniamérica)

Dra. Deisy Alessandra Drunkler, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Renata Hernandez Barros Fuchs, - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 10/10/2023.

Dedico este trabalho a meus pais Antônio Pedro Mattana (*in memoriam*) e Alice Ana Mattana, a minha esposa Janete Fátima de Abreu Mattana e minha filha Valentina de Abreu Mattana, sem vocês não teria chegado até aqui!

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida, saúde e pelas pessoas especiais que colocou em minha vida.

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Medianeira, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, pela oportunidade de realização do curso.

A professora Dra. Eliane Colla pela dedicação, ensinamentos e orientação desse trabalho.

A professora Dra. Angela Cláudia Rodrigues, pelos ensinamentos e coorientação desse estudo.

Aos colegas de trabalho Marinêz de Souza, Juliano Mazzola, Solles Augusto Rovaris, William Arthur Philip L Naidoo Terroso de Mendonca Brandão, Marinês Paula Corso, Rafaela Bildhauer Dalazen, Osvaldo Soares da Silva, Nádia Cristiane Steinmacher e Rangel Zagheti dos Reis, gostaria de externar minha satisfação de poder conviver com eles durante a realização desta pesquisa.

Agradeço aos pesquisadores e professores da banca examinadora pela atenção e contribuição dedicadas a este estudo.

Gostaria de deixar registrado também, o meu reconhecimento à minha família, pois sem o apoio deles seria muito difícil vencer esse desafio. E por último, e nem por isso menos importante, agradeço a minha esposa Janete Fátima de Abreu Mattana e filha Valentina de Abreu Mattana pelo carinho, amor e compreensão.

“Agradeço todas as dificuldades que enfrentei. Não fosse por elas, eu não teria saído do lugar. As facilidades nos impedem de caminhar. Mesmo as críticas nos auxiliam muito.
(Chico Xavier)

RESUMO

Na última década houve um aumento no consumo de biscoitos tipo *cookie* e cereais isentos de glúten, uma vez que eles atendem não somente aos pacientes celíacos com diagnóstico clínico, mas também consumidores que buscam diminuir ou até mesmo excluir o glúten de sua dieta. Assim, esse trabalho teve como objetivo elaborar biscoitos tipo *cookie* isentos de glúten, enriquecidos com *Spirulina platensis* e óleo de chia, usando farinha de arroz integral em substituição à farinha de trigo. Foi aplicado um planejamento fatorial completo 2^2 para definição das proporções de *Spirulina platensis* (SP) e óleo de chia (OC) a serem adicionadas nas diferentes formulações de biscoitos. Foram obtidos sete ensaios a partir da adição de SP (2 a 8 g/100 g de farinha de arroz integral) e OC (10 a 25 g/100 g de farinha de arroz integral), sendo designadas de F1 a F7. Além destas, elaborou-se uma formulação padrão (FP). Foi realizada a caracterização da composição centesimal, propriedades físico-químicas, perfil de textura e ácidos graxos, qualidade microbiológica e avaliação sensorial. Para as análises de composição centesimal e físico-químicas os valores variaram de 4,39 a 6,33% para umidade, de 2,30 a 2,72% para cinzas, de 5,12 a 9,31% para proteínas, de 11,02 a 17,99% para lipídios, de 66,68 a 73,04% para carboidratos, de 6,80 a 7,03 para pH e de 58,27 a 62,41 para diferença total de cor (ΔE). A atividade de água não demonstrou diferença significativa ($p < 0,05$) entre as formulações F1 a F7, com resultado médio de 0,2500. No perfil de textura, o parâmetro dureza apresentou valores que variam de 8,49 a 25,95 kgf, enquanto a fraturabilidade variou de 6,72 a 8,96 mm, sem diferença significativa ($p < 0,05$) entre as formulações. Portanto, a composição centesimal, as propriedades físico-químicas e o perfil de textura mantiveram-se de acordo com aspectos tecnológicos para desenvolvimento de biscoitos. No perfil de ácidos graxos, verificou-se que a F3 (2% de *Spirulina* e 25% de óleo de chia) apresentou maior teor total de ácidos graxos poli-insaturados (11519,74 mg 100 g⁻¹ de amostra), diferindo significativamente das demais formulações ($p < 0,05$), o que é importante pois os ácidos graxos poli-insaturados auxiliam na redução do risco de doenças, além de melhorar as características funcionais dos alimentos por fornecer ácidos graxos. Os índices trombogênicos (IT) e aterogênico (IA) foram de 0,08 a 0,13 e 0,11 a 0,16 respectivamente, valores considerados adequados na prevenção de doenças coronarianas. Em relação aos atributos sensoriais de aparência, cor, sabor, textura e impressão global avaliados, foi possível observar que a F3 apresentou maior aceitação em comparação às demais formulações. Verificou-se que os menores índices de aceitação para todos os atributos sensoriais avaliados foram para os ensaios com maior concentração de SP (F4 e F5). Em relação a impressão global, as três formulações apresentaram valores superiores a 70%, admitido como percentual mínimo de índice de aceitabilidade. Os resultados indicam que a adição de SP (2%) e OC (25%) pode ser uma alternativa para aumentar os teores de proteínas e ácidos graxos poli-insaturados em biscoitos tipo *cookie*, e apresenta potencial tecnológico para aplicação em produtos panificáveis.

Palavra-chave: alimento funcional; alimentos integrais; doença celíaca; microalgas.

ABSTRACT

In the last decade there has been an increase in the consumption of gluten-free cookies and cereals, as they serve not only clinically diagnosed celiac patients, but also consumers seeking to reduce or even exclude gluten from their diet. Thus, this work aimed to prepare gluten-free cookies, enriched with *Spirulina platensis* and chia oil, using brown rice flour to replace wheat flour. A complete 2² factorial design was applied to define the proportions of *Spirulina platensis* (SP) and chia oil (OC) to be added to the different cookie formulations. Seven tests were obtained from the addition of SP (2 to 8 g/100 g of brown rice flour) and OC (10 to 25 g/100 g of brown rice flour), designated as F1 to F7. In addition to these, a standard formulation (FP) was developed. The proximate composition, physicochemical properties, texture and fatty acid profile, microbiological quality and sensory evaluation were characterized. For proximate composition and physicochemical analyzes the values ranged from 4.39 to 6.33% for moisture, from 2.30 to 2.72% for ash, from 5.12 to 9.31% for proteins, from 11.02 to 17.99% for lipids, 66.68 to 73.04% for carbohydrates, 6.80 to 7.03 for pH and 58.27 to 62.41 for total color difference (ΔE). Water activity showed no significant difference ($p < 0.05$) between formulations F1 to F7, with an average result of 0.2500. In the texture profile, the hardness parameter presented values ranging from 8.49 to 25.95 kgf, while fracturability varied from 6.72 to 8.96 mm, with no significant difference ($p < 0.05$) between the formulations. Therefore, the proximate composition, physical-chemical properties and texture profile remained in accordance with technological aspects for biscuit development. In the fatty acid profile, it was found that F3 (2% *Spirulina* and 25% chia oil) presented a higher total content of polyunsaturated fatty acids (11519.74 mg 100 g⁻¹ of sample), differing significantly of the other formulations ($p < 0.05$), which is important because polyunsaturated fatty acids help reduce the risk of diseases, in addition to improving the functional characteristics of foods by providing fatty acids. The thrombogenic (TI) and atherogenic (AI) indices were 0.08 to 0.13 and 0.11 to 0.16 respectively, values considered adequate for the prevention of coronary heart disease. In relation to the sensorial attributes of appearance, color, flavor, texture and overall impression evaluated, it was possible to observe that F3 showed greater acceptance compared to the other formulations. It was found that the lowest acceptance rates for all sensorial attributes evaluated were for the tests with the highest concentration of SP (F4 and F5). In relation to the overall impression, the three formulations presented values above 70%, admitted as a minimum percentage of acceptability index. The results indicate that the addition of SP (2%) and OC (25%) can be an alternative to increase the content of proteins and polyunsaturated fatty acids in cookie-type biscuits, and presents technological potential for application in bakery products.

Keyword: functional food; whole Foods; celiac disease; microalgae.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Imagens microscópicas de <i>Spirulina platensis</i>	21
Figura 2 - Biomassa da microalga <i>Spirulina</i>	25
Figura 3 - Fluxograma de produção dos biscoitos	31
Figura 4 - Massa, processo de estampagem e disposição na forma.....	31
Figura 5 - Cor dos biscoitos tipo <i>cookie</i> isentos de glúten enriquecidos com <i>Spirulina platensis</i> e óleo de chia e formulação padrão	45
Figura 6 - Gênero e idade dos provadores.....	58
Figura 7 - Profissão dos provadores	59
Figura 8 - Grau de instrução e renda familiar dos provadores.....	59
Figura 9 - Hábito e frequência de consumo de biscoitos tipo <i>cookie</i> e biscoitos sem glúten	60
Figura 10 - Tipo de biscoito mais consumido, critérios de avaliação na compra de biscoito, busca por alimentos saudáveis e hábito de consumo de alimentos sem glúten	61
Figura 11 - Conhecimento, hábito e frequência de consumo de <i>Spirulina platensis</i>	62
Figura 12 - Hábito e frequência de consumo de óleo de chia.....	63
Figura 13 - Intenção de compra de biscoitos tipo <i>cookie</i>	63
Figura 14 - Índice de aceitabilidade dos atributos aparência, aroma, cor, sabor, textura e impressão global das três formulações dos biscoitos tipo <i>cookie</i> isentos de glúten enriquecidos com <i>Spirulina platensis</i> e óleo de chia	65
Figura 15 - Análise de Componentes Principais (PCA) dos atributos aparência, aroma, cor, sabor, textura e impressão global das três formulações dos biscoitos tipo <i>cookie</i> isentos de glúten enriquecidos com <i>Spirulina platensis</i> e óleo de chia	67

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição de macronutrientes na <i>Spirulina platensis</i>	23
Tabela 2 - Composição de micronutrientes e pigmentos na <i>Spirulina platensis</i>	24
Tabela 3 - Percentuais de proteínas presentes em alguns alimentos	25
Tabela 4 - Receita padrão de biscoito tipo <i>cookie</i>	29
Tabela 5 - Matriz do planejamento experimental fatorial completo 2 ² com valores codificados e reais (entre parênteses) das variáveis estudadas para o enriquecimento nutricional dos biscoitos tipo <i>cookie</i> isentos de glúten enriquecidos com <i>Spirulina platensis</i> e óleo de chia	30
Tabela 6 - Formulações dos biscoitos tipo <i>cookie</i> isentos de glúten enriquecidos com <i>Spirulina platensis</i> e óleo de chia	30
Tabela 7 - Composição centesimal (g/100g) das formulações dos biscoitos tipo <i>cookie</i> isentos de glúten enriquecidos com <i>Spirulina platensis</i> e óleo de chia e formulação padrão	39
Tabela 8 - Resultados de pH e Aw das formulações dos biscoitos tipo <i>cookie</i> isentos de glúten enriquecidos com <i>Spirulina platensis</i> e óleo de chia e formulação padrão	43
Tabela 9 - Parâmetros de cor das formulações dos biscoitos tipo <i>cookie</i> isentos de glúten enriquecidos com <i>Spirulina platensis</i> e óleo de chia e formulação padrão	44
Tabela 10 - Parâmetros de dureza e fraturabilidade dos biscoitos tipo <i>cookie</i> isentos de glúten enriquecido com <i>Spirulina platensis</i> e óleo de chia e formulação padrão	45
Tabela 11 - Perfil de ácidos graxos, somatória e razões dos grupos de ácidos graxos obtidos para os ingredientes biomassa de <i>Spirulina platensis</i> e óleo de chia	48
Tabela 12 - Perfil de ácidos graxos das formulações dos biscoitos tipo <i>cookie</i> isentos de glúten enriquecidos com <i>Spirulina platensis</i> e óleo de chia e formulação padrão (mg 100 g ⁻¹ de amostra).....	50
Tabela 13 - Índices de qualidade dos ácidos graxos dos biscoitos tipo <i>cookie</i> isentos de glúten enriquecidos com <i>Spirulina platensis</i> e óleo de chia e formulação padrão	54
Tabela 14 - Efeitos das variáveis independentes sobre os índices de AGPI / AGS, n-6 / n-3, IA e IT	56
Tabela 15 - Efeitos das variáveis independentes sobre os parâmetros de dureza e fraturabilidade.....	57
Tabela 16 - Resultados do teste de escala hedônica das três formulações de biscoitos tipo <i>cookie</i> isento de glúten enriquecidos com <i>Spirulina platensis</i> e óleo de chia	64

TABELA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AGMI	Ácidos graxos monoinsaturados
AGI	Ácidos graxos insaturados
AGS	Ácidos graxos saturados
AGPI	Ácidos graxos poli-insaturados
IA	Índice aterogênico
IT	Índice trombogênico
12:0	Ácido láurico
14:0	Ácido mirístico
15:1n-5	Ácido pentadecílico
16:0	Ácido palmítico
16:1n-7	Ácido palmitoléico
17:0	Ácido márgarico
17:1	Ácido margaroléico
18:0	Ácido esteárico
18:1n-9c	Ácido oleico
18:2n-6c	Ácido linoleico
18:3n-3	Ácido α -linolênico
18:3n-6c	Ácido linolênico
20:0	Ácido araquídico
20:1	Ácido gadoléico
20:4n-6	Ácido araquidônico
21:0	Ácido heneicosanoico
22:0	Ácido beênico
20:1n-9	Ácido gondóico
24:0	Ácido lignocérico

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVOS	16
2.1	Objetivo geral	16
2.2	Objetivos específicos	16
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
3.1	Alimentos funcionais	17
3.2	Biscoitos	17
3.3	Principais ingredientes empregados na elaboração de biscoitos tipo <i>cookies</i> isentos de glúten enriquecido com <i>Spirulina platensis</i> e óleo de chia	19
3.3.1	Farinha de arroz integral	19
3.3.2	<i>Spirulina platensis</i>	21
3.3.3	Óleo de chia	26
4	MATERIAL E MÉTODOS	29
4.1	Matéria-prima	29
4.2	Elaboração dos biscoitos tipo <i>cookie</i> isentos de glúten enriquecidos com <i>Spirulina platensis</i> e óleo de chia	29
4.3	Caracterização da composição centesimal, propriedades físico-químicas e perfil de textura	32
4.3.1	Perfil de ácidos graxos	33
4.4	Análise microbiológicas	35
4.5	Análise sensorial	36
4.6	Análises estatísticas dos dados	37
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
5.1	Composição centesimal	39
5.2	Propriedades físico-químicas	42
5.3	Perfil de textura	45
5.4	Perfil de ácidos graxos	47
5.4.1	Análise dos efeitos das variáveis estudadas no planejamento fatorial completo 2² sobre os índices do perfil de ácidos graxos e propriedades de textura	55

5.5	Caracterização microbiológica e análise sensorial	57
5.5.1	Caracterização dos provadores	58
5.5.2	Teste de aceitação	63
5.5.3	Análise de Componentes Principais (PCA).....	66
6	CONCLUSÕES	69
	REFERÊNCIAS	70
	APÊNDICE A – Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE). 82	
	APÊNDICE B – Modelo de ficha do teste de escala hedônica	89
	APÊNDICE C – Questionário para levantamento de dados	91

1 INTRODUÇÃO

O estilo de vida da população vem sofrendo mudanças e é diante desse cenário que as exigências do mercado alimentício voltaram-se para a produção de alimentos de rápido preparo e com boa qualidade nutricional e funcional (MONÇÃO *et al.*, 2020). Nesse sentido, destaca-se o aumento na procura por produtos sem glúten.

Porém, apesar das indústrias alimentícias ofertarem várias formulações sem glúten à base de cereais, avaliando-se as informações nutricionais observou-se menor concentração de proteínas em comparação aos alimentos na versão tradicional (WU *et al.*, 2015). Assim, para se obter melhorias tecnológicas nesses alimentos são utilizados amidos e farinhas não convencionais, que em combinação com outras fontes de proteína tornam-se uma ótima opção na elaboração desses produtos (JNAWALI; KUMAR; TANWAR, 2016).

De tal modo, é importante destacar a citação de Foschia, Beraldo e Peressini (2017), que indica que obter alimentos nutritivos sem glúten é um desafio para as indústrias de alimentos e exige muita pesquisa. Neste aspecto, a biomassa de *Spirulina platensis* destaca-se por seu percentual de proteínas de boa digestibilidade e o óleo de chia por seu perfil de ácidos graxos poli-insaturados, o que justifica o estudo da adição conjunta destes compostos em alimentos, como por exemplo em biscoitos.

Os biscoitos correspondem a um dos alimentos preferidos pelas crianças, entretanto, também são apreciados por jovens e adultos. A produção desse alimento no Brasil é expressiva e de acordo com dados da Associação Brasileira das Indústrias de Biscoito, o país é um dos líderes mundiais nesse setor. Em 2021, a produção movimentou cerca de R\$ 22,6 bilhões com aproximadamente 1,5 milhões de toneladas produzidas (ABIMAPI, 2023).

Dentre as opções de biscoitos consumidos na contemporaneidade estão os do tipo *cookie*, que além de apresentarem ótima aceitação, também são conhecidos por terem ampla vida útil (VIANA *et al.*, 2020). Além disso, é importante destacar que suas características nutritivas podem ser melhoradas a partir da substituição e incorporação de ingredientes funcionais e/ou sem glúten (RODRIGUES *et al.*, 2014; MOSQUERA *et al.*, 2017; BHAT; WANJ; HAMDANI, 2020; BARREIRO *et al.*, 2022).

De acordo com Gómez (2015) e Barreiro *et al.* (2022) os biscoitos sem glúten disponíveis no mercado caracterizam-se por terem substituição da farinha de trigo por

farinha de feijão ou farinha de soja, ricas em carboidratos, mas deficientes em proteínas. Neste aspecto, a adição de biomassa de *Spirulina platensis* corresponde a uma alternativa, tendo-se em vista sua composição proteica.

A *Spirulina platensis* possui uma composição rica em macro e micronutrientes contendo um alto teor de proteínas (70%), seguido de carboidratos (15%), lipídios (5%) e minerais (7%), sendo conhecida por apresentar um perfil de aminoácidos essenciais equilibrado (UZLASIR *et al.*, 2023).

De acordo com Lafarga *et al.* (2020) a *Spirulina* sp. é classificada como um superalimento, especialmente pelo seu alto teor de proteínas, vitaminas (A, B, C, D, E), minerais (ferro, potássio, sódio), polifenóis, polissacarídeos e fibras. Segundo a *Food and Drug Administration* (FDA), ela é considerada como *Generally Recognized as Safe* (GRAS), o que garante sua comercialização e seu uso como alimento seguro (AMBROSI *et al.*, 2008; SONI; SUDHAKAR; RANA, 2017; FAN *et al.*, 2018).

Outra alternativa interessante para o enriquecimento de biscoitos tipo *cookie* é o óleo de chia, que vem sendo estudado devido às suas propriedades funcionais, que estão relacionadas a sua alta concentração de ácidos graxos poli-insaturados, em que o ácido n-3-linolênico é o componente predominante (64,5 a 69,3%) (IXTAINA *et al.*, 2010; AMATO *et al.*, 2015). Além disso, o óleo de chia possui compostos bioativos como tocoferóis, polifenóis, carotenoides e fósforo além de compostos fenólicos como o ácido clorogênico, os ácidos cafeicos, a miricetina, a quercetina e o kaempferol (IXTAINA *et al.*, 2010; CARDOSO *et al.*, 2020).

O potencial antioxidante do óleo de chia tem sido reconhecido, demonstrando eficácia na redução do estresse oxidativo e da peroxidação lipídica (SILVA MARINELLI *et al.*, 2015; CARDOSO *et al.*, 2020). Seu componente principal, o ácido n-3-linolênico, tem sido objeto de estudo devido aos seus potenciais benefícios à saúde. Dentre esses, destaca-se sua capacidade cardioprotetora e hepatoprotetora (POUDYAL *et al.*, 2012), bem como seu papel na melhoria do sistema imunológico e na promoção do bem-estar, inclusive no tratamento da depressão (MISCHOULON; FREEMAN, 2013). Além disso, evidências sugerem que o ácido n-3-linolênico pode desempenhar um papel na prevenção de uma variedade de doenças, incluindo câncer, diabetes, colesterol elevado, problemas cardíacos, doença de Alzheimer e osteoporose (ARIHARA, 2014; KHAN *et al.*, 2013; SHEIKH *et al.*, 2017; CARDOSO *et al.*, 2020).

Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo desenvolver biscoitos tipo *cookie* isentos de glúten enriquecidos com *Spirulina platensis* e óleo de chia, e

avaliar as propriedades centesimais, físico-químicas, microbiológicas e sensoriais desse produto.

O fator determinante para a escolha da microalga *Spirulina platensis* foi seu elevado teor de proteínas enquanto o óleo de chia devido a seu perfil de ácidos graxos poli-insaturados. Desse modo, objetivou-se melhorar a qualidade tecnológica desses produtos e obter um alimento saudável e funcional destinado aos que buscam reduzir o consumo de glúten em sua dieta, especialmente aos consumidores com intolerância ao glúten, os celíacos.

A doença celíaca é um distúrbio intestinal causado pelo glúten em indivíduos geneticamente predispostos (LEBWOHL; SANDERS; GREEN, 2018). O tratamento para essa doença é uma dieta sem glúten pois essa restrição acaba por normalizar a sorologia, curar os danos à mucosa e levar à redução dos sintomas (NILSSON et al., 2023), o que justifica o estudo das diferentes formulações de biscoitos tipo *cookie* isentos de glúten nesse trabalho.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Elaborar biscoitos tipo *cookie* isentos de glúten, enriquecidos com *Spirulina platensis* e óleo de chia, usando farinha de arroz integral em substituição à farinha de trigo.

2.2 Objetivos específicos

- Avaliar a substituição de ingredientes de uma formulação padrão de biscoito tipo *cookie* por óleo de chia e farinha de arroz integral, e a adição da biomassa de *Spirulina platensis*, pela aplicação de técnicas de planejamento experimental;
- Caracterizar as formulações de biscoitos com relação à composição centesimal (umidade, cinzas, proteína, lipídios e carboidratos totais) e às propriedades físico-químicas (pH, Aw e cor);
 - Avaliar o perfil de textura (dureza e fraturabilidade) do produto;
 - Identificar o perfil de ácidos graxos saturados (AGS), monoinsaturados (AGMI) e poli-insaturados (AGPI) da biomassa de *Spirulina platensis*, do óleo de chia e das formulações de biscoitos tipo *cookie*;
 - Realizar a caracterização microbiológica e sensorial dos *cookies*;
 - Verificar a intenção de compra dos biscoitos tipo *cookie* com adição de biomassa de *Spirulina platensis* e óleo de chia.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Alimentos funcionais

O termo “alimentos funcionais” foi utilizado pela primeira vez no Japão, em meados da década de 80, o que introduziu uma regulamentação específica para esses produtos, que apresentavam um selo de aprovação do Ministério da Saúde e Bem-Estar (CAÑAS; BRAIBANTE, 2019). Na contemporaneidade, esses produtos estão presentes em vários países, enquadrados em suas legislações específicas.

Ballini *et al.* (2023), definem como funcional o alimento que apresenta benefícios para uma ou mais funções fisiológicas com melhoria da saúde ou a diminuição do risco de desenvolver doenças, além de sua composição nutricional básica.

Os alimentos funcionais podem ser enriquecidos com vitaminas, minerais, ácidos graxos poli-insaturados, probióticos, prebióticos, fibras alimentares e outros compostos bioativos (HENRIQUE *et al.*, 2018; BAKER *et al.*, 2022). Os compostos mais comuns nesses alimentos funcionais são os antioxidantes, como os polifenóis, carotenoides e vitamina C (HENRIQUE *et al.*, 2018).

Nesse sentido, os alimentos e ingredientes funcionais podem ser categorizados de duas maneiras distintas. Primeiramente, podem ser classificados de acordo com a fonte de onde são obtidos, podendo ser de origem vegetal ou animal. Em segundo lugar, podem ser classificados com base nos benefícios que oferecem, agindo em seis áreas específicas do organismo: no sistema gastrointestinal, no sistema cardiovascular, no metabolismo de substratos, no crescimento, no desenvolvimento e diferenciação celular, no comportamento das funções fisiológicas e como antioxidantes (SOUZA *et al.*, 2003; HENRIQUE *et al.*, 2018).

O interesse da população por alimentos funcionais vem crescendo (em média mais de 50% ao ano) devido à sua importância para a saúde. Além disso, segundo Cruz *et al.* (2017) mais de 60% das pessoas confiam e acreditam nos resultados benéficos do consumo desse tipo de alimento.

3.2 Biscoitos

A Resolução da Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária nº 263 de 22 de setembro de 2005 define biscoitos ou bolachas como

“Biscoitos ou Bolachas: são os produtos obtidos pela mistura de farinha(s), amido(s) e ou fécula(s) com outros ingredientes, submetidos a processos de amassamento e cocção, fermentados ou não. Podem apresentar cobertura, recheio, formato e textura diversos.” (BRASIL, 2005, p. 02).

Conforme dados divulgados pela Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães & Bolos Industrializados (ABIMAPI), o setor de biscoitos registrou um marco histórico em suas exportações em 2022, alcançando um faturamento recorde de USD 273,3 milhões. Isso representa um aumento de 11% em relação ao mesmo período de 2021, que totalizou USD 245,5 milhões. Para o ano seguinte, a ABIMAPI projeta um crescimento mais estável, com previsão de aumento de 10% em faturamento e 15% em volume de exportações, à medida que alguns mercados, impactados pela pandemia, retomam sua demanda habitual (ABIMAPI, 2023).

A categoria de biscoitos se destacou, movimentando 53% do valor total do setor, atingindo a marca inédita de USD 145 milhões em exportações, ultrapassando 70 mil toneladas (ABIMAPI, 2023). Este segmento registrou um crescimento significativo de 26% em valor e 6% em volume, comparado a 2021.

Segundo Rodrigo Iglesias, Diretor Internacional da ABIMAPI, os biscoitos desempenham um papel crucial nas exportações do setor, sendo historicamente um dos produtos mais exportados e distribuídos globalmente (ABIMAPI, 2023).

No entanto, estes produtos geralmente possuem alto teor de carboidratos, gorduras e baixa quantidade de fibras (CHRIST-RIBEIRO *et al.*, 2021). Devido a isso, os biscoitos têm sido alvo de muitos estudos com o objetivo de torná-los mais saudáveis, por meio da adição de fibras, proteínas e melhoria do perfil lipídico, visto que é um produto que geralmente tem uma alta concentração de ácidos graxos trans (SAVLAK, 2020; AGRAHAR-MURUGKAR, 2020).

Os lipídios vegetais são os mais utilizados na fabricação de biscoitos. Eles influenciam diretamente na textura e aparência do produto, sendo que o teor e o tipo de lipídio determinam essas características. Por exemplo, biscoitos com alto teor de gordura vegetal são mais macios e quebradiços, enquanto aqueles com baixo teor de gordura são mais secos e duros. A gordura vegetal também pode afetar a estabilidade

oxidativa do biscoito. Em altas quantidades, ela pode tornar o produto mais suscetível à rancidez oxidativa, um processo que altera o sabor, o aroma e a cor do alimento. No entanto, ácidos graxos saturados, que são mais estáveis, podem ajudar a proteger o biscoito da rancidez oxidativa (SANTOS, 2007; MILIĆEVIĆ *et al.*, 2020; EKIN *et al.*, 2021; PEREZ-SANTANA *et al.*, 2021; VENZEL *et al.*, 2022).

Outro aspecto a ser considerado refere-se aos alimentos processados sem glúten, que correspondem a um desafio para a indústria alimentícia e exigem muita pesquisa quanto aos ingredientes e o preparo, em busca de produtos com alto valor nutritivo e que venham a suprir esta deficiência (FOSCHIA; BERALDO; PERESSINI, 2017).

Entretanto, uma dieta isenta de glúten muda as opções alimentares e afeta os padrões e escolhas dos alimentos, o que se faz necessário no caso das pessoas celíacas. De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2023), 1% da população mundial tem diagnóstico de doença celíaca, desencadeada pela ingestão de glúten, o que no Brasil corresponde a aproximadamente 2 milhões de indivíduos.

E, na busca por melhorias tecnológicas, nutricionais e funcionais nos alimentos isentos de glúten, incluindo os biscoitos, tem crescido o uso de amidos, farinhas (diferentes do trigo), hidrocolóides, gomas, pectinas, hidroximetilcelulose, gomas xantanas e, proteínas vegetais e animais (JNAWALI; KUMAR; TANWAR, 2016).

Nesse sentido, destaca-se uma alternativa que vem ganhando destaque para suprir as deficiências proteicas de biscoitos isentos de glúten, que consiste na inserção da biomassa de microalgas nas formulações (BLEAKLEY; HAYES, 2017). As microalgas correspondem a uma alternativa alimentar saudável e rica em proteínas e nutrientes essenciais para as necessidades da população (BUONO *et al.*, 2014; SONI; SUDHAKAR; RANA, 2017).

3.3 Principais ingredientes empregados na elaboração de biscoitos tipo *cookies* isentos de glúten enriquecido com *Spirulina platensis* e óleo de chia

3.3.1 Farinha de arroz integral

O arroz (*Oryza sativa* L.) é um cereal fundamental para a alimentação global, fornecendo energia e proteína para uma grande parte da população mundial, além disso, desempenha um papel crucial tanto em termos econômicos quanto sociais,

especialmente em países em desenvolvimento, como o Brasil (BASSINELLO, LUZ; FERREIRA, 2017; OLIVEIRA, 2017).

O arroz é composto por amido (cerca de 90%) e outros carboidratos como a sacarose, a glicose e a frutose e, proteínas, as quais são hipoalergênicas (OLIVEIRA, 2017).

Outra característica importante do arroz é a quantidade do aminoácido lisina que varia entre 3% e 4%, o que representa um aumento de 50% em relação ao trigo, por isso, as proteínas do arroz são mais saudáveis e nutritivas para o consumo humano do que as de outros cereais. Os lipídios estão em maior quantidade no arroz integral, o que pode ser reduzido com o processo de branqueamento no arroz polido. Dessa forma, a variedade, o grau de polimento e o tipo de processamento podem influenciar a composição do arroz (OLIVEIRA, 2017).

Nesse cenário, a farinha de arroz é obtida pela moagem dos grãos integrais ou polidos, inteiros ou quebrados, que são obtidos no processo de beneficiamento. Nessa etapa, os grãos são submetidos a cisalhamento para que ocorra a redução da granulometria (QIN *et al.*, 2021).

A farinha de arroz é considerada um produto versátil e de sabor suave, com propriedades hipoalergênicas, baixos níveis de sódio, prolaminas e carboidratos de fácil digestão. Essas características justificam o fato de a farinha de arroz ser uma das mais indicadas para o desenvolvimento de produtos de panificação isentos de glúten, já que apresenta propriedades benéficas de digestibilidade e absorção (CAPPELLI; OLIVA; CINI, 2020; FRANCO; GARCIA; SILVA, 2020; SAITO *et al.*, 2022; MORAES; SILVA, 2023).

Entretanto, a farinha de arroz apresenta uma limitação na elaboração de produtos de panificação, pois não suporta o desenvolvimento de rede proteica como o glúten. Assim, é importante combinar essa farinha com outras farinhas, amidos, hidrocolóides e enzimas a fim de minimizar a ausência da matriz de glúten e melhorar as propriedades reológicas da massa (FRANCO; GARCIA; SILVA, 2020).

De acordo com estudos conduzidos por Qadir e Wani (2023), foi observado que as farinhas derivadas do arroz integral demonstraram características superiores em diversos aspectos nutricionais em comparação com as farinhas de arroz polido. Essas incluem um maior teor de fibra alimentar total, capacidade de absorção de óleo, capacidade de formação e estabilidade da emulsão, teor de amido resistente e atividade antioxidante mais elevada. Além disso, constatou-se que a farinha de arroz

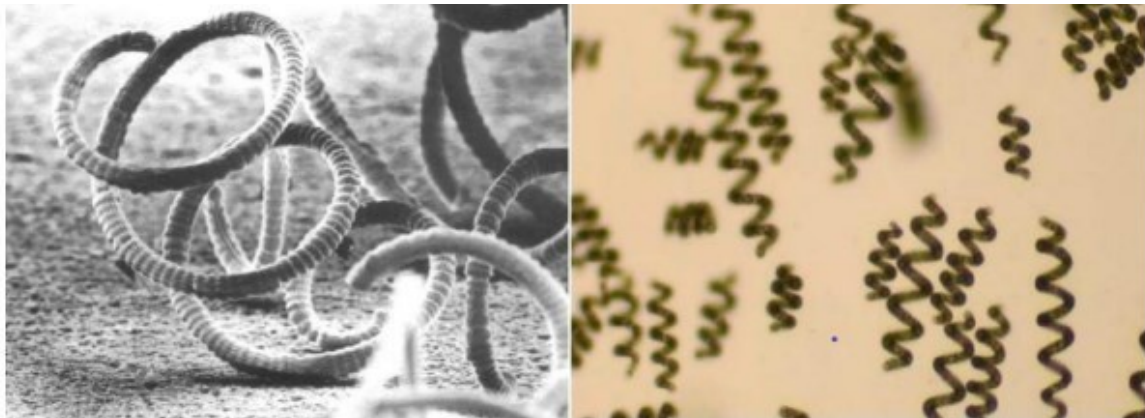
integral possui um índice glicêmico menor. Portanto, a incorporação da farinha de arroz integral na produção de produtos de panificação sem glúten pode representar uma estratégia eficaz para melhorar seu valor nutricional e consequentemente beneficiar a saúde dos consumidores (Qadir e Wani, 2023).

3.3.2 *Spirulina platensis*

A *Spirulina platensis* ou *Arthrospira platensis* é uma cianobactéria, mais comumente conhecida como alga verde azulada (Figura 1), que pertence ao filo *Cyanophyta*, com surgimento há 3500 anos (DESMORIEUX; NADÈG, 2005; SONI; SUDHAKAR; RANA, 2019; YANG *et al.*, 2020).

Esta microalga é unicelular, fotossintética, filamentosa, espiral, sem ramificação, com tamanho de cerca de 0,5 mm de comprimento e com alta capacidade de sintetizar micronutrientes e macronutrientes (ÇELEKLI; YAVUZATMACA; BOZKURT, 2009; JAESCHKE *et al.*, 2019).

Figura 1 - Imagens microscópicas de *Spirulina platensis*



Fonte: Elfar *et al.* (2022)

A *Spirulina* sp. pode ser encontrada na África e na América Latina, e está ganhando popularidade em muitas partes do mundo devido à sua adaptabilidade a diferentes condições ambientais, incluindo pântanos, solos, lagos alcalinos, águas (salobras, marinhas e doces), além de alta temperatura e intensa luminosidade (TROTTA *et al.*, 2022). Na contemporaneidade cerca de 58 espécies são conhecidas, mas a *Spirulina platensis* e a *Spirulina maxima* são as mais cultivadas (OLIVEIRA *et al.*, 2013; BORTOLINI *et al.*, 2022).

No Brasil, a espécie *Spirulina platensis* é a mais comum, tendo como seu *habitat* natural a Lagoa da Mangueira, situada entre a Lagoa dos Patos e o Oceano Atlântico, no Rio Grande do Sul (PELIZER *et al.*, 2003; ANDRADE; COSTA, 2008; SANTOS, 2013; SHOW; LEE; CHANG, 2013; SHOW *et al.*, 2015; JONH, 2016). Também é encontrada no Pantanal na região Salitrada Campo Dora (MS), nas lagoas Salinas do Meio (RS) (PELIZER *et al.*, 2003; ANDRADE; COSTA, 2008; SANTOS, 2013; SHOW; LEE; CHANG, 2013; SHOW *et al.*, 2015; JONH, 2016) e no semiárido nordestino paraibano (ECYCLE, 2019).

A *Spirulina platensis* destaca-se por ser atóxica e pelo elevado percentual de proteínas (aminoácidos essenciais), carboidratos e lipídios, como os ácidos graxos poli-insaturados, a exemplo do ácido γ -linolênico (DA SILVA VAZ *et al.*, 2016; LAFARGA, 2019; MEHAR *et al.*, 2019; SONI; SUDHAKAR; RANA, 2019; EL BAKY; EL BAROTY; MOSTAFA, 2020; MONTALVO *et al.*, 2020; YANG *et al.*, 2020; NAKATA *et al.*, 2021; ALFADHLY *et al.*, 2022; ELFAR *et al.*, 2022), conforme apresentado na Tabela 1.

Também é rica em vitaminas (do complexo B, C, A, E, H e K) e minerais (P, Zn, K, Mn, Mg, Na, Ca, Cu, Cr, Se e Fe), além de pigmentos (clorofila, ficocianina, β -caroteno e astaxantina), ficobiliproteínas, compostos fenólicos e antioxidantes (DA SILVA VAZ *et al.*, 2016; LAFARGA, 2019; MEHAR *et al.*, 2019; SONI; SUDHAKAR; RANA, 2019; EL BAKY; EL BAROTY; MOSTAFA, 2020; MONTALVO *et al.*, 2020; YANG *et al.*, 2020; NAKATA *et al.*, 2021; ALFADHLY *et al.*, 2022; ELFAR *et al.*, 2022), conforme apresentado na Tabela 2.

De maneira complementar, Montalvo *et al.* (2020) destacam outros motivos de interesse por essa microalga: ser considerada *Generally Recognised as Safe* (GRAS) e ter histórico como suplemento alimentar e agente nutracêutico (MEHAR *et al.*, 2019; SONI; SUDHAKAR; RANA, 2019; YANG *et al.*, 2020; NAKATA *et al.*, 2021).

E, é devido a essas características que essa microalga foi nomeada pela Organização Mundial da Saúde como o melhor alimento saudável do século XXI (LIU *et al.*, 2016).

Tabela 1 - Composição de macronutrientes na *Spirulina platensis*

	CONCENTRAÇÃO	UNIDADE
Carboidratos	15 - 25	%
Proteínas	65 - 71	%
	Alanina	7,7 - 46,6 mg/g
	Arginina	7,9 - 47,6 mg/g
	Ácido Aspártico	12,1 - 72,8 mg/g
	Cisteína	0,9 - 5,6 mg/g
	Ácido glutâmico	4,1 - 84,4 mg/g
	Glicina	5,3 - 31,9 mg/g
	Histidina	2,5 - 15,0 mg/g
	Isoleucina	5,4 - 32,6 mg/g
	Leucina	8,2 - 48,9 mg/g
Aminoácidos	Lisina	4,4 - 26,2 mg/g
	Metionina	2,2 - 13,3 mg/g
	Fenilalanina	4,5 - 26,1 mg/g
	Prolina	4,1 - 24,7 mg/g
	Serina	4,4 - 26,5 mg/g
	Treonina	4,7 - 28,1 mg/g
	Triptofano	1,4 - 8,5 mg/g
	Tirosina	4,0 - 23,8 mg/g
	Valina	6,2 - 37,4 mg/g
Fibras	4,0-7,0	%
Lipídios	6,0-12,0	%
	γ -Linolênico	30,00 mg/g
Ácidos graxos	Linolênico Essencial	33,00 mg/g
Ômega-6	Dihomogamma Linolênico	1,59 mg/g
	α -Linolênico	0,04 mg/g
	Docosahexaenóico	0,04 mg/g
Ácidos graxos	Palmitoleico	5,90 mg/g
Ômega-3	Oleico	0,50 mg/g
	Erúcico	0,07 mg/g

Fonte: Elfar et al. (2022, p. 14686)

Tabela 2 - Composição de micronutrientes e pigmentos na *Spirulina platensis*

	CONCENTRAÇÃO	UNIDADE	
Vitaminas hidrossolúveis	Vitamina B1 ou Tiamina	238,00	mg/g
	Vitamina B2 ou Riboflavina	99,00	mg/g
	Vitamina B3 ou niacina	3,67	mg/g
	Vitamina B5 ou ácido pantotênico	3,40	mg/g
	Vitamina B6 ou piridoxina	13,20	mg/g
	Vitamina B9 ou folato	94,00	µg/g
	Vitamina B12 ou cianocobalamina	6,60	µg/g
	Vitamina H ou biotina	1,00	mg/g
	Colina	66,00	mg/g
	Vitamina C ou ácido ascórbico	58,80	mg/g
Vitaminas lipossolúveis	Vitamina A	29,00	µg/g
	Vitamina E ou D-tocoferol	5,00	mg/g
	Vitamina K ou fitomenadiona	25,20	µg/g
Minerais	Cálcio	1,68	mg/g
	Magnésio	2,55	mg/g
	Ferro	0,52	mg/g
	Fósforo	9,18	mg/g
	Potássio	18,30	mg/g
	Sódio	10,98	mg/g
	Boro 0,30	0,30	mg/g
	Manganês	0,19	µg/g
	Zinco	0,20	µg/g
	Cobre	0,30	µg/g
Molibdênio	0,30	µg/g	
Fitopigmentos	Carotenoides totais	0,551	%
	β-carotenoides	0,243	%
	α-caroteno	7,50	µg/g µg/g
	β-caroteno	1900,00	%
	Clorofila	1,472	%
	Xantofilas	0,27	%
	Zeaxantina	0,128	%
Ficocianina	14,18		
Energia	2,9	Kcal/g	

Fonte: Elfar et al. (2022, p. 14686 - 14687)

Ainda em relação à composição nutricional, pode-se observar na Tabela 3 que a *Spirulina platensis* destaca-se por seu teor proteico, em comparação a outros alimentos. Cabe salientar que a qualidade nutricional das proteínas está associada à sua composição, facilidade de absorção e importância biológica. (RICHMOND, 2004; THARWAT; ALTURKI, 2014).

Tabela 3 - Percentuais de proteínas presentes em alguns alimentos

Alimentos	Proteína Bruta (% base seca)
<i>Spirulina</i> em pó	65
Ovo de galinha	47
Levedura de cerveja	45
Leite em pó desnatado	37
Queijo	36
Bife Bovino	22
Peixe	22

Fonte: Koru (2012)

Conforme mencionado, a *Spirulina platensis* se destaca por seu valor nutritivo e assim também sua biomassa, utilizada como suplemento (Figura 2). No Brasil, segundo a legislação, a *Spirulina* sp. está enquadrada na categoria de novos ingredientes, e quando utilizada em produtos, estes passarão a ter obrigatoriedade de registro. Além disso, a ingestão diária não deve exceder 1,6 g (BRASIL, 2008).

Figura 2 - Biomassa da microalga *Spirulina*

Fonte: Soni, Sudhakar e Rana (2017)

A inclusão de *Spirulina* sp. na suplementação de alimentos é significativa devido à sua concentração de vitamina B12 e vitamina B9, importantes para o funcionamento adequado dos sistemas corporais. Também possui cálcio (1,3 a 1,4 g/Kg), fósforo (6,7 a 9,0 g/Kg) e potássio (6,4 a 15,4 g/Kg), além de ferro, cobre e zinco, presentes em menor quantidade. Esses nutrientes são importantes para os seres humanos por manter o funcionamento metabólico do organismo, conservar a pele e as mucosas e, manter os dentes e ossos (BECKER, 1994; BROWN *et al.*, 1999; AMBROSI *et al.*, 2008; NEHER *et al.*, 2018).

A National Aeronautics and Space Administration (NASA) tem utilizado a *Spirulina* sp. como suplemento alimentar devido às suas propriedades benéficas para o sistema imunológico e capacidade de reduzir inflamações celulares (KARKOS *et al.*, 2011). Além disso, diversos autores destacam seu uso na forma de comprimidos para

diferentes faixas etárias (ADIBA et al., 2011; PAPALIA; SIDARI; PANUCCIO, 2019; LAFARGA et al., 2020).

A microalga *Spirulina* sp. possui ação antioxidante, anti-inflamatória, antimicrobiana, antifúngica, citotóxica e de inibição enzimática, devido aos componentes bioativos presentes em sua estrutura química, a exemplo dos compostos fenólicos (COLLA; FURLONG; COSTA, 2007; AMBROSI *et al.*, 2008; HAJIMAHMOODI et al., 2010; SOUZA et al., 2015; WU et al., 2015; CONCEIÇÃO et al., 2017; MALLIKARJUN et al., 2015).

3.3.3 Óleo de chia

A chia (*Salvia hispanica* L.) é uma planta herbácea anual pertencente à família botânica Lamiaceae, originária do sul do México e norte da Guatemala. Recentemente, essa espécie foi introduzida no mercado agrícola da América do Sul, em virtude de sua notável concentração lipídica nas sementes (DA SILVA MARINELI *et al.*, 2014; MARTÍNEZ *et al.*, 2015).

A chia conquistou um lugar especial na culinária brasileira, principalmente na forma de farinha ou sementes. Sua versatilidade permite que ela seja facilmente incorporada a diversos alimentos, como iogurtes, bolos, cookies, pães sem glúten, chocolates, tortilhas de milho, entre outras (DA SILVA et al., 2016; INGLETT; CHEN; LIU, 2016; COELHO; DE LAS MERCEDES, 2015; GOHARA et al., 2013; RENDÓN-VILLALOBOS et al., 2012; BORNEO; AGUIRRE; LEÓN, 2010). A mucilagem da chia também já encontrou espaço em receitas de bolos, expandindo ainda mais as possibilidades culinárias com essa semente (BORNEO; AGUIRRE; LEÓN, 2010). No entanto, um ingrediente derivado da chia ainda guarda um grande potencial a ser explorado: o óleo de chia.

O óleo de chia se destaca como um dos mais saudáveis disponíveis no mercado, e a razão para isso reside em sua composição única. Ele é rico em ácidos graxos poli-insaturados (AGPI), especialmente ácido n-3-linolênico e ácido n-9-linoléico, que são essenciais para a saúde humana (DA SILVA MARINELI et al., 2014; MARTÍNEZ et al., 2015; TIMILSENA et al., 2017). O que diferencia o óleo de chia de outros óleos é a alta proporção desses dois ácidos graxos essenciais, que juntos representam mais de 80% da sua composição. Essa característica o torna um

alimento funcional com diversos benefícios para o organismo, conferindo-lhe uma reputação de saudabilidade (SEGURA-CAMPOS et al., 2014; TIMILSENA et al., 2017).

Os AGPI, como o ácido n-3-linolênico e o ácido n-6-linoléico são importantes por contribuir para a saúde cardiovascular prevenindo doenças cardíacas. Além disso, esses ácidos graxos também auxiliam no bom funcionamento do cérebro e da retina (WOOD et al., 2015; SPRYNSKYY et al., 2022). Pesquisas realizadas por Silval, Junior e Soares (2007) indicaram que os AGPI podem auxiliar na redução do risco de doenças como câncer de cólon e doenças imunológicas. Nesse sentido, consumir alimentos ricos em AGPI, como peixes, oleaginosas e óleos vegetais, consiste em uma ótima maneira de garantir os benefícios desses ácidos graxos.

Manter uma dieta equilibrada é crucial para a saúde, e isso inclui a proporção adequada de ácidos graxos n-6 / n-3. Esses ácidos graxos desempenham papel fundamental no organismo, porém não são sintetizados endogenamente, tornando-se imprescindível obtê-los por meio da dieta. A chia emerge como uma opção promissora para contribuir com o equilíbrio dos ácidos graxos, dado seu teor elevado de ácido alfa-linolênico (ALA), um tipo de ácido graxo n-3 associado a diversos benefícios para a saúde. Entretanto, vale ressaltar que o consumo de chia deve ser moderado, como com qualquer outro alimento (SIMOPOULOS, 2010; DENNIS; NORRIS, 2015; HERMIDA; GALLARDO, 2015).

A relação entre os ácidos graxos poliinsaturados (AGPI) n-6 / n-3 é um assunto de amplo debate na área de alimentos. Diversas entidades e pesquisadores, como o Dietary Reference Intakes (DRI), a FAO/OMS e Simopoulos (2010), propõem diferentes proporções para o consumo desses ácidos graxos.

O DRI, referência norte-americana para ingestão de nutrientes, sugere uma proporção de 2:1 entre os AGPI n-6 e n-3. Essa abordagem visa assegurar um equilíbrio adequado de ambos os ácidos graxos, evitando excessos que possam desencadear desequilíbrios fisiológicos. Por outro lado, a FAO e a OMS propõem uma margem mais ampla, entre 5:1 e 10:1. Essa perspectiva reconhece a importância dos dois tipos de ácidos graxos, enquanto permite uma flexibilidade maior na dieta, considerando as necessidades individuais e os padrões alimentares de cada população. Por sua vez, Simopoulos (2010) advoga por uma proporção mais restrita, entre 3:1 e 4:1, respaldada por estudos que destacam os benefícios de reduzir o consumo de AGPI n-6 e aumentar o de AGPI n-3 na prevenção de doenças.

Entretanto, independentemente da proporção ideal, é crucial garantir um consumo regular de ambos os tipos de AGPI, o que pode ser alcançado por meio da diversificação de fontes alimentares.

Nas últimas décadas, observou-se um aumento significativo na proporção de ácidos graxos poli-insaturados (AGPI) n-6 / n-3 na dieta ocidental. Essa alteração, impulsionada por mudanças no setor agrícola e na agricultura contemporânea, pode acarretar implicações para a saúde humana. Do ponto de vista agrônomo, destaca-se o incremento na produção de grãos e óleos vegetais ricos em n-6, como milho, girassol, caroço de algodão e soja. A prática da monocultura e o uso de fertilizantes sintéticos contribuem para a redução dos AGPI n-3 nos alimentos. Adicionalmente, o processamento industrial de alimentos pode aumentar a presença de AGPI n-6 e diminuir AGPI n-3. Essas transformações resultam em uma dieta na qual os alimentos mais consumidos são abundantes em AGPI n-6, mas escassos em AGPI n-3 (SIMOPOULOS, 2010).

Nesse sentido, uma alternativa interessante para o enriquecimento de biscoitos é por meio do uso do óleo de chia em associação com a *Spirulina platensis*, compostos que vem sendo estudados devido às suas características funcionais e nutritivas.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Matéria-prima

As matérias-primas utilizadas para a elaboração dos biscoitos tipo *cookie* isentos de glúten enriquecidos com *Spirulina platensis* e óleo de chia, foram: farinha de arroz integral (URBANO®), açúcar refinado (ALTO ALEGRE®), açúcar mascavo (MAYER'S®), óleo de chia (PAZZE®), ovos *in natura*, fermento em pó químico (Dr. OETKER®), cacau em pó alcalino SC 100 (SOCAU®) e biomassa desidratada de *Spirulina platensis* (VIDA EM GRÃOS®), todos adquiridos no comércio local.

A elaboração das formulações dos biscoitos, as análises para determinação da composição centesimal, propriedades físico-químicas, microbiológicas e sensoriais, foram realizadas nas dependências dos Laboratórios de Pesquisa e de Ensino da UTFPR (Universidade Tecnológica Federal do Paraná) - Campus Medianeira.

4.2 Elaboração dos biscoitos tipo *cookie* isentos de glúten enriquecidos com *Spirulina platensis* e óleo de chia

Os biscoitos tipo *cookie* isentos de glúten enriquecidos com *Spirulina platensis* e óleo de chia foram elaborados no Laboratório de Panificação da UTFPR – Campus Medianeira.

As formulações estudadas foram derivadas de uma receita padrão definida na Tabela 4. Foram feitas adaptações com substituição de farinha de trigo por farinha de arroz integral, manteiga por óleo de chia e enriquecimento com biomassa de *Spirulina platensis*.

Tabela 4 - Receita padrão de biscoito tipo *cookie*

Ingredientes	g/100g de farinha*
Farinha de trigo	100
Açúcar refinado	35,4
Açúcar mascavo	33,3
Manteiga sem sal	27,3
Ovo	7,6
Bicarbonato de sódio	2,4
Sal	2,4
Essência de baunilha	1,5

* A proporção dos ingredientes foi calculada com base na massa de farinha de trigo (100%).

Fonte: Adaptado de Moraes, Miranda e Costa (2006)

Foram elaboradas sete formulações de biscoitos tipo *cookie* isentos de glúten conforme Tabelas 5 e 6, sendo que as concentrações de *Spirulina platensis* (SP) e óleo de chia (OC) seguiram um planejamento experimental fatorial completo 2², com F5, F6 e F7 representando as triplicatas do ponto central. Para fins comparativos também foi elaborada uma formulação padrão (FP), conforme Tabela 3.

Tabela 5 - Matriz do planejamento experimental fatorial completo 2² com valores codificados e reais (entre parênteses) das variáveis estudadas para o enriquecimento nutricional dos biscoitos tipo *cookie* isentos de glúten enriquecidos com *Spirulina platensis* e óleo de chia

Ensaio	x1 ^a	x2 ^b
1	-1(2)	-1(10)
2	1(8)	-1(10)
3	-1(2)	1(25)
4	1(8)	1(25)
5	0(5)	0(17,5)
6	0(5)	0(17,5)
7	0(5)	0(17,5)

^a *Spirulina platensis* (g/100 g de farinha de arroz); ^b Óleo de chia (g/100 g de farinha de arroz).

*A formulação padrão (FP) não fez parte da matriz de planejamento.

Fonte: Autoria própria (2023)

Tabela 6 - Formulações dos biscoitos tipo *cookie* isentos de glúten enriquecidos com *Spirulina platensis* e óleo de chia

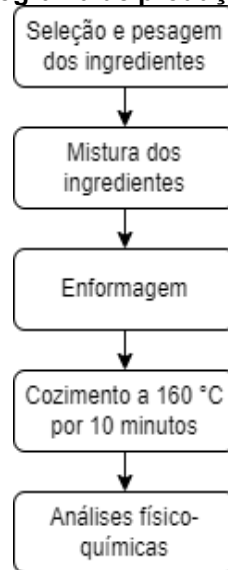
Ingredientes (g)	Formulações						
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
Farinha de arroz integral	100	100	100	100	100	100	100
Ovos	29,4	29,4	29,4	29,4	29,4	29,4	29,4
Açúcar refinado	29,4	29,4	29,4	29,4	29,4	29,4	29,4
Açúcar mascavo	23,5	23,5	23,5	23,5	23,5	23,5	23,5
Cacau em pó alcalino	11,8	11,8	11,8	11,8	11,8	11,8	11,8
Fermento químico	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Óleo de chia (OC)	10	10	25	25	17,5	17,5	17,5
<i>Spirulina platensis</i> (SP)	2	8	2	8	5	5	5

*g / 100g de farinha de arroz integral.

Fonte: Autoria própria (2023)

O processamento dos *cookies* seguiu as etapas descritas no fluxograma da Figura 3.

Para a elaboração dos biscoitos inicialmente foi realizada a pesagem dos ingredientes, com posterior homogeneização em batedeira planetária de capacidade 4,0 L e 300 W de potência (Planetary mixer, Daily SX88, Arno, Itapevi, Brasil), durante 3 min. Realizou-se então a abertura manual da massa com o auxílio de um rolo, seguido do corte em formato circular com diâmetro de 40 mm e altura de 6 mm, o que resultou em biscoitos de 7,5 g, conforme Figura 4.

Figura 3 - Fluxograma de produção dos biscoitos

Fonte: Autoria própria (2023)

Figura 4- Massa, processo de estampagem e disposição na forma

Fonte: Autoria própria (2023)

Sequencialmente os biscoitos foram dispostos em assadeira onde permaneceram por 10 min antes de serem assados em forno elétrico (Vipão Perfecta Curitiba®) por 10 min a 170°C. Para finalizar, após resfriamento por cerca de 30 min, as formulações de biscoito foram acondicionadas em embalagens plásticas de polipropileno com capacidade de 3 kg, e armazenadas a temperatura ambiente.

4.3 Caracterização da composição centesimal, propriedades físico-químicas e perfil de textura

As análises de composição centesimal e propriedades físico-químicas dos biscoitos foram realizadas em triplicata.

A umidade foi realizada pelo método gravimétrico de secagem direta em estufa a 105 °C, até obtenção de peso constante (IAL, 2008).

A determinação de cinzas foi realizada por incineração de resíduo (IAL, 2008).

As proteínas foram quantificadas pelo teor de nitrogênio total utilizando-se o método de Micro-Kjeldahl, onde multiplica-se a porcentagem de nitrogênio total pelo fator de correção de 6,25 (IAL, 2008).

A análise de lipídios foi realizada por meio do procedimento descrito por Folch, Less e Stanley (1957).

Os carboidratos totais foram determinados pelo método de diferença (IAL, 2008), em que utilizou-se a seguinte fórmula: [100 - (proteína + lipídeos + cinzas + umidade)].

O pH foi determinado por processo eletrométrico em potenciômetro portátil HI 9025 (Hanna Instruments) (IAL, 2008).

A análise de atividade de água (Aw) foi realizada em medidor de atividade de água (Water activity modelo DCG-40530, Decagon, WA, USA), utilizando-se as amostras de biscoitos na temperatura de 25 °C, de acordo com as especificações do fabricante.

A cor foi determinada por meio de colorímetro (Croma Meter CR400 Komica Minolta®), utilizando o sistema de escala de cor (CIELab) por meio da determinação de luminosidade (L^*) e coordenadas de cromaticidade (a^* e b^*). Os valores de a^* representam a coloração na região entre o vermelho ($+a^*$) e o verde ($-a^*$), o valor b^* o intervalo do amarelo ($+b^*$) até o azul ($-b^*$) e, o valor de L^* fornece a luminosidade, do branco ($L^*=100$) ao preto ($L^*=0$) (CIE, 1996; KONICA MINOLTA, 2014).

Para identificação da diferença total de cor (ΔE) utilizou-se a metodologia descrita por Majzoobi *et al.* (2019), por meio da Equação 1:

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2} \quad (1)$$

Onde:

ΔE = diferença total de cor;

ΔL = diferença entre os valores de L^* ;

Δa = diferença entre os valores de a^* ;

Δb = diferença entre os valores de b^* .

Para textura foram avaliados os parâmetros de dureza e fraturabilidade (AACC, 2000). Essa análise foi realizada nas amostras de biscoitos com o auxílio de texturômetro (Stable Micro System, modelo TA HD plus, Godalming, Reino Unido). Para tanto foram posicionadas horizontalmente na plataforma (HDP/90) utilizando-se lâmina de aço retangular (probe de corte – HDP/BS) até a ruptura do biscoito, com velocidade de pré-teste 1,5mm/s, velocidade de teste 2 mm/s, velocidade de pós teste 10.0mm/s, distância de 5 mm e, força de gatilho de 25 g. Para obtenção dos dados utilizou-se o *software* Exponent Lite 2016, versão 6.1.16. Os resultados foram expressos em quilograma força (Kgf) para dureza e milímetros (mm) para fraturabilidade, considerando-se a média de 5 valores por replicação.

4.3.1 Perfil de ácidos graxos

O perfil de ácidos graxos das formulações dos biscoitos, da biomassa de *Spirulina platensis* e do óleo de chia, foram determinados em triplicata. Os lipídios foram extraídos de acordo com Folch, Less e Stanley (1957). Os ésteres metílicos de ácidos graxos foram preparados conforme Hartman e Lago (1973), e adaptado por Maia e Rodriguez-Amaya (1993).

Os ésteres metílicos de ácidos graxos foram separados em cromatógrafo a gás, marca PerkinElmer, modelo Clarus 680, com detector de ionização em chama e coluna capilar de sílica fundida Select FAME (100 m, 0,25 mm e 0,25 μ m d.i. - Agilent J&W). As condições cromatográficas foram: vazões dos gases de 1,00 mL min⁻¹ para o gás de arraste (He); 40 e 400 mL min⁻¹ para o gás H₂ e para o ar sintético, respectivamente. A razão de divisão da amostra (split) foi de 1:100. As injeções foram

realizadas em triplicatas e o volume das injeções foi de 2,0 µL. A temperatura do detector foi fixada em 240 °C.

A temperatura inicial da coluna foi de 60 °C e foi mantida por 1 min. Posteriormente, houve aumento de 15 °C min⁻¹ até 180 °C. Logo em seguida a temperatura foi ajustada até 220 °C, porém com taxa de aquecimento de 1,5 °C min⁻¹, e foi mantida por 3 min. Para finalizar a coluna atingiu 250 °C utilizando taxa de aumento da temperatura de 5 °C min⁻¹, onde foi mantida por 5 min. O detector foi mantido a 275 °C.

A identificação dos ácidos graxos foi realizada por meio da comparação dos tempos de retenção com uma mistura de padrões (material de referência certificado) contendo 37 ésteres metílicos de ácidos graxos (Supelco, FAME Mix C4-C24, no. 18919- 1AMP), de concentrações variadas.

As quantificações foram efetuadas em relação ao padrão interno, tricosanoato de metila, 23:0 (No. T9900 Sigma-Aldrich Co.llc, Saint Louis - MO, EUA), o qual foi utilizado para preparar uma solução padrão de concentração 1,0 mg mL⁻¹ em heptano. Foi adicionado um volume conhecido desta solução no tubo de esterificação e transesterificação, seguido de secagem do solvente com fluxo de gás N₂, antes da pesagem das amostras. Os ácidos graxos identificados nas amostras foram quantificados, inicialmente, em mg g⁻¹ de lipídios, utilizando a Equação 2 (VISENTAINER; FRANCO, 2006).

$$M_x = \frac{A_x \cdot M_p \cdot F_{CT}}{A_p \cdot M_A \cdot F_{CEA}} \quad (2)$$

Em que:

M_x = Massa do ácido graxo X, em mg g⁻¹ de lipídio.

M_P = Massa do padrão interno, em mg.

M_A = Massa da amostra, em g.

A_X = Área do ácido graxo X.

A_P = Área do padrão interno.

F_{CT} = Fator de correção teórico.

F_{CEA} = Fator de conversão éster metílico para ácido graxo.

Em seguida, os ácidos graxos foram calculados em mg 100 g⁻¹ de amostra.

Para a obtenção do Limite de detecção (LD) e do limite de quantificação (LQ) foi utilizado o método da relação sinal-ruído. A determinação da relação sinal-ruído foi realizada por meio da medição dos sinais em amostras contendo concentrações pré-determinadas do padrão interno tricosanoato de metila (23:0). Com este procedimento, foi possível estimar a concentração mínima na qual os ácidos graxos podem ser detectados e quantificados, considerando a relação sinal-ruído de 3:1 para LD e 10:1 LQ (RIBANI *et al.*, 2004). Os valores obtidos foram 0,94 100 g⁻¹ de amostra para LD e 3,15 mg 100 g⁻¹ de amostra para LQ.

Os resultados do perfil de ácidos graxos foram expressos em mg 100 g⁻¹ de amostra.

O índice aterogênico (IA) e o índice trombogênico (IT) foram avaliados por meio dos dados da composição em ácidos graxos (SPERRY *et al.*, 2018; CALDEIRA *et al.*, 2010), e foram obtidos empregando as Equações 3 e 4.

$$IA = \frac{\{C12:0 + (4 \times C14:0) + C16:0\}}{\sum AGMI + \sum n - 6 + \sum n - 3} \quad (3)$$

$$IT = \frac{(C14:0 + C16:0 + C18:0)}{\{(0,5 \times \sum AGMI) + (0,5 \times \sum n - 6) + (3 \times \sum n - 3) + (\sum n - 3 \div \sum n - 6)\}} \quad (4)$$

Em que:

C12:0 = Ácido Láurico.

C14:0 = Ácido Mirístico.

C16:0 = Ácido Palmítico.

C18:0 = Ácido Esteárico.

$\sum AGMI$ = Somatório dos ácidos graxos monoinsaturados.

$\sum n-3$ = Somatório de ácidos graxos da família n-3.

$\sum n-6$ = Somatório de ácidos graxos da família n-6.

4.4 Análise microbiológicas

De acordo com a Instrução Normativa nº 161, de 01 de julho de 2022 (BRASIL, 2022), que visa proteger a saúde dos consumidores fornecendo padrões

microbiológicos a serem adotados pela cadeia produtiva de alimentos, foram feitas as seguintes análises: *Salmonella* sp., *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, bolores e leveduras.

As análises microbiológicas foram realizadas seguindo a metodologia de Da Silva *et al.* (2017), em triplicata.

4.5 Análise sensorial

A análise sensorial foi realizada após a determinação da qualidade microbiana e após a avaliação e parecer favorável do projeto, pelo Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos do Campus Medianeira da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, conforme registro CAAE: 67190823.9.0000.0165. Foi conduzida no Laboratório de Análise Sensorial da UTFPR Campus Medianeira.

Os candidatos foram convidados a participar de acordo com as datas e horários de realização da análise sensorial por convite de forma presencial nas dependências do campus, bem como por fixação de cartazes nos murais informativos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Medianeira. Cento e vinte avaliadores não treinados, com faixa etária acima de 18 anos, foram selecionados na Universidade, entre alunos, professores, funcionários administrativos e terceirizados, com base no interesse e disponibilidade em participar da análise.

Antes da avaliação, os participantes foram informados que provariam amostras de biscoitos tipo *cookies* isentos de glúten enriquecidos com *Spirulina platensis* e óleo de chia. Os avaliadores que concordaram em participar dos testes de aceitabilidade assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), presente no Apêndice A, com as informações do produto e a liberdade de negarem ou desistirem de participar da avaliação a qualquer momento.

Após, responderam a um questionário (APÊNDICE C) sobre dados sociodemográficos e hábitos de consumo do produto, com tempo de preenchimento estimado em 5 min. Não puderam participar da análise sensorial pessoas alérgicas ou intolerantes a qualquer matéria-prima ou ingredientes usados para a elaboração dos produtos e portadores de patologias que restringem o consumo de alimentos, como gastrites e problemas renais ou cardíacos, ou outras enfermidades.

Na análise sensorial foram avaliadas as formulações F3, F4 e F5, selecionadas de acordo com seu perfil lipídico. Os testes foram conduzidos em

cabines individuais do Laboratório de Análise Sensorial da UTFPR do Campus Medianeira, equipadas com lâmpadas fluorescentes de cor branca, em uma única sessão, com duração de aproximadamente 10 minutos por provador. O local possuía sinal luminoso para comunicação entre provador e o pesquisador. A temperatura de 25°C permaneceu constante (devido ao ar-condicionado) e a área de preparo do laboratório contou com um sistema de exaustão de ar. Além disso, toda a área do laboratório estava limpa e isenta de odores.

As amostras foram padronizadas em aproximadamente 7,5 g (1 unid.), codificadas com três dígitos aleatórios e servidas em ordem randômica em pratos plásticos descartáveis em bandejas com guardanapos e um copo com água mineral para o provador limpar o palato entre as avaliações. Também foi fornecida uma caneta e uma ficha (APÊNDICE B) contendo uma escala hedônica de nove pontos: (1) desgostei muitíssimo; (2) desgostei muito; (3) desgostei moderadamente; (4) desgostei ligeiramente; (5) não gostei/nem desgostei; (6) gostei ligeiramente; (7) gostei moderadamente; (8) gostei muito; (9) gostei muitíssimo (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1987; MEILGAARD; CARR; CIVILLE, 1999; DUTCOSKY, 2013). Os avaliadores foram orientados a sempre provarem as amostras da esquerda para a direita para que o processo aleatorizado não fosse perdido.

Os atributos avaliados foram aparência, aroma, cor, sabor, textura e a impressão global. Com os dados obtidos foi calculado o índice de aceitabilidade para cada atributo sensorial, de acordo com a Equação 5, tomando-se como base, a média das notas atribuídas (SANTANA *et al.*, 2006; GULARTE; 2009).

$$\text{Índice de aceitabilidade (\%)} = M/N \times 100 \quad (5)$$

Sendo:

M = média do somatório dos resultados dos provadores;

N = número de pontos utilizados na escala de avaliação

4.6 Análises estatísticas dos dados

Na realização da análise estatística inicialmente os dados de composição centesimal, propriedades físico-químicas, perfil de textura e de ácidos graxos e,

análise sensorial, foram avaliados quanto a normalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk, e quanto a homogeneidade das variâncias pelo teste de Levene.

Os dados (exceto da análise sensorial) foram submetidos ao teste ANOVA One-Way seguido do método de Tukey, a um nível de significância de 5%, sendo que essas análises estatísticas foram obtidas por meio do *software* Statistica, versão 10.0 (STATSOFT, 2011).

Para a análise sensorial, foram utilizados diferentes tratamentos estatísticos. Inicialmente procedeu-se uma análise descritiva do questionário sociodemográfico com as respostas dos 120 participantes expressas em gráficos de barras com as frequências relativas em percentagem.

Em seguida, os dados referentes as notas dos provadores no teste sensorial que não atendiam aos pressupostos de distribuição normal e homogeneidade, foram submetidos ao teste de Kruskal Wallis, seguido pelo teste de Dunn. As respostas dos participantes também foram avaliadas por meio de um índice de aceitabilidade, representadas por gráficos de barras.

Para finalizar utilizou-se uma abordagem multivariada para agrupar os resultados da escala hedônica. Inicialmente realizou-se o teste de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) para avaliar a adequação dos dados e em seguida foi realizada a Análise de Componentes Principais (PCA). Um critério de ajuste com um valor KMO superior a 0,5 foi utilizado antes da realização da PCA, em que foram obtidos os autovalores da variância percentual cumulativa para avaliar a contribuição de cada dimensão na variabilidade total dos dados. Na sequência, elaborou-se um gráfico com elipses para separação dos grupos (F3, F4 e F5). A significância das dimensões obtidas na PCA foi avaliada por meio do teste de Kruskal Wallis, devido à falta de normalidade dos dados, seguido pelo teste de Dunn para realizar comparações múltiplas entre os grupos.

Adotou-se um nível de significância de 5% para todas as análises estatísticas dos dados da análise sensorial, conduzidas no *software* R Core Team (2023), versão R 4.3.1 (2023-06-16).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Composição centesimal

Na Tabela 7 estão apresentados os resultados da composição centesimal dos biscoitos tipo *cookie* isentos de glúten enriquecidos com *Spirulina platensis* e óleo de chia (F1 a F7) e da formulação padrão (FP).

Tabela 7 - Composição centesimal (g/100g) das formulações dos biscoitos tipo *cookie* isentos de glúten enriquecidos com *Spirulina platensis* e óleo de chia e formulação padrão

Amostras*	Umidade	Cinzas	Proteínas	Lipídios	Carboidratos**
F1	5,64 ^b ± 0,12	2,60 ^b ± 0,02	7,43 ^c ± 0,10	13,13 ^d ± 0,32	71,20 ^b ± 3,26
F2	5,58 ^{bc} ± 0,04	2,72 ^a ± 0,05	9,31 ^a ± 0,10	11,02 ^e ± 0,17	71,34 ^b ± 1,67
F3	4,52 ^f ± 0,04	2,40 ^d ± 0,01	7,28 ^c ± 0,16	17,99 ^a ± 0,06	67,88 ^c ± 0,60
F4	4,39 ^f ± 0,02	2,52 ^c ± 0,04	8,48 ^b ± 0,07	17,75 ^{ab} ± 0,08	66,82 ^c ± 0,72
F5	5,46 ^c ± 0,03	2,60 ^b ± 0,02	8,62 ^b ± 0,22	16,65 ^{bc} ± 0,24	69,35 ^c ± 2,38
F6	4,91 ^e ± 0,02	2,60 ^b ± 0,02	8,20 ^b ± 0,25	17,50 ^{ab} ± 0,25	66,68 ^d ± 0,11
F7	5,29 ^d ± 0,07	2,63 ^b ± 0,01	8,31 ^b ± 0,05	15,94 ^c ± 0,07	67,98 ^c ± 0,64
FP	6,33 ^a ± 0,06	2,30 ^e ± 0,01	5,12 ^d ± 0,21	11,39 ^e ± 0,13	73,04 ^a ± 0,64

*(F1) 2% de *Spirulina platensis* e 10% de óleo de chia; (F2) 8% de *Spirulina platensis* e 10% de óleo de chia; (F3) 2% de *Spirulina platensis* e 25% de óleo de chia; (F4) 8% de *Spirulina platensis* e 25% de óleo de chia; (F5, F6 e F7) 5% de *Spirulina platensis* e 17,5% de óleo de chia. Resultados expressos como média ± desvio padrão das análises em triplicata. Os ensaios seguidos por letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente no teste de Tukey a um intervalo e confiança de 95%.

**Carboidratos totais em base úmida calculados por diferença.

Fonte: Autoria própria (2023)

Em relação a umidade, a formulação padrão (FP) (6,33%) apresentou resultado superior ($p < 0,05$) às demais. Entre as formulações adicionadas de *Spirulina platensis* (SP) e óleo de chia (OC), F1 (5,64%) e F2 (5,58%) apresentaram maior teor de umidade, não havendo diferenças significativas entre si ($p < 0,05$). As formulações F3 (4,52%) e F4 (4,39%) não diferiram e apresentaram os menores valores nesse parâmetro. Já para as formulações F5 a F7, verificou-se valores entre 4,91 e 5,46, com diferença estatística significativa ($p < 0,05$).

Ainda com relação aos valores de umidade, todas as formulações apresentaram-se de acordo com o que preconiza a Resolução CNNPA nº 12 de 30 de março de 1978, que estabelece para biscoitos e bolachas no máximo 14% de umidade. O mesmo pode ser observado ao serem considerados os limites estabelecidos pela RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005, que estabelece um máximo de 15% de umidade para farinhas e farelos.

De acordo com Bolzan (2013) a umidade é um dos fatores que determina o tempo de conservação de um alimento, quanto maior seu teor, mais perecível tende a ser o produto.

Cauvain e Young (2002) salientam que a absorção de água em produtos de panificação depende principalmente do conteúdo de proteína e fibras da massa. Esses autores afirmam que a maioria das proteínas absorve aproximadamente o seu peso em água, mas que esta característica está condicionada a sua capacidade de absorção. De maneira semelhante, as fibras apresentam grande capacidade de união com a água, assim podem absorver até um terço do seu peso na massa.

Um estudo realizado por Perez e Germani (2007) investigou o impacto da adição de farinha de berinjela em biscoitos. Os resultados indicaram que o aumento da proporção de farinha de berinjela resultou em um incremento significativo de proteínas, fibras alimentares e, conseqüentemente, de umidade. Entretanto, no presente trabalho este comportamento não foi observado, uma vez que a adição de SP não resultou no acréscimo de umidade dos biscoitos.

No trabalho desenvolvido por Menezes *et al.* (2022), foram avaliadas formulações de *cookies* com diferentes amidos e foram obtidos valores de 8,5% de umidade para amostras com fécula de batata e aveia (1:1) e, 12,44% para as desenvolvidas com fécula de mandioca e aveia (1:1), resultados estes, superiores aos apresentados neste estudo.

As cinzas, que representam os resíduos inorgânicos nos alimentos (VIZZOTO *et al.*, 2010), são essenciais para avaliar sua qualidade e seu impacto na saúde. Elas fornecem informações cruciais para garantir uma dieta nutricional completa e equilibrada, pois os minerais presentes nelas desempenham um papel fundamental na constituição do organismo e na regulação do metabolismo enzimático, conforme destacado por Rocha *et al.* (2008).

Nesse sentido, ao analisar as cinzas das formulações verificou-se que F2, F3 e F4 diferiram entre si e das demais amostras, assim como a FP, com valores que variaram de 2,30 a 2,72% (FP e F2, respectivamente), o que correspondeu a um aumento de aproximadamente 18%. Já em comparação com as demais formulações (F1, F5, F6 e F7) este aumento foi de aproximadamente 13%.

Morais, Miranda e Costa (2006) ao analisarem biscoitos tipo *cookie* sabor chocolate enriquecidos com *Spirulina platensis*, obtiveram para cinzas resultados inferiores aos encontrados neste trabalho, provavelmente devido aos diferentes

ingredientes utilizados nas formulações, cujos valores foram de 0,42% (formulação padrão), 0,44% (1% *Spirulina*), 0,43% (3% *Spirulina*) e 0,40% (5% *Spirulina*).

Ashoush e Mahdy (2019) ao avaliarem biscoitos enriquecidos com diferentes misturas de *Spirulina platensis* e folhas de *Moringa oleifera*, verificaram que o teor total de cinzas aumentou com adição desta mistura em comparação com o controle (sem adição de *Spirulina platensis* e folha de *Moringa oleifera*), ou seja, houve aumento no conteúdo mineral nos biscoitos produzidos conforme aumento na concentração da mistura. De maneira semelhante, Lima *et al.* (2022) ao estudarem a composição nutricional de *cookies* enriquecidos com *Spirulina platensis* (0, 1, 3 e 5%) observaram diferença significativa entre as amostras para o parâmetro cinzas, onde os valores aumentaram conforme houve aumento na concentração de *Spirulina*, o que também pode ser observado nesse estudo.

Nesse trabalho, notou-se que o maior índice de cinzas foi obtido para F2 (8% de SP e 10% de OC) a qual atingiu 2,72%. Assim, ao ser utilizada como referência a Resolução CNNPA nº 12 de 1978, que estabelece o conteúdo máximo de cinzas de 3%, pode-se dizer que os resultados aqui obtidos encontram-se dentro do que preconiza a legislação. Ressalta-se que esta resolução foi revogada pela RDC nº 263 de 22 de setembro de 2005, mas que, entretanto, é a única que aborda esse parâmetro.

Já ao comparar os teores de proteínas na composição centesimal (Tabela 9), observou-se que F2 e FP diferiram estatisticamente entre si e das demais amostras ($p < 0,05$). Verificou-se que F2 (9,31%) demonstrou um aumento aproximado de 82% no teor de proteínas em comparação a FP (5,12%), fato este que pode ser justificado pela alta concentração de *Spirulina platensis* (8%) em combinação com valores intermediários de óleo de chia (10%) presentes nessa formulação. Além disso, as amostras F1 e F3, apesar de não diferirem entre si ($p < 0,05$), diferenciaram-se estatisticamente das demais.

Mariani *et al.* (2015) elaboraram diferentes formulações de biscoitos sem glúten, sendo FP o padrão com farinha de trigo, F1 com farinhas de arroz e de soja (1:1), F2 com farelo de arroz e farinha de soja (1:1) e, F3 com farinhas de arroz e de soja e farelo de arroz (1:1:1). Comparando-se com o presente estudo, estes autores encontraram valores maiores, onde foram obtidos para a amostra F2 um percentual de 14,22% de proteínas, seguido de 11,96% para F1, 11,16% para F3 e 7,35% para FP.

Em relação ao teor de lipídios, não houve diferença significativa entre as F2 (11,02%) e FP (11,39%), no entanto, assim como F1 diferiram das demais ($p < 0,05$). Conforme previsto, F1, F2 e FP apresentaram um decréscimo no teor de lipídios (13,13%, 11,02% e 11,39%, respectivamente).

Quanto ao teor de carboidratos (Tabela 9), observou-se que o maior valor foi obtido para FP (73,04%) e o menor para F6 (66,68%), formulações que se diferenciaram estatisticamente das demais ($p < 0,05$). As formulações F1 e F2 não diferiram entre si ($p < 0,05$), mas diferiram das demais e apresentaram valores de 71,20% e 71,34%, respectivamente. Entre as formulações F3, F4, F5 e F7 não houve diferença estatística significativa ($p < 0,05$).

Em estudo semelhante Moraes, Miranda e Costa (2006), encontraram valores aproximados para amostras com 3 e 5% de *Spirulina*, cujos valores foram de 68,4 e 68,6% de carboidratos, respectivamente.

5.2 Propriedades físico-químicas

Na Tabela 8 estão demonstrados os valores médios das propriedades físico-químicas de pH e A_w das diferentes formulações de biscoitos tipo *cookie*.

O potencial hidrogeniônico (pH) é uma forma de avaliar a acidez dos alimentos. Para esse parâmetro não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as formulações F1 (6,89), F4 (6,91), F6 (6,87) e FP (6,89). Entretanto, observou-se que F2 (7,03) diferiu das demais e obteve maior média de pH, o que provavelmente resultou da maior concentração de SP, já que o pH da biomassa de SP neste estudo foi de 9,58.

Tabela 8 - Resultados de pH e Aw das formulações dos biscoitos tipo *cookie* isentos de glúten enriquecidos com *Spirulina platensis* e óleo de chia e formulação padrão

Formulações	pH	Aw
F1	6,89 ^b ± 0,01	0,2500 ^b ± 0,00
F2	7,03 ^a ± 0,01	0,2500 ^b ± 0,00
F3	6,80 ^e ± 0,00	0,2500 ^b ± 0,00
F4	6,91 ^b ± 0,00	0,2500 ^b ± 0,01
F5	6,83 ^{de} ± 0,01	0,2500 ^b ± 0,00
F6	6,87 ^{bc} ± 0,01	0,2500 ^b ± 0,00
F7	6,85 ^{cd} ± 0,01	0,2500 ^b ± 0,01
FP	6,89 ^b ± 0,00	0,4200 ^a ± 0,01

(F1) 2% de *Spirulina platensis* e 10% de óleo de chia; (F2) 8% de *Spirulina platensis* e 10% de óleo de chia; (F3) 2% de *Spirulina platensis* e 25% de óleo de chia; (F4) 8% de *Spirulina platensis* e 25% de óleo de chia; (F5, F6 e F7) 5% de *Spirulina platensis* e 17,5% de óleo de chia. Resultados expressos como média ± desvio padrão das análises em triplicata. Os ensaios seguidos por letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente no teste de Tukey a um intervalo e confiança de 95%.

Fonte: Autoria própria (2023)

Pode-se constatar que os valores de pH ficaram próximos aos valores encontrados por outros autores. Freitas, Valente e Cruz (2014) analisaram três tipos de biscoitos, sendo: formulação padrão (P) com polvilho doce, FSA com substituição de 10% do polvilho doce por farinha de semente de abóbora e FSB com substituição de 10% do polvilho doce por farinha de baru e, obtiveram para pH valores de 6,35, 6,87 e 6,77, respectivamente. De maneira semelhante, Melo *et al.* (2020), ao avaliarem *cookies* adicionados de farinha de vagem de alfarroba, encontraram valores de pH entre 6,5 e 7,4.

Quanto ao parâmetro Aw, pode-se observar na Tabela 8 que a FP (0,42) diferiu significativamente ($p < 0,05$) das demais formulações, que não diferiram entre si ($p < 0,05$). Observou-se que a Aw dos *cookies* elaborados ficou dentro da faixa de recomendação para esse tipo de produto, exceto para FP. Conforme Sarantópoulos, Oliveira e Canavesi (2002), a característica fundamental dos biscoitos reside em sua baixa Aw, que varia entre 0,1 e 0,3 e lhe confere estabilidade durante o período de armazenamento, sendo a crocância e o sabor desse alimento fortemente influenciados por esse aspecto (JARDIM, 2010).

Na Tabela 9, podem ser observados os parâmetros de cor das formulações de biscoitos tipo *cookie*.

Para o parâmetro de luminosidade (L^*) que varia entre 0 (preto) e 100 (branco), foi observado que a formulação padrão apresentou maior média e diferença significativa ($p < 0,05$) das demais amostras, o que pode ser justificado pela ausência de SP. Percebeu-se que as demais formulações tenderam para o preto.

Tabela 9 - Parâmetros de cor das formulações dos biscoitos tipo cookie isentos de glúten enriquecidos com *Spirulina platensis* e óleo de chia e formulação padrão

Amostras	L*	a*	b*	ΔE
F1	41,24 ^b ± 1,01	3,66 ^a ± 0,25	18,95 ^b ± 0,06	59,30 ^c ± 0,68
F2	34,54 ^d ± 0,47	-0,94 ^d ± 0,54	13,96 ^e ± 0,12	62,41 ^a ± 0,81
F3	39,03 ^{bc} ± 0,59	4,17 ^a ± 0,69	17,56 ^{bc} ± 0,51	58,27 ^c ± 0,43
F4	36,93 ^{cd} ± 3,32	-0,24 ^{cd} ± 0,57	15,03 ^{de} ± 1,83	61,99 ^{ab} ± 0,25
F5	38,30 ^{bcd} ± 1,63	1,16 ^b ± 0,72	16,08 ^{cde} ± 1,09	60,84 ^b ± 0,40
F6	40,32 ^{bc} ± 1,17	0,89 ^{bcd} ± 0,47	17,14 ^{bcd} ± 0,77 ^a	62,15 ^{ab} ± 0,24
F7	37,47 ^{bcd} ± 0,42	0,75 ^{bc} ± 0,20	15,37 ^{cde} ± 0,68	61,06 ^{ab} ± 0,63
FP	60,59 ^a ± 0,30	3,54 ^a ± 0,25	35,12 ^a ± 0,55	---

(F1) 2% de *Spirulina platensis* e 10% de óleo de chia; (F2) 8% de *Spirulina platensis* e 10% de óleo de chia; (F3) 2% de *Spirulina platensis* e 25% de óleo de chia; (F4) 8% de *Spirulina platensis* e 25% de óleo de chia; (F5, F6 e F7) 5% de *Spirulina platensis* e 17,5% de óleo de chia. (L*) luminosidade, a* (conteúdo de verde a vermelho), b* (conteúdo de azul a amarelo) e (ΔE) diferença total de cor. Resultados expressos como média ± desvio padrão das análises em triplicata. Os ensaios seguidos por letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente no teste de Tukey a um intervalo e confiança de 95%.

Fonte: Autoria própria (2023)

Em relação a coordenada (a*), que gradua da cor verde (-60) a vermelho (+60), as formulações que levam SP em sua composição apresentaram valor que tendeu a coloração esverdeada. Neste parâmetro as amostras F2 e F4 (-0,94; -0,24, respectivamente) tiveram maior tendência ao verde, sendo essas amostras com maior concentração de SP. Já F1, F3 e FP (3,66; 4,17; 3,54, respectivamente) obtiveram maior média e tenderam ao vermelho, provavelmente por conter menor concentração e/ou ausência de SP.

Para o parâmetro (b*), a FP obteve maior média (35,12) em relação às demais formulações, o que indica uma tendência para uma coloração mais amarela, uma vez que (b*) varia do azul (-60) ao amarelo (+60).

Através do ΔE, observou-se diferença de cor entre as formulações adicionadas de SP em comparação ao padrão, sendo que as formulações F1 (59,30) e F3 (58,27) foram as que apresentaram menor diferença enquanto F2 (62,41) apresentou a maior diferença. As mudanças de cor (ΔE) entre a FP e as demais formulações contendo SP podem estar relacionadas ao percentual de SP adicionado nas formulações.

Na Figura 5 podem ser observadas as diferenças de coloração entre as formulações.

Figura 5 - Cor dos biscoitos tipo *cookie* isentos de glúten enriquecidos com *Spirulina platensis* e óleo de chia e formulação padrão



Fonte: Autoria própria (2023)

As colorações observadas nos *cookies* devem-se aos pigmentos (clorofila, carotenoides e ficocianina) presentes na microalga utilizada nesse estudo (FRADIQUE *et al.*, 2010). (JOSHI; BERA; PANESAR, 2014).

5.3 Perfil de textura

Os resultados obtidos nas análises de dureza e fraturabilidade das formulações de biscoito tipo *cookie* isentos de glúten enriquecidos com *Spirulina platensis* e óleo de chia encontram-se na Tabela 10.

Tabela 10 - Parâmetros de dureza e fraturabilidade dos biscoitos tipo *cookie* isentos de glúten enriquecido com *Spirulina platensis* e óleo de chia e formulação padrão

Formulações	Dureza (kgf)	Fraturabilidade (mm)
F1	25,95 ^a ± 1,00	6,94 ^b ± 0,03
F2	22,41 ^b ± 1,54	6,72 ^c ± 0,07
F3	9,30 ^{de} ± 0,91	7,18 ^{bc} ± 0,43
F4	8,49 ^e ± 0,53	7,68 ^b ± 0,58
F5	11,71 ^d ± 0,75	7,43 ^b ± 0,38
F6	10,31 ^{de} ± 0,69	7,72 ^b ± 0,42
F7	11,66 ^d ± 0,51	7,52 ^b ± 0,51
FP	16,75 ^c ± 0,91	8,96 ^a ± 0,73

(F1) 2% de *Spirulina platensis* e 10% de óleo de chia; (F2) 8% de *Spirulina platensis* e 10% de óleo de chia; (F3) 2% de *Spirulina platensis* e 25% de óleo de chia; (F4) 8% de *Spirulina platensis* e 25% de óleo de chia; (F5, F6 e F7) 5% de *Spirulina platensis* e 17,5% de óleo de chia. Resultados expressos como média ± desvio padrão das análises em triplicata. Os ensaios seguidos por letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente no teste de Tukey a um intervalo e confiança de 95%.

Fonte: Autoria própria (2023)

A textura é um importante atributo sensorial sendo que a maciez é uma característica valorizada nos biscoitos tipo *cookie* (MOIRAGHI *et al.*, 2011). Também influencia os hábitos alimentares e a preferência do consumidor, além de afetar o processamento e manuseio desse produto (MOIRAGHI *et al.*, 2011; SANTANA *et al.*, 2020; SOUZA *et al.*, 2015; SOUZA; CAMILLOTO; CRUZ, 2020). Nesse trabalho, a textura foi avaliada por meio dos atributos dureza e fraturabilidade.

Os biscoitos das formulações F1 e F2 apresentaram a maior dureza, com valores de 25,95 kgf e 22,41 kgf, respectivamente. Essas formulações, assim como a formulação FP, diferiram entre si e das demais formulações ($p < 0,05$). A dureza é um dos fatores que influenciam a aceitação do alimento pelo consumidor, e valores baixos são desejáveis, pois tornam a textura mais suave e agradável ao paladar (ASSIS *et al.*, 2009), o que não foi observado nesse estudo. Biscoitos com dureza elevada podem ser percebidos como duros, quebradiços ou secos e afetam a experiência de palatabilidade do consumidor (ASSIS *et al.*, 2009; SOUZA *et al.*, 2015; SANTANA *et al.*, 2020; SOUZA; CAMILLOTO; CRUZ, 2020).

Rangrej *et al.* (2015) trabalharam com a substituição de gordura vegetal por óleo de linhaça em formulações de *cookie* (0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45% e 50%) e observaram aumento na dureza desse produto, sendo que os biscoitos contendo mais óleo de linhaça foram os mais duros, com valores de 3,4 kgf para o controle (0%) e 6,5 kgf para o de maior concentração (50%). Segundo os autores, a gordura vegetal possui a capacidade de formar emulsão o que possibilita melhor aeração da massa enquanto o óleo reduz esta característica.

Quanto a fraturabilidade o ponto mínimo observado nesse trabalho foi de 6,72 mm (F2) e o máximo de 8,96 mm (FP), sendo que a formulação padrão apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) das demais. A fraturabilidade é uma propriedade que indica a facilidade com que um alimento se quebra quando é submetido a mordida ou mastigação. No caso dos biscoitos, é importante que a fraturabilidade seja adequada, pois está relacionada à textura crocante ou quebradiça desse produto. Uma fraturabilidade adequada promove uma experiência sensorial mais agradável ao consumir um alimento. Além disso, a fraturabilidade também afeta a percepção de sabor, que no caso dos biscoitos, quanto maior a crocância mais saborosos. (ASSIS *et al.*, 2009; SANTANA *et al.*, 2020; SOUZA; CAMILLOTO; CRUZ, 2020).

Diante do exposto, observou-se que a quantidade de OC adicionado nas formulações influenciou na dureza e fraturabilidade, onde os biscoitos com menor concentração (10% em F1 e F2) apresentaram maior dureza. Com relação à FP cujos ingredientes incluem manteiga (27%) e farinha de trigo verificou-se menor dureza e maior fraturabilidade, fato este que pode ser explicado pela alteração da fonte de lipídio em presença de glúten. Outros fatores que podem ter influenciado a dureza e a fraturabilidade de *cookies* nesse trabalho são a formulação, os ingredientes, o

processamento e o tempo de cozimento (ASSIS *et al.*, 2009; SANTANA *et al.*, 2020; SOUZA; CAMILLOTO; CRUZ, 2020).

Colussi *et al.* (2012) ao substituírem farinha de trigo por farinha de arroz em *cookies*, verificaram redução de dureza e fraturabilidade nos biscoitos, provavelmente devido a fragilidade da massa ocasionada pela ausência de glúten na farinha de arroz. No trabalho de Santana *et al.* (2020), que estudaram a incorporação de farinha de banana verde em biscoitos (7,5 e 15%), a dureza apresentou média de 7,95 kgf e a fraturabilidade de 0,64 mm.

5.4 Perfil de ácidos graxos

Na Tabela 11, pode-se observar o perfil de ácidos graxos para os ingredientes biomassa de *Spirulina platensis* e óleo de chia, além dos índices de qualidade calculados para estes ingredientes.

Pode-se observar, na Tabela 11, que os lipídios extraídos da *Spirulina platensis* foram majoritariamente o ácido graxo saturado ácido palmítico (16:0), os ácidos graxos monoinsaturados ácido palmitoléico (16:1n-7) e ácido oleico (18:1n-9) e, os ácidos graxos poli-insaturados ácido linoleico (18:2n-6) e ácido γ -linolênico (18:3n-6).

Para a razão n-6 / n-3 na *Spirulina platensis*, o valor foi elevado (285,09), se for realizada uma combinação em proporções apropriadas com o óleo de chia, o qual apresentou razão de 0,50 (Tabela 11), pode-se obter um produto com valores considerados adequados para saúde, conforme recomendações do Departamento de Saúde da Inglaterra (IDH, 1994).

Resultados similares foram obtidos para a razão AGPI / AGS, em que a *Spirulina platensis* e o óleo de chia apresentaram valores, respectivamente de 0,31 e 3,72. Da mesma forma, com a combinação destas matérias-primas em quantidades adequadas, pode-se elaborar um alimento com nutrientes presentes na *Spirulina platensis* e com razão AGPI/AGS acima de 0,45, valores adequados para a saúde humana (SALGADO, 2017).

O óleo de chia apresentou predominância dos ácidos graxos poli-insaturados ácido α -linolênico (18:3n-3), ácido γ -linolênico (18:3n-6) e ácido linoleico (18:2n-6), além do ácido graxo monoinsaturados ácido oleico (18:1n-9) e dos ácidos graxos saturados ácido palmítico (16:0) e ácido esteárico (18:0).

Tabela 11 - Perfil de ácidos graxos, somatória e razões dos grupos de ácidos graxos obtidos para os ingredientes biomassa de *Spirulina platensis* e óleo de chia

ÁCIDOS GRAXOS	<i>Spirulina platensis</i> (mg 100 g ⁻¹ de amostra)	ÓLEO DE CHIA (mg 100 g ⁻¹ de amostra)
12:0	80,47 ± 3,37	0,00 ± 0,00
13:0	88,99 ± 2,29	0,00 ± 0,00
14:0	27,91 ± 1,47	47,40 ± 0,95
14:1n-5	0,00 ± 0,00	5,30 ± 0,19
15:1n-5	639,69 ± 18,17	6,75 ± 0,52
16:0	7172,19 ± 277,42	7319,08 ± 8,34
16:1n-7	468,31 ± 21,34	75,53 ± 1,97
18:0	177,40 ± 2,37	4212,25 ± 75,80
18:1n-9	546,47 ± 0,05	13529,82 ± 315,03
18:2n-6	3624,38 ± 167,86	21774,81 ± 531,54
18:3n-6	2241,41 ± 123,59	257,03 ± 6,86
20:0	0,00 ± 0,00	337,38 ± 3,70
18:3n-3	0,00 ± 0,00	44612,89 ± 1095,21
20:1n-9	0,00 ± 0,00	176,01 ± 2,42
21:0	0,00 ± 0,00	53,71 ± 1,06
20:2n-6	0,00 ± 0,00	47,54 ± 0,84
20:4n-6	0,00 ± 0,00	159,91 ± 2,57
22:0	0,00 ± 0,00	43,33 ± 1,19
22:1n-9	0,00 ± 0,00	25,45 ± 0,20
22:2n-6	65,61 ± 1,31	0,00 ± 0,00
24:0	0,00 ± 0,00	122,68 ± 2,71
24:1n-9	0,00 ± 0,00	19,88 ± 0,50
22:6n-3(DHA)	0,00 ± 0,00	17,15 ± 0,47
AGS	7546,96 ± 281,75	12135,83 ± 79,52
AGMI	1654,48 ± 38,55	13838,73 ± 319,37
AGPI	2327,85 ± 124,47	45094,52 ± 1087,96
AGPI / AGS	0,31 ± 0,01	3,72 ± 0,11
n-6 / n-3	285,09 ± 20,28	0,50 ± 0,02
IA	0,97 ± 0,01	0,09 ± 0,00
IT	1,91 ± 0,02	0,08 ± 0,00

Média ± desvio padrão das triplicatas. Ácido láurico (12:0), ácido mirístico (14:0), ácido pentadecílico (15:1n-5), ácido palmítico (16:0), ácido palmitoléico (16:1n-7), ácido esteárico (18:0), ácido oleico (18:1n-9), ácido linoléico (18:2n-6), ácido γ -linolênico (18:3n-6), ácido α -linolênico (18:3n-3), ácido araquídico (20:0), ácido gondóico (20:1n-9), ácido araquidônico (20:4n-6), ácido lignocérico (24:0), ácidos graxos saturados (AGS), ácidos graxos monoinsaturados (AGMI), ácidos graxos poli-insaturados (AGPI), índice aterogênico (IA), índice trombogênico (IT).

Fonte: Autoria própria (2023)

Os ácidos graxos poli-insaturados encontrados em fontes alimentares como o óleo de chia, desempenham um papel significativo na promoção da saúde. Esses nutrientes contribuem para a redução dos níveis de colesterol e triglicerídeos no sangue, o que pode ser benéfico na prevenção de doenças cardiovasculares e acidente vascular cerebral (AVC). Além disso, eles desempenham um papel importante na regulação da pressão arterial e na mitigação de processos inflamatórios persistentes. Estudos também indicam que os ácidos graxos poli-insaturados podem ter propriedades protetoras contra o desenvolvimento de certos tipos de câncer (FREDMAN; SERHAN, 2011; PINAZO-DURAN; BOSCA-GOMAR, 2012).

Na Tabela 12, estão transcritos os resultados obtidos na determinação dos ácidos graxos para as formulações de biscoitos tipo *cookie*.

Tabela 12 - Perfil de ácidos graxos das formulações dos biscoitos tipo cookie isentos de glúten enriquecidos com *Spirulina platensis* e óleo de chia e formulação padrão (mg 100 g⁻¹ de amostra)

ÁCIDOS GRAXOS	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	FP
12:0	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	329,45 ± 2,50
14:0	21,80 ^{bc} ± 0,39	19,40 ^{bcd} ± 1,08	17,95 ^d ± 0,36	17,91 ^d ± 0,43	20,31 ^{bcd} ± 0,36	22,02 ^b ± 0,47	19,03 ^{cd} ± 0,42	1162,40 ^a ± 2,40
15:1n-5	4,11 ^d ± 0,23	12,85 ^a ± 0,32	0,00 ^e ± 0,00	9,64 ^b ± 0,47	7,01 ^c ± 0,67	8,75 ^b ± 0,85	6,72 ^c ± 0,52	nd
16:0	1577,74 ^c ± 43,91	1424,09 ^d ± 21,59	1551,62 ^{cd} ± 18,20	1570,31 ^c ± 18,64	1620,32 ^c ± 52,87	1756,53 ^b ± 102,18	1546,41 ^{cd} ± 17,90	2834,13 ^a ± 19,94
16:1n-7	104,46 ^b ± 1,39	90,04 ^c ± 1,61	72,78 ^d ± 0,77	75,15 ^d ± 0,48	91,05 ^c ± 1,07	101,44 ^b ± 5,77	84,89 ^c ± 0,81	209,63 ^a ± 0,28
18:0	542,90 ^e ± 36,04	484,18 ^f ± 9,67	625,77 ^{cd} ± 14,51	640,98 ^{bc} ± 11,52	611,61 ^{cd} ± 28,87	691,94 ^b ± 0,16	588,99 ^{de} ± 10,17	1248,49 ^a ± 0,05
18:1n-9t	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	310,80 ± 5,24
18:1n-9	2930,45 ^c ± 65,25	2523,06 ^d ± 3,77	2843,75 ^c ± 33,17	3854,56 ^b ± 29,65	3820,15 ^b ± 44,68	4193,46 ^a ± 210,20	3759,66 ^b ± 59,28	310,80 ^e ± 0,05
18:2n-6t	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	21,72 ± 0,17
18:2n-6	2710,56 ^d ± 13,12	2347,75 ^e ± 12,08	3389,03 ^{ab} ± 5,23	3453,15 ^a ± 1,01	3248,56 ^c ± 6,19	3381,50 ^b ± 41,19	3186,43 ^c ± 52,05	21,72 ^f ± 0,03
18:3n-6	27,59 ^{cd} ± 1,11	26,31 ^d ± 0,44	32,72 ^a ± 0,78	10,66 ^f ± 0,19	29,90 ^b ± 1,04	14,79 ^e ± 0,27	29,05 ^{bc} ± 0,65	2,46 ^g ± 0,02
18:3n-3	4861,17 ^e ± 118,52	4131,75 ^f ± 27,03	8075,64 ^a ± 67,90	6726,53 ^b ± 65,54	5909,35 ^c ± 89,81	5980,36 ^c ± 332,14	5475,32 ^d ± 126,72	82,30 ^g ± 0,12
20:0	42,43 ^d ± 2,06	38,43 ^d ± 1,21	48,70 ^c ± 1,06	54,54 ^b ± 1,25	51,61 ^{bc} ± 1,86	56,05 ^b ± 2,89	51,49 ^{bc} ± 1,26	65,36 ^a ± 0,01
20:1n-9	27,27 ^c ± 1,59	23,23 ^d ± 0,09	28,35 ^c ± 0,45	32,40 ^{ab} ± 0,29	30,97 ^b ± 0,47	34,19 ^a ± 1,13	31,58 ^b ± 1,32	10,86 ^e ± 0,05
20:4n-6	19,66 ^d ± 1,87	21,21 ^d ± 0,47	22,35 ^{cd} ± 0,92	28,83 ^a ± 1,96	24,57 ^{bc} ± 0,57	27,35 ^{ab} ± 1,30	3,63 ^f ± 0,09	6,87 ^e ± 0,04
24:0	20,40 ^{ab} ± 2,15	23,06 ^a ± 0,68	20,02 ^{ab} ± 0,86	22,40 ^{ab} ± 1,57	19,53 ^b ± 0,93	22,12 ^{ab} ± 0,87	20,76 ^{ab} ± 0,60	4,25 ^c ± 0,30
AGS	2205,27 ^c ± 81,12	1989,15 ^d ± 29,32	2264,06 ^c ± 34,28	2306,14 ^c ± 31,90	2323,39 ^c ± 80,98	2548,67 ^b ± 106,32	2226,69 ^c ± 28,69	5644,09 ^a ± 14,79
AGMI	3066,29 ^c ± 67,13	2649,19 ^d ± 2,59	2944,87 ^c ± 33,55	3971,75 ^b ± 30,07	3949,18 ^b ± 44,91	4337,84 ^a ± 217,76	3882,85 ^b ± 61,30	2831,45 ^c ± 1,96
AGPI	7618,98 ^e ± 104,39	6527,01 ^f ± 28,10	11519,74 ^a ± 68,72	10219,17 ^b ± 64,18	9212,38 ^c ± 91,79	9404,00 ^c ± 371,87	8694,44 ^d ± 76,32	809,17 ^g ± 0,03

(F1) 2% de *Spirulina platensis* e 10% de óleo de chia; (F2) 8% de *Spirulina platensis* e 10% de óleo de chia; (F3) 2% de *Spirulina platensis* e 25% de óleo de chia; (F4) 8% de *Spirulina platensis* e 25% de óleo de chia; (F5, F6 e F7) 5% de *Spirulina platensis* e 17,5% de óleo de chia. Média ± desvio padrão seguido por diferentes letras minúsculas na mesma linha indicam diferença pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Ácido láurico (12:0), ácido mirístico (14:0), ácido pentadecílico (15:1n-5), ácido palmítico (16:0), ácido palmitoléico (16:1n-7), ácido esteárico (18:0), ácido oleico (18:1n-9), ácido linoléico (18:2n-6), ácido γ -linolênico (18:3n-6), ácido α -linolênico (18:3n-3), ácido araquídico (20:0), ácido gondóico (20:1n-9), ácido araquidônico (20:4n-6), ácido lignocérico (24:0), ácidos graxos saturados (AGS), ácidos graxos monoinsaturados (AGMI), ácidos graxos polinsaturados (AGPI), nd: não detectado.

Fonte: Autoria própria (2023)

Adicionalmente, foram encontrados treze ácidos graxos majoritários nas formulações de *cookies* desenvolvidas (F1 a F7). Dentre eles pode-se destacar os ácidos graxos poli-insaturados, como o ácido linoléico (18:2n-6), ácido γ -linolênico (18:3n-6), ácido α -linolênico (18:3n-3) e ácido araquidônico (20:4n-6).

Na FP, foi possível quantificar vinte e nove ácidos graxos, dos quais quinze foram considerados para os cálculos dos índices de qualidade e estão apresentados na Tabela 11. Os demais foram: 4:0, 6:0, 8:0, 14:1n-5, 15:0 (com valores entre 102 e 130 mg 100 g⁻¹ de amostra), 10:0 (260 mg 100 g⁻¹ de amostra), 17:1n-7, 22:0, 17:0 (entre 25 e 60 mg 100 g⁻¹ de amostra), 11:0, 13:0, 20:3n-6, 24:1n-9 e 22:6n-3 (entre 5 e 10 mg 100 g⁻¹ de amostra).

Assim, os ácidos graxos contidos na FP são característicos da manteiga, uma gordura de origem animal comumente utilizada para elaboração dos *cookies* comercializados ou preparados nos lares. Contudo, é possível perceber o significativo incremento de AGS, bem como a expressiva diminuição de AGMI e AGPI que a manteiga proporciona à formulação tradicional (FP) em relação aos produtos desenvolvidos (F1 a F7), nos quais é notável a percepção (por meio do somatório dos AGPI) em que o aumento da concentração de AGPI foi diretamente proporcional ao aumento da concentração de óleo de chia.

Neste sentido, é importante destacar que na dieta de seres humanos é recomendável maior quantidade de AGI do que AGS (CHEN *et al.*, 2021). A ingestão elevada de AGS pode induzir a apoptose celular (lipotoxicidade), um fenômeno que é suprimido por AGMI exógenos. Isto pode explicar a capacidade dos AGMI de prevenir a aterosclerose, em contraste com a patogenicidade dos AGS (DAS, 2020). Estas afirmações corroboram com a utilização de óleos vegetais, como o óleo de chia, na elaboração de alimentos.

Além disso, pode-se constatar, ao analisar a Tabela 13 e 14, que o óleo de chia contribuiu significativamente para os elevados valores de 18:3n-3 nas formulações F1 a F7, o que pode ser considerado um ponto positivo, tendo em vista que este ácido graxo contribui para a saúde vascular, reduzindo a inflamação e melhorando a pressão arterial, além de sua ingestão estar associada a um declínio mais lento na função cognitiva global e na memória (SALA-VILA *et al.*, 2022). Assim, fontes alimentares ricas em 18:3n-3 devem ser incluídas como parte de um padrão alimentar saudável, e os estudos indicam que para a adequação nutricional, o ácido

graxo 18:3n-3 deve fornecer 0,6% –1,0% da energia total, que corresponde a ingestão de 1,1 g d⁻¹ para mulheres e 1,6 g d⁻¹ para homens (SALA-VILA *et al.*, 2022).

Em contrapartida, a *Spirulina platensis* foi a principal responsável pelo conteúdo de 18:3n-6 (ácido γ -linolênico) nas formulações F1 a F7. O ácido γ -linolênico (GLA) pertence aos ácidos graxos poli-insaturados da série n-6, que possuem múltiplas funções nutracêuticas e farmacêuticas (GU; HUANG; LIAN, 2023). Estudos clínicos demonstraram que o GLA é um suplemento dietético de alto valor, e os produtos contendo 18:3n-6 são eficazes na terapia contra o câncer, diabetes, infecções virais, entre outras (GU; HUANG; LIAN, 2023).

Adicionalmente, pode-se verificar na FP a presença dos ácidos graxos *trans* 18:1n-9t e 18:2n-6t, dentre os quais o primeiro está associado a efeitos biológicos negativos, incluindo doenças cardiovasculares, câncer, diabetes e obesidade (GUO *et al.*, 2023). Assim, a Organização Mundial da Saúde (OMS) lançou, em 2018, um plano de ação para eliminar as gorduras *trans* da indústria alimentar global até 2023 (NAGPAL *et al.*, 2021; GUO *et al.*, 2023), com o objetivo de reduzir a ingestão de ácidos graxos *trans* (>1% da ingestão total de energia) pela população (GUO *et al.*, 2023). Dessa forma, a substituição da manteiga por óleo de chia nas formulações dos *cookies* vem ao encontro destas ações.

Na Tabela 12, pode-se verificar as razões AGPI / AGS e n-6 / n-3, bem como o índice aterogênico (IA) e o índice trombogênico (IT) calculados para as formulações de biscoitos tipo *cookie*.

Neste estudo, as razões de AGPI / AGS das formulações F3 e F4 tiveram diferenças significativas entre si e em relação as demais formulações ($p < 0,05$). Verificou-se que a F3 (5,09) obteve maior índice e a F2 (3,28) o menor dentre as formulações adicionadas de SP e OC. O Departamento de Saúde da Inglaterra (DHI, 1994) declara que as razões de AGPI / AGS inferiores a 0,45 apontam para produtos pouco vantajosos para a saúde, sendo que o consumo regular de alimentos com essas características pode elevar a incidência de doenças cardiovasculares (HECK *et al.*, 2017). Nesse sentido, todas as formulações, exceto a FP (0,13), apresentaram índices superiores ao recomendado, indicando que, para este parâmetro, os *cookies* desenvolvidos são mais saudáveis que o produto tradicional elaborado.

A proporção n-6 / n-3 interfere nas funções fisiológicas dos seres humanos por possuir influência na produção de AGPI de cadeia longa da família n-3 (CUPERSMID *et al.*, 2012). Além disso, altas proporções n-6 / n-3 (especialmente a

razão 18:2n-6 / 18:3n-3) resultam em diminuição na produção de ácidos eicosapentaenóico e docosahexaenóico (EPA e DHA) a partir de seus precursores (CUPERSMID *et al.*, 2012). De acordo com Simopoulos (2011), índices considerados saudáveis são de 1:1 a 2:1. Para Sherry, Oliver e Marriage (2015) e para o Departamento de Saúde da Inglaterra (DHI, 1994) a alimentação corretamente balanceada deve atender a uma razão ótima de 4:1. Desta forma, a FP não atende a esta recomendação.

No entanto, observou-se que, para a formulação contendo óleo de chia, os valores foram bem abaixo do relatado como ideal, sendo que a F7 (0,59) apresentou a maior razão n-6 / n-3 dentre as formulações com OC.

Em contrapartida, a dieta da população tem gerado uma carência de ácido graxo n-3, com destaque para o Brasil. A razão para isso é o consumo reduzido de alimentos contendo quantidade significativas de ácidos graxos desta série. Assim, incentiva-se uma maior ingestão de AGPI n-3 (SHERRY; OLIVER; MARRIAGE, 2015), o que poderia contribuir para equilibrar esta razão na dieta.

Com relação aos índices, aterogênico (IA) e trombogênico (IT), é possível perceber que os *cookies* das formulações F1 a F7 diferiram da FP por possuírem em sua composição o óleo de chia, visto que a gordura da manteiga possui esses teores mais elevados do que o referido óleo. Diante dos resultados obtidos para F1 a F7 pode-se inferir que a adição de óleo de chia provocou a diminuição de IA e IT.

Para avaliar os resultados, é necessário entender que IA e IT indicam o potencial de estímulo à agregação plaquetária, ou seja, quanto menores forem os valores de IA e IT, maior será a quantidade de ácidos graxos anti-aterogênicos e anti-trombogênicos no alimento e, o potencial de prevenção ao surgimento de doenças coronarianas será maior (TONIAL *et al.*, 2010; SPERRY *et al.*, 2018). Portanto, a redução desses índices é desejável para manutenção da saúde humana.

Além disso, é importante destacar que as formulações F1 a F7 apresentaram valores inferiores à FP, para ambos os índices, um ponto positivo para os produtos desenvolvidos.

Tabela 13 - Índices de qualidade dos ácidos graxos dos biscoitos tipo *cookie* isentos de glúten enriquecidos com *Spirulina platensis* e óleo de chia e formulação padrão

ÁCIDOS GRAXOS	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	FP
AGPI / AGS	3,46 ^d ± 0,16	3,28 ^d ± 0,06	5,09 ^a ± 0,11	4,43 ^b ± 0,09	3,97 ^c ± 0,17	3,70 ^{cd} ± 0,31	3,91 ^c ± 0,08	0,14 ^e ± 0,00
n-6 / n-3	0,57 ^b ± 0,02	0,58 ^b ± 0,01	0,43 ^d ± 0,00	0,52 ^c ± 0,01	0,56 ^{bc} ± 0,01	0,57 ^b ± 0,02	0,59 ^b ± 0,02	8,83 ^a ± 0,01
IA	0,16 ^b ± 0,01	0,16 ^b ± 0,00	0,11 ^d ± 0,00	0,12 ^d ± 0,00	0,11 ^c ± 0,01	0,13 ^c ± 0,01	0,13 ^c ± 0,00	2,15 ^a ± 0,00
IT	0,12 ^{bc} ± 0,01	0,13 ^b ± 0,00	0,08 ^f ± 0,00	0,09 ^{ef} ± 0,00	0,11 ^{de} ± 0,01	0,11 ^{cd} ± 0,01	0,11 ^{cde} ± 0,00	2,59 ^a ± 0,01

(F1) 2% de *Spirulina platensis* e 10% de óleo de chia; (F2) 8% de *Spirulina platensis* e 10% de óleo de chia; (F3) 2% de *Spirulina platensis* e 25% de óleo de chia; (F4) 8% de *Spirulina platensis* e 25% de óleo de chia; (F5, F6 e F7) 5% de *Spirulina platensis* e 17,5% de óleo de chia.

Média ± desvio padrão seguido por diferentes letras minúsculas na mesma linha indicam diferença pelo teste de Tukey ($p \leq 0.05$). Ácidos graxos saturados (AGS), ácidos graxos poli-insaturados (AGPI), ácidos graxos ômega 3 (n-3), ácidos graxos ômega 6 (n-6), índice aterogênico (IA), índice trombogênico (IT).

Fonte: Autoria própria (2023)

5.4.1 Análise dos efeitos das variáveis estudadas no planejamento fatorial completo 2² sobre os índices do perfil de ácidos graxos e propriedades de textura

Os resultados da análise de efeitos das variáveis estudadas sobre as respostas dos índices do perfil de ácidos graxos podem ser visualizados na Tabela 14.

No índice aterogênico (IA) das formulações adicionadas de SP e OC, verificou-se variação de 0,11 a 0,16 (Tabela 12), índice este considerado ideal por Ulbricht e Southgate (1991), que estabelecem valores máximos de 0,72. Para o índice trombogênico (IT), observou-se valores de 0,8 a 0,13 entre as formulações adicionadas de SP e OC, adequados já que não ultrapassaram o limite 1,27 (ULBRICHT; SOUTHGATE, 1991).

Além disso, é importante destacar que a proporção de OC adicionada nos biscoitos influenciou nos valores dos índices, o que pode ser evidenciado nas formulações F3 (IA = 0,11 e IT = 0,08) e F4 (IA = 0,12 e IT 0,09).

Pode-se verificar que a variável OC apresentou efeito positivo e significativo sobre a razão de AGPI / AGS, ou seja, quanto maior a concentração de OC nos biscoitos, dentro da faixa estudada (10 a 25 g/100 g farinha de arroz integral), maior foi a razão de AGPI / AGS, o que indica que a concentração de ácidos graxos poli-insaturados aumentou com o acréscimo da concentração de OC. Esse resultado era esperado devido a composição do OC ser rica em AGPI, principalmente ácidos graxos α -linolênico (18:3n-3) (COELHO; DE LAS MERCEDES, 2015).

A variável SP não apresentou efeito significativo sobre o perfil de ácidos graxos avaliados. Esses resultados podem ser atribuídos ao baixo percentual de OC adicionado às formulações e a menor concentração de ácido graxos na composição de SP.

Quanto aos índices aterogênicos (IA) e índices trombogênicos (IT), a adição de OC resultou em efeitos significativos (Tabela 13), sendo estes negativos, ou seja, estes índices diminuíram com o acréscimo da concentração de OC nos biscoitos, dentro da faixa estudada (10 a 25 g/100 g farinha de arroz).

Tabela 14 - Efeitos das variáveis independentes sobre os índices de AGPI / AGS, n-6 / n-3, IA e IT

Fatores	AGPI / AGS				n-6 / n-3				IA				IT			
	Efeito	Erro Padrão	t (3)	p-valor	Efeito	Erro Padrão	t (3)	p-valor	Efeito	Erro Padrão	t (3)	p-valor	Efeito	Erro Padrão	t (3)	p-valor
Média	3,98	0,07	54,40	<0,000*	0,55	0,01	37,40	<0,000*	0,13	<0,00	62,67	<0,000*	0,11	<0,00	75,00	<0,000*
SP (x ₁)	-0,42	0,19	-2,17	0,1183	0,05	0,04	1,30	0,2859	0,01	0,01	0,88	0,4428	0,01	0,00	2,65	0,077
OC (x ₂)	1,39	0,19	7,19	0,0056*	-0,10	0,04	-2,59	0,0811	-0,05	0,01	-7,94	0,0042*	-0,04	0,00	-10,58	0,0018*
(x ₁) x (x ₂)	-0,24	0,19	-1,24	0,3029	0,04	0,04	1,04	0,3763	0,01	0,01	0,88	0,4428	0,00	0,00	0,008	1,000

* Efeitos significativos (p<0,05).

Ácidos graxos saturados (AGS); Ácidos graxos poli-insaturados (AGPI); Índice aterogênico (IA); Índice trombogênico (IT); ômega 6 (n-6);
ômega 3 (n-3).

Fonte: Autoria própria (2023)

Os resultados da análise de efeitos das variáveis estudadas sobre a dureza e a fraturabilidade para os ensaios do planejamento fatorial completo 2², no qual foram variadas as concentrações de SP e OC estão apresentados na Tabela 15.

Tabela 15 - Efeitos das variáveis independentes sobre os parâmetros de dureza e fraturabilidade

Fatores	Dureza (Kgf)				Fraturabilidade (mm)			
	Efeito	Erro Padrão	t (3)	p-valor	Efeito	Erro Padrão	t (3)	p-valor
Média	14,26	1,54	9,28	0,0026*	7,315	0,13	56,41	<0,0000*
SP (x ₁)	-2,18	4,06	-0,53	0,6294	0,150	0,34	0,43	0,6980
OC (x ₂)	-15,28	4,06	-3,76	0,0329*	0,59	0,34	1,75	0,1785
(x ₁) × (x ₂)	1,36	4,06	0,33	0,7599	0,36	0,34	1,05	0,3692

* Efeitos significativos (p<0,05).
Fonte: Autoria própria, 2023

Observou-se que as variáveis SP e OC apresentaram efeitos negativos sobre a resposta de dureza, dentro das faixas estudadas; entretanto o efeito da SP não foi significativo. Desta forma, pode-se dizer que as maiores concentrações de OC levaram a menores resultados de dureza. Já para a fraturabilidade, ambas variáveis (SP e OC) não apresentaram efeitos significativos dentro das faixas estudadas.

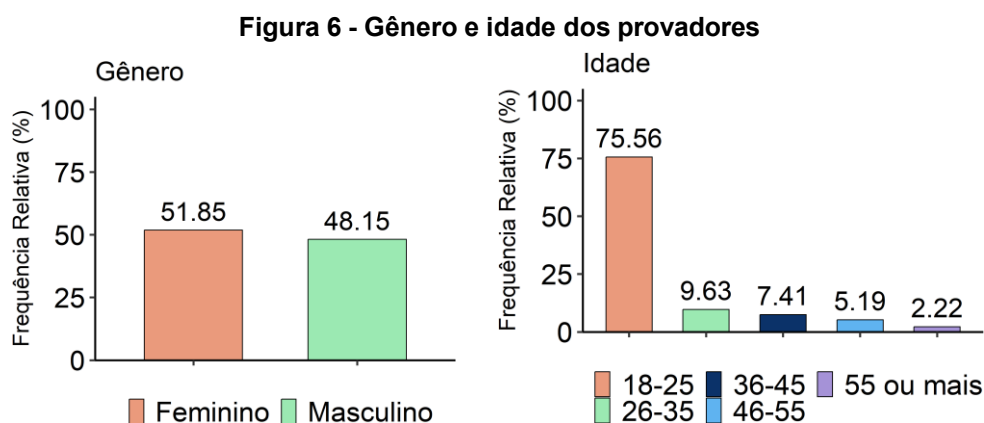
5.5 Caracterização microbiológica e análise sensorial

Para realização da análise sensorial, foram selecionadas três formulações de biscoito considerando-se como critério o perfil de ácidos graxos. Assim, foram utilizadas as amostras F3 (2% SP e 25%OC), F4 (8% SP e 25% OC) e F5 (5% SP e 17,5% OC).

As formulações foram submetidas a verificação da qualidade microbiológica por meio das análises de *Salmonella* sp, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* e bolores e leveduras. Não houve crescimento de nenhum dos microrganismos citados, assim todas as amostras apresentaram-se de acordo com a legislação vigente (BRASIL, 2022).

5.5.1 Caracterização dos provadores

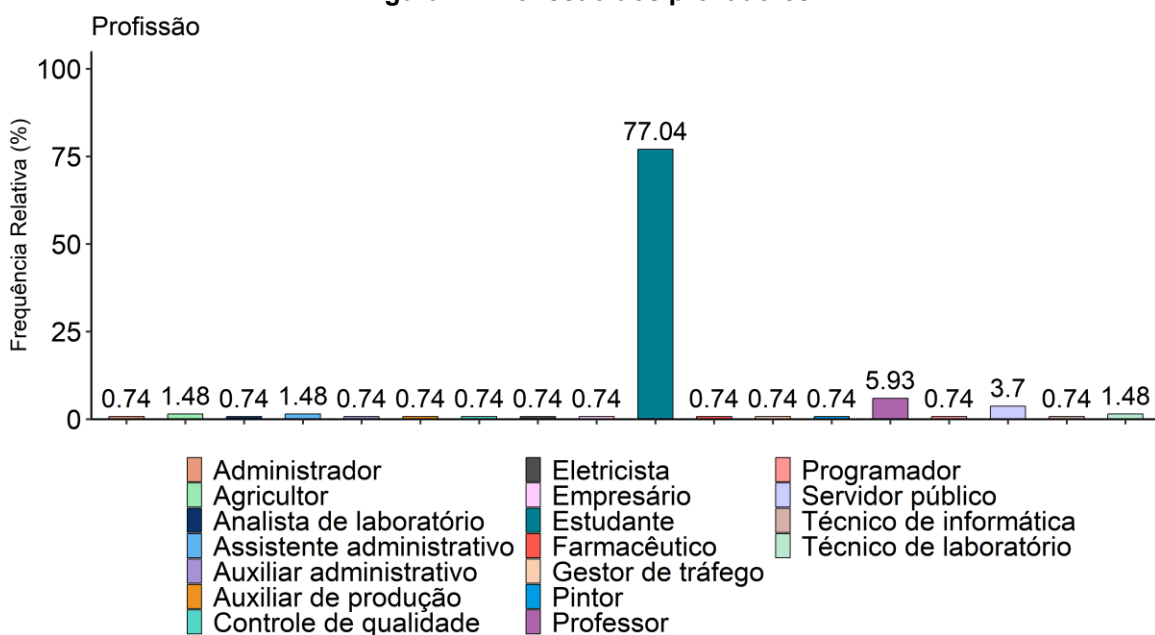
A análise sensorial contou com a participação de 120 provadores não treinados. Destes, 51,85% eram do sexo feminino e 48,15% do sexo masculino. A faixa etária predominante foi de 18 a 25 anos (75,56%), seguida por 26 a 35 anos (9,63%), 36 a 45 anos (7,41%), 46 a 55 anos (5,19%) e acima de 55 anos (2,22%), como pode-se observar na Figura 6.



Fonte: Autoria própria (2023)

Na Figura 7, pode-se observar que a maioria dos provadores eram estudantes (77,04%), seguidos de professores (5,93%), servidores públicos (3,70%), técnicos de laboratório, assistentes administrativos e agricultores (1,48% cada). Os demais provadores eram distribuídos igualmente entre diversas profissões, cada uma com 0,74% de representatividade: administrador, analista de laboratório, auxiliar administrativo, auxiliar de produção, controle de qualidade, eletricitista, empresário, farmacêutico, gestor de tráfego, pintor, programador e técnico de informática.

Figura 7 - Profissão dos provadores

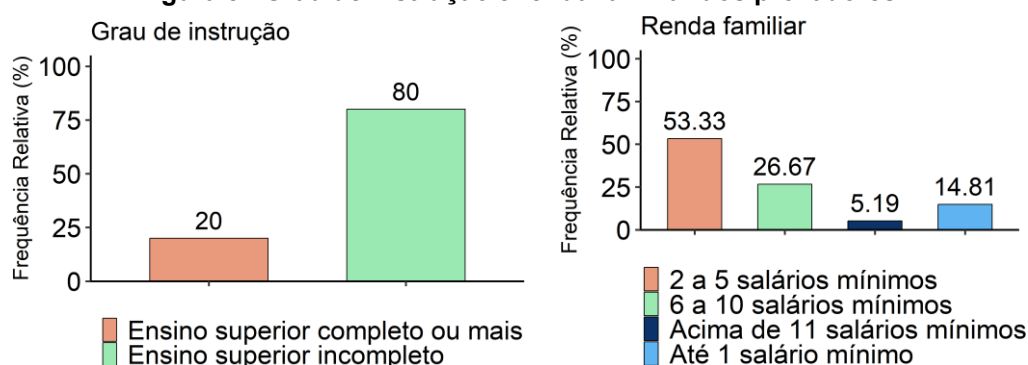


Fonte: Autoria própria (2023)

Quanto ao grau de instrução, 80% dos provadores possuíam ensino superior incompleto enquanto 20% tinham ensino superior completo ou mais (Figura 8).

Em relação à renda familiar (Figura 8), verificou-se que a maioria dos provadores recebem entre 2 e 5 salários-mínimos (53,33%), seguido por aqueles com renda de 6 a 10 salários mínimos (26,67%), um salário mínimo (14,81%) e acima de 11 salários mínimos (5,19%).

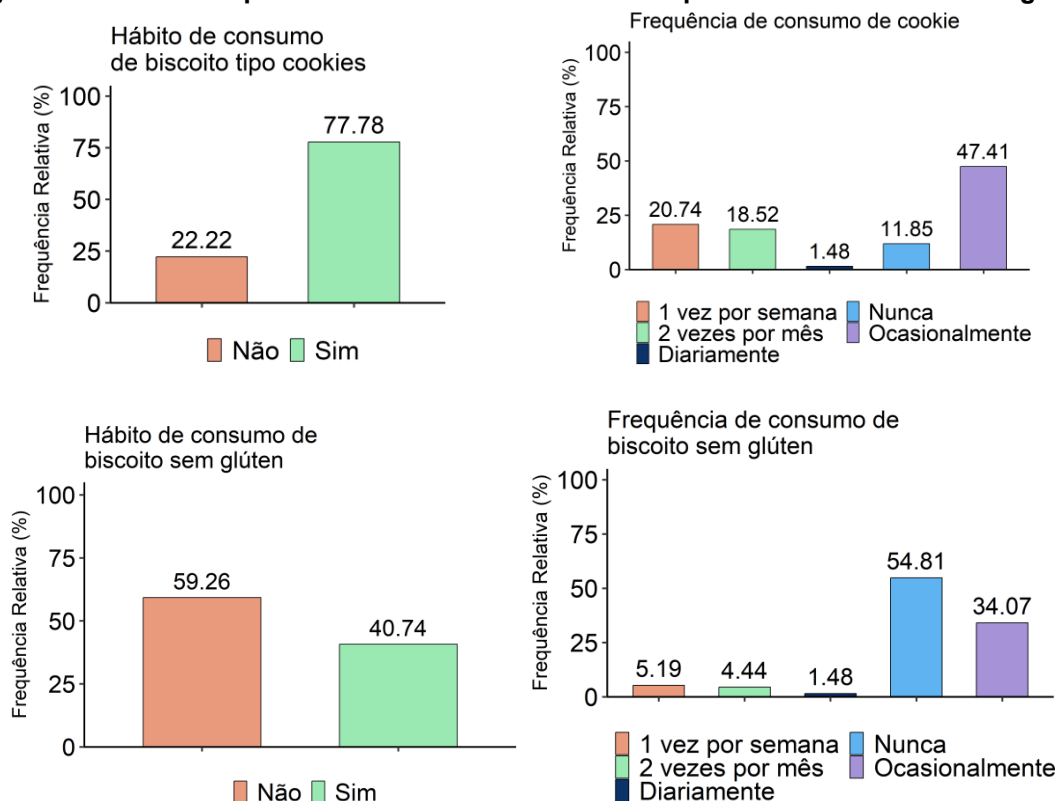
Figura 8 - Grau de instrução e renda familiar dos provadores



Fonte: Autoria própria (2023)

Na Figura 9, estão disponibilizados os percentuais de respostas dos provadores quanto a hábito e frequência de consumo de biscoitos tipo *cookie* e hábito e frequência de consumo de biscoitos sem glúten.

Figura 9 - Hábito e frequência de consumo de biscoitos tipo *cookie* e biscoitos sem glúten



Fonte: Autoria própria (2023)

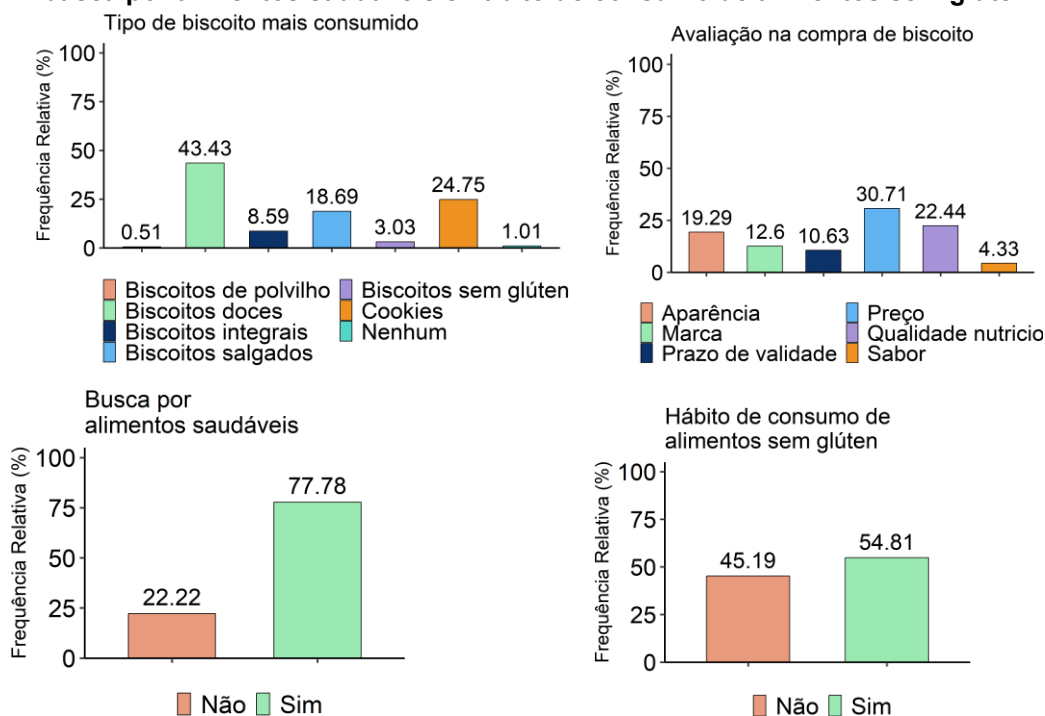
Quando questionados sobre o hábito de consumir biscoitos do tipo *cookie*, 77,78% dos provadores responderam que “sim”, enquanto 22,22% responderam que “não”. A frequência de consumo variou de 47,41% para ocasionalmente, 20,74% para 1 vez por semana, 18,52% para 2 vezes por mês, 11,85% para nunca e 1,48% para diariamente.

Os provadores também foram questionados sobre o hábito de consumo de biscoitos sem glúten e, 59,26% responderam que “não”, enquanto 40,74% afirmaram que “sim”. Em a relação à frequência verificou-se que 54,81% “nunca” consumiu esse alimento, enquanto 34,07% o consomem “ocasionalmente”.

Na Figura 10 é possível observar os dados referentes ao tipo de biscoito mais consumido, os critérios de avaliação na compra de biscoitos, se há procura

por alimentos saudáveis e o hábito de consumo de alimentos sem glúten pelos provadores.

Figura 10 - Tipo de biscoito mais consumido, critérios de avaliação na compra de biscoito, busca por alimentos saudáveis e hábito de consumo de alimentos sem glúten



Fonte: Autoria própria (2023)

Dentre os tipos de biscoito mais consumidos pelos provadores estão os “doces” (43,43%), “cookies” (24,75%), “salgados” (18,69%) e “integrais” (8,59%).

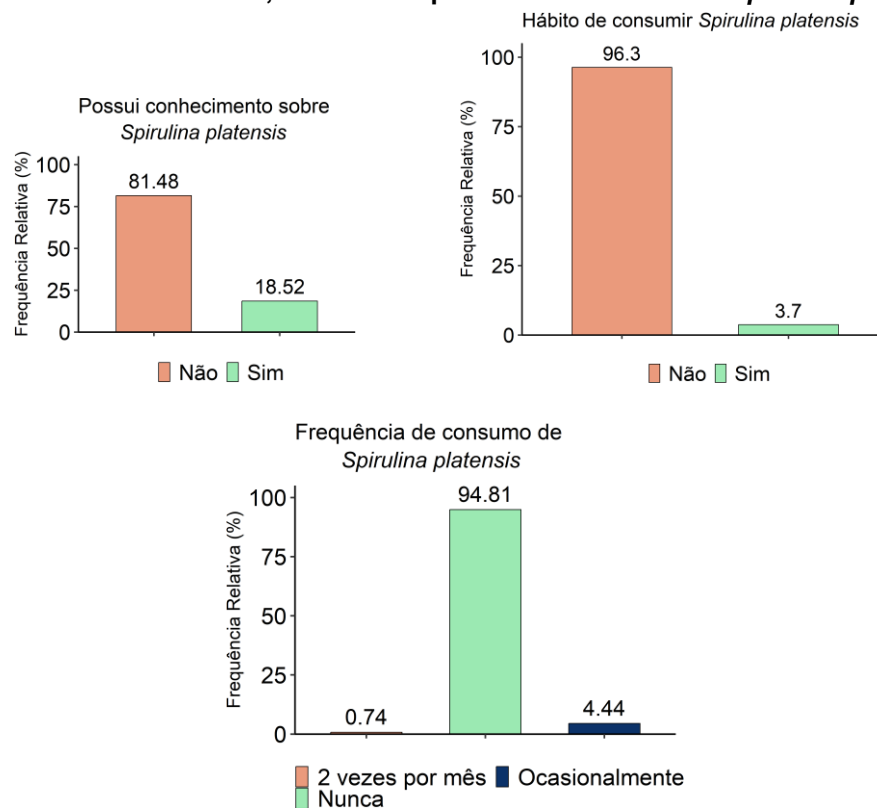
Em relação aos critérios de avaliação na compra de biscoitos, a maioria dos provadores afirmou que considerava principalmente o “preço” (30,71%), a “qualidade nutricional” (22,44%) e a “aparência” (19,29%). Também foram mencionados a “marca” (12,60%), o “prazo de validade” (10,63%) e o “sabor” (4,33%).

Ao serem questionados se buscavam alimentos saudáveis, a maioria dos provadores respondeu que “sim” (77,78%), enquanto 22,22% responderam “não”.

No que diz respeito ao hábito de consumo de alimentos sem glúten, 54,81% dos provadores afirmaram que o faziam, enquanto 45,19% não tinham esse hábito.

A Figura 11 apresenta os resultados referentes ao conhecimento, hábito e frequência de consumo de *Spirulina platensis* pelos provadores envolvidos na análise sensorial.

Figura 11 - Conhecimento, hábito e frequência de consumo de *Spirulina platensis*

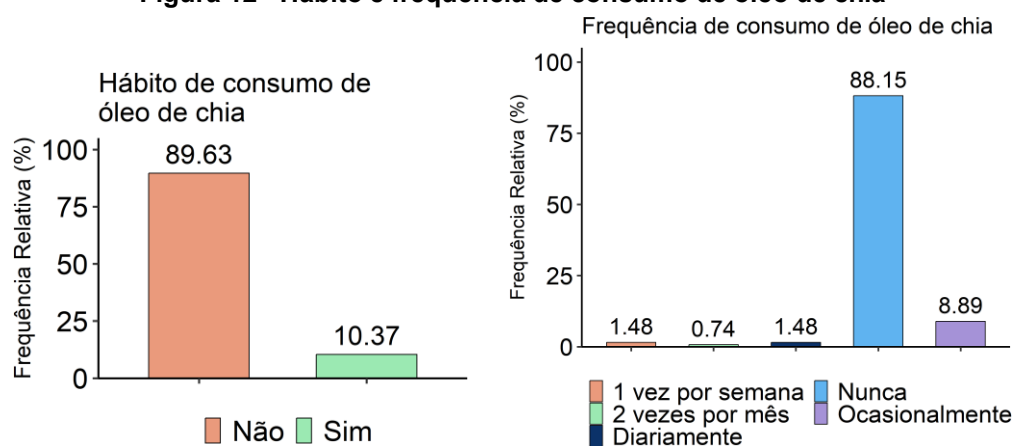


Fonte: Autoria própria (2023)

Quando questionados sobre conhecer *Spirulina platensis*, a maioria (81,48%) respondeu não estar familiarizado com ela, enquanto 18,52% afirmaram ter conhecimento. Além disso, 96,30% dos provadores não possuem hábito de seu consumo. Já dentre os provadores com hábito de consumir *Spirulina platensis*, a frequência é de 4,44% para “ocasionalmente” e 0,74% para “duas vezes por mês”.

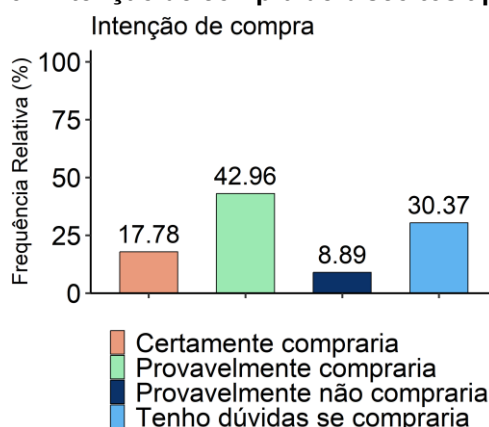
Na Figura 12 apresentam-se os resultados do hábito e frequência de consumo de óleo de chia pelos provadores envolvidos na análise sensorial.

Em relação ao hábito de consumo de óleo de chia, 89,63% responderam que “não” consumiam, enquanto 10,37% afirmaram consumir. Além disso, ao serem questionados sobre a frequência de consumo desse alimento, 88,15% dos provadores afirmaram “nunca” consumir óleo de chia, enquanto 8,89% “ocasionalmente”, 1,48% para “uma vez por semana” e “diariamente” e, 0,74% “duas vezes por mês”.

Figura 12 - Hábito e frequência de consumo de óleo de chia

Fonte: Autoria própria (2023)

Na Figura 13 representa-se a intenção de compra de biscoitos tipo *cookie* pelos participantes do estudo.

Figura 13 - Intenção de compra de biscoitos tipo *cookie*

Fonte: Autoria própria (2023)

Ao serem questionados quanto a intenção de adquirir o biscoito formulado, 42,96% dos provadores afirmaram que “provavelmente comprariam” o produto, enquanto 30,37% demonstraram incertezas em relação à compra. Além disso, 17,78% dos participantes afirmaram que “certamente comprariam”, enquanto 8,89% “provavelmente não o comprariam”.

5.5.2 Teste de aceitação

Os resultados da avaliação sensorial aplicada a 120 provadores não treinados estão apresentados na Tabela 16.

Tabela 16 - Resultados do teste de escala hedônica das três formulações de biscoitos tipo *cookie* isento de glúten enriquecidos com *Spirulina platensis* e óleo de chia

Atributos	Notas sensoriais médias		
	F3	F4	F5
Aparência	7,21±1,61 ^a	6,19±1,87 ^{bc}	6,42±1,81 ^c
Aroma	6,95±1,6 ^a	6,66±1,64 ^a	6,79±1,57 ^a
Cor	7,36±1,52 ^a	6,01±2,15 ^{bc}	6,18±1,9 ^b
Sabor	6,84±1,64 ^a	6,28±1,84 ^b	6,93±1,54 ^a
Textura	7,39±1,67 ^a	6,67±1,98 ^{bc}	6,82±1,77 ^b
Impressão global	7,08±1,51 ^a	6,41±1,73 ^b	6,84±1,56 ^a

F3: 2% *Spirulina platensis* e 25% óleo de chia; F4: 8% *Spirulina platensis* e 25% óleo de chia; F5: 5% *Spirulina platensis* e 17,5% óleo de chia.

Os resultados apresentam a média das notas da escala hedônica ± desvio padrão. Médias seguidas por letras minúsculas iguais, na mesma linha, indicam não haver diferença significativa entre os ensaios ao nível de 5% de significância pelo teste de Dunn.

Fonte: Autoria própria (2023)

Observou-se para o atributo aparência, que os valores sensoriais médios foram de 6,19 a 7,21 situando-se entre as categorias “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”. A formulação F3 apresentou a maior nota e diferiu estatisticamente ($p < 0,05$) das demais formulações. Já para F4 e F5 foi observado que não diferiram entre si.

No atributo aroma, as formulações não diferiram entre si ($p < 0,05$) e tiveram valores sensoriais médios de 6,66 a 6,95, situando-se na categoria “gostei ligeiramente”.

Para o atributo cor os valores sensoriais médios foram de 6,01 (F4) a 7,36 (F3), onde as formulações apresentaram-se nas categorias “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”. Verificou-se que F3 apresentou a maior nota e diferiu estatisticamente ($p > 0,05$) das demais formulações. Estes dados estão coerentes com os valores obtidos através do ΔE (Tabela 8) onde verificou-se que F3, que obteve melhor aceitação no parâmetro cor na análise sensorial, apresentou menor diferença de cor em relação a formulação padrão. Já para as formulações F4 e F5 não foi identificada diferença estatística ($p > 0,05$) entre as amostras.

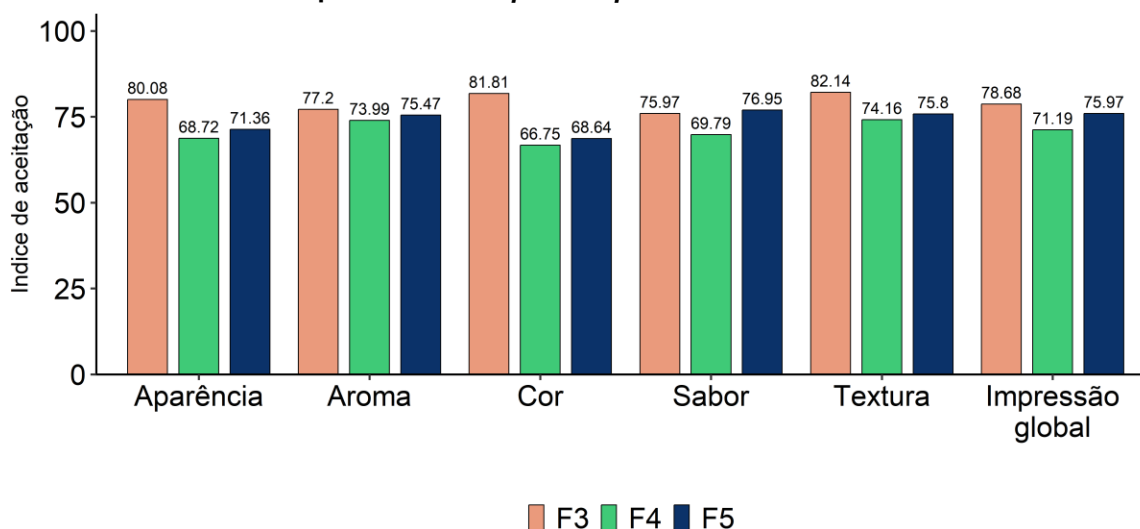
Considerando-se o atributo sabor, notou-se que as formulações situaram-se na categoria “gostei ligeiramente”, com valores sensoriais médios de 6,28 a 6,93, sendo que F4 recebeu a menor nota. As formulações F3 e F5 não diferiram entre si ($p < 0,05$).

Em relação ao atributo textura verificou-se que as formulações apresentaram-se nas categorias “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”, com valores sensoriais médios de 6,67 a 7,39, com a maior nota correspondente a F3. As formulações F4 e F5 não diferiram entre si ($p < 0,05$).

Quanto a impressão global as formulações apresentaram valores sensoriais médios de 6,41 a 7,08 nas categorias “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”. As formulações F3 e F5 obtiveram melhor aceitação, mas apesar de F3 obter maior nota não foi identificada diferença estatística entre as formulações ($p < 0,05$).

O índice de aceitabilidade dos atributos sensoriais de aparência, aroma, cor, sabor, textura e impressão global das três formulações de biscoito tipo *cookie* estão representados na Figura 14.

Figura 14 - Índice de aceitabilidade dos atributos aparência, aroma, cor, sabor, textura e impressão global das três formulações dos biscoitos tipo *cookie* isentos de glúten enriquecidos com *Spirulina platensis* e óleo de chia



F3: 2% *Spirulina platensis* e 25% óleo de chia; F4: 8% *Spirulina platensis* e 25% óleo de chia; F5: 5% *Spirulina platensis* e 17,5% óleo de chia.

**Índice de aceitabilidade calculado a partir dos resultados da escala hedônica.
Fonte: Autoria própria (2023)**

A partir do gráfico da Figura 14 pode-se observar que para todos os atributos sensoriais avaliados pelos provadores, os ensaios que contêm maior percentual de *Spirulina platensis* (F4 e F5) tiveram índices de aceitação menores. No entanto, o atributo sabor foi uma exceção, onde a formulação F5 obteve índice de aceitação superior.

Verificou-se que a formulação F3 obteve índices de aceitabilidade superiores a 75%, enquanto F4 e F5 tiveram índices de aceitabilidade entre 66,75 e 74,16% e, 68,64 e 75,97%, respectivamente. Considerando-se a impressão global, as três formulações apresentaram valores superiores a 70%, admitido como percentual mínimo de índice de aceitabilidade (TEIXEIRA; MEINERT; BARBETTA, 1987; DUTCOSKY, 2013), assim pode-se dizer que todas as formulações poderiam ter repercussão favorável no mercado consumidor.

5.5.3 Análise de Componentes Principais (PCA)

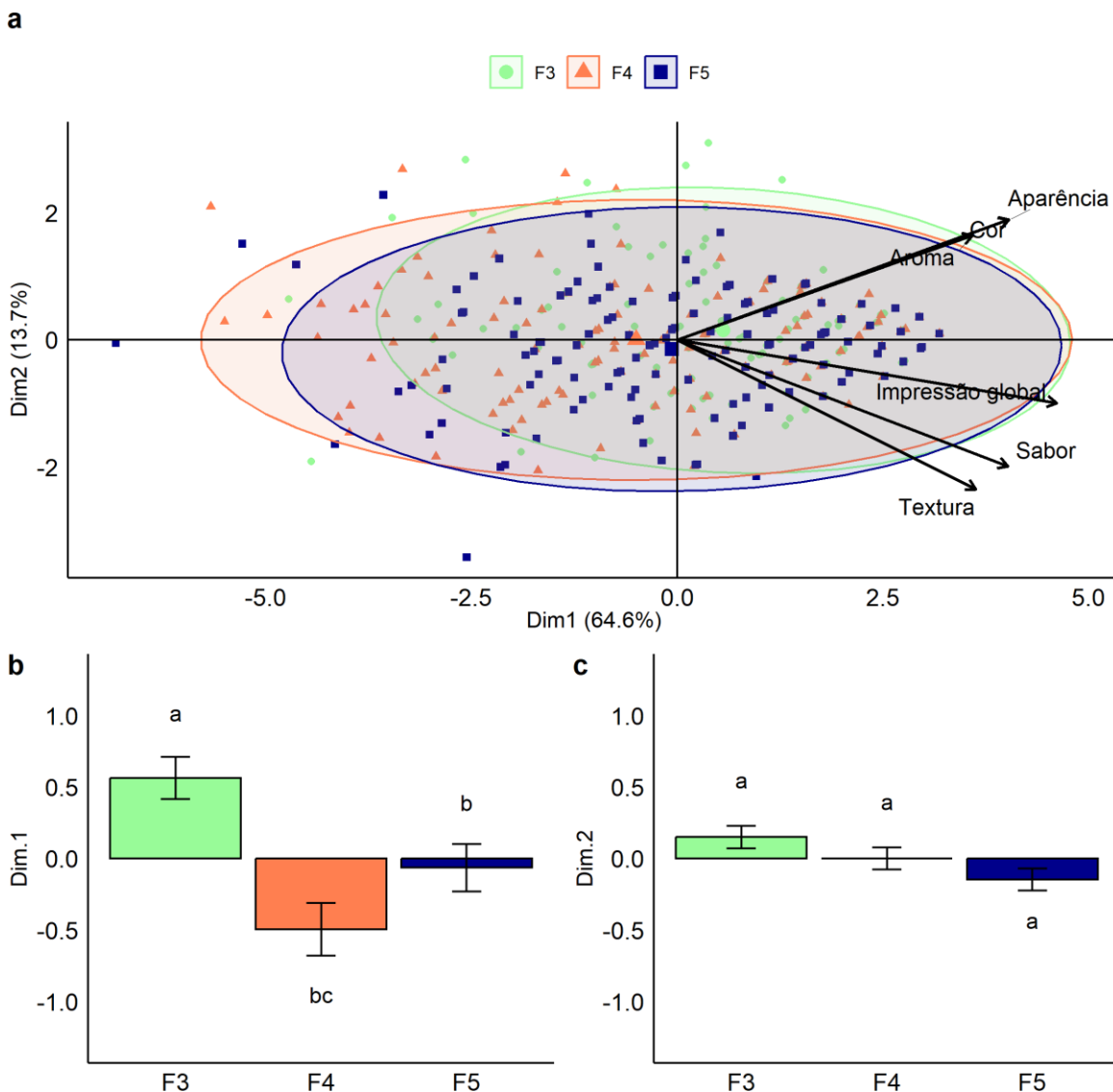
Análise de Componentes Principais (PCA) é apresentada com duas dimensões, as quais representam juntas 78,26% da variação dos dados observados (Figura 15).

A primeira dimensão (Dim1) é principalmente influenciada pelas variáveis "impressão global e aroma", que contribuíram com 64,6% da variabilidade dos dados. Essa dimensão pode ser considerada como uma nova variável latente que representa a "Intensidade Sensorial". A segunda dimensão (Dim2) é composta pelas variáveis "aparência, cor, sabor e textura" e contribuiu com 13,7% da variabilidade dos dados e representa a "Qualidade Sensorial".

Na Figura 15 letra "a" é apresentado um diagrama que representa a ordenação dos autovalores e autovetores da Análise de Componentes Principais (PCA). As elipses no gráfico permitem separar as formulações F3, F4 e F5. Ao examinar a Dimensão 1, foi possível observar que F3 e F5 apresentaram maiores valores para a variável aroma, conforme indicado pela seta que aponta para essas formulações. Por outro lado, a seta correspondente à variável impressão global aponta para F3, sugerindo que essa formulação apresentou valores maiores para essa variável.

Em relação à Dimensão 2, observou-se que as variáveis aparência e cor apresentaram valores maiores nas formulações F3 e F4, enquanto as variáveis textura e sabor apresentaram valores mais elevados na formulação F5.

Figura 15 - Análise de Componentes Principais (PCA) dos atributos aparência, aroma, cor, sabor, textura e impressão global das três formulações dos biscoitos tipo *cookie* isentos de glúten enriquecidos com *Spirulina platensis* e óleo de chia



- ^a O gráfico de elipse (a) apresenta duas dimensões (eixos x e y), onde cada cor representa grupos distintos. Setas pretas indicam vetores das variáveis (atributos sensoriais) de avaliação dos provadores.
- ^b Os gráficos de barras em (b) representam as médias e desvios padrão da Dimensão 1 para cada ensaio.
- ^c Os gráficos de barras em (c) representam as médias e desvios padrão da Dimensão 2 para cada ensaio.
- ^d Letras diferentes acima das barras indicam haver diferença significativa entre os ensaios ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.
- ^e Formulações: F3: 2% *Spirulina platensis* e 25% óleo de chia; F4: 8% *Spirulina platensis* e 25% óleo de chia; F5: 5% *Spirulina platensis* e 17,5% óleo de chia.
- Fonte: Autoria própria (2023)

Na Figura 15, letras “b” e “c”, pode-se identificar que houve diferença estatisticamente significativa entre as formulações apenas na Dimensão 1 ($\chi^2 = 18,11$; $p=0$), conforme indicam os resultados do teste de Dunn.

6 CONCLUSÕES

Verificou-se que todas as formulações se mantiveram de acordo com os aspectos tecnológicos para o desenvolvimento de biscoitos quanto a composição centesimal (umidade, cinzas, proteína, lipídios e carboidratos totais), propriedades físico-químicas (pH, Aw e cor) e perfil de textura (dureza e fraturabilidade).

No perfil de ácidos graxos da biomassa de *Spirulina platensis* foram identificados majoritariamente ácido palmítico, ácido linoleico e ácido γ -linolênico. Já o óleo de chia apresentou predominância de ácido α -linolênico, ácido linoleico e ácido oleico. Nas formulações de *cookie* desenvolvidas destacaram-se ácido α -linolênico, ácido oleico e ácido γ -linolênico, onde a F3 apresentou maior teor total de ácidos graxos poli-insaturados diferindo-se das demais formulações.

Observou-se que quanto maior a concentração de OC nos biscoitos elaborados, melhores foram as razões AGPI / AGS e n-6 / n-3, sendo que a variável SP não apresentou efeito significativo sobre o perfil de ácidos graxos avaliados.

Os índices trombogênicos e aterogênicos tiveram valores considerados adequados na prevenção de doenças coronarianas e a proporção de OC adicionada nos biscoitos influenciou nos valores desses índices.

Para os atributos sensoriais de aparência, cor, sabor, textura e impressão global avaliados, foi possível observar que a F3 apresentou os maiores valores em comparação às demais formulações, sendo que os menores índices de aceitação para todos os atributos sensoriais foram para os biscoitos com maior concentração de SP (F4 e F5). Considerando-se a impressão global, as três formulações apresentaram valores superiores a 70%, admitido como percentual mínimo de índice de aceitabilidade.

Quanto a intenção de compra dos biscoitos, pode-se perceber que 42,96% dos provadores “provavelmente comprariam” e 17,78% “certamente comprariam”.

Ao avaliar o efeito da adição de SP e OC no desenvolvimento dos biscoitos, pode-se inferir que a adição de SP (2%) e OC (25%) corresponde a uma alternativa para aumentar os teores de proteínas e ácidos graxos poli-insaturados (AGPI n-3), importantes por auxiliar na redução do risco de doenças e melhorar as características funcionais dos alimentos, além de apresentar potencial tecnológico para aplicação em produtos panificáveis.

REFERÊNCIAS

- ABIMAPI. Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias, Pães e Bolos Industrializados. **Estatísticas**. Disponível em: <https://www.abimapi.com.br/index.php>. Acesso em: 15 mar 2023.
- ADIBA, B. D.; SALEM, B.; NABIL, S.; ABDELHAKIM, M. Preliminary characterization of food tablets from date (*Phoenix dactylifera* L.) and *Spirulina* (*Spirulina* sp.) powders. **Powder Technology**, v. 208, n. 3, p. 725-730, 2011.
- AGRAHAR-MURUGKAR, D. Food to food fortification of breads and biscuits with herbs, spices, millets and oilseeds on bio-accessibility of calcium, iron and zinc and impact of proteins, fat and phenolics. **LWT**, v. 130, p. 109703, 2020.
- ALFADHLY, N. K.; *et al.* Trends and technological advancements in the possible food applications of *Spirulina* and their health benefits: A Review. **Molecules**, v. 27, n. 17, p. 5584, 2022.
- AMATO, M. B.; *et al.* Driving pressure and survival in the acute respiratory distress syndrome. **New England Journal of Medicine**, v. 19, n. 372, p. 747-802, 2015.
- AMBROSI, M. A.; *et al.* Propriedades de saúde de *Spirulina* spp. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, v. 29, n. 2, p. 109-117, 2008.
- ANDRADE, M. D. R.; COSTA, J. A. V. Cultivo da microalga *Spirulina platensis* em fontes alternativas de nutrientes. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, p. 1551-1556, 2008.
- ARIHARA, K. Functional foods. *In*: Devine, C.; Dikeman, M. **Encyclopedia of meat sciences**. San Diego: Academic Press, 2014. p. 32-36.
- ASHOUSH, I. S.; MAHDY, S. M. Nutritional evaluation of cookies enriched with different blends of *Spirulina platensis* and *Moringa oleifera* leaves powder. **Journal of Food and Dairy Sciences**, v. 10, n. 3, p. 53-60, 2019.
- ASSIS, L. M.; *et al.* Propriedades nutricionais, tecnológicas e sensoriais de biscoitos com substituição de farinha de trigo por farinha de aveia ou farinha de arroz parboilizado. **Alimentos e Nutricao (Brazilian Journal of Food and Nutrition)**, v. 20, n. 1, p. 15-25, 2009.
- BAKER, M.T.; *et al.* Investigating the effect of consumers knowledge on their acceptance of functional foods: a systematic review and meta-analysis. **Foods**, n. 11, p. 1135, 2022.
- BALLINI, A.; *et al.* About Functional Foods: The Probiotics and Prebiotics State of Art. **Antibiotics**, v. 12, n. 4, p.635, 2023
- BARREIRO, J. V.; *et al.* Produção artesanal de biscoitos à base de farinha de arroz como uma alternativa econômica para pequenos empresários na província de Los Ríos. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 5, n. 3, p. 2852-2859, 2022.

BASSINELLO, P. Z.; DE LA LUZ, T. C.; FERREIRA, C. M. Farinha de Arroz: Alternativa Alimentar e Econômica. **Embrapa**, n. 315, p. 1-28, 2017.

BECKER, E. W. **Microalgae: biotechnology and microbiology**. Cambridge: Cambridge University Press, 1994. 301 p.

BHAT, N. A.; WANI, I. A.; HAMDANI, A. M. Tomato powder and crude lycopene as a source of natural antioxidants in whole wheat flour cookies. **Heliyon**, v. 6, n. 1, 2020.

BLEAKLEY, S.; HAYES, M. Algal Proteins: Extraction, Application, and Challenges Concerning Production. **Foods**, v. 6, n. 5, p. 33, 2017.

BOLZAN, R. C. B. **Bromatologia**. Colégio Agrícola de Frederico Westphalen. Frederico Westphalen: Universidade Federal de Santa Maria, 2013. 81p

BORNEO, R.; AGUIRRE, A.; LEÓN, A. E. Chia (*Salvia hispanica* L) gel can be used as egg or oil replacer in cake formulations. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 110, n. 6, p. 946-949, 2010.

BORTOLINI, D. G.; *et al.* Functional properties of bioactive compounds from *Spirulina* spp.: Current status and future trends. **Food Chemistry: Molecular Sciences**, v. 5, p. 100134, 2022.

BRASIL, 2005. Ministério da Saúde. **Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005**: Aprova o “regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos”. Diário Oficial da União, p. 5. Poder Executivo: Brasília, DF, Brasília, 22 set. 2005.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Ministério da Saúde. **Instrução Normativa nº 161 de 01 de julho de 2022**. Estabelece os padrões microbiológicos de alimentos. Diário Oficial da União, Ed. 126, seção 1, p.23. Poder Executivo: Brasília, DF, 01 jul. 2022.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **VII Lista dos novos ingredientes aprovados** – Comissões Tecno científicas de Assessoramento em Alimentos Funcionais e Novos Alimentos, 2008.

BROWN, M. R.; *et al.* The vitamin content of microalgae used in aquaculture. **Journal of Applied Phycology**, v. 11, n. 3, p. 247-255, 1999.

BUONO, S.; *et al.* Functional ingredients from microalgae. **Food & function**, v. 5, n. 8, p. 1669-1685, 2014.

CALDEIRA, L. A.; *et al.* Índices de qualidade nutricional da fração lipídica do leite de búfalas da raça Murrah produzido em diferentes fases de lactação. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 69, n. 4, p. 545-554, 2010.

CAÑAS, G. J. S.; BRAIBANTE, M. E. F. A Química dos Alimentos Funcionais. **Química Nova na Escola**, v. 41, n. 3, 2019.

CAPPELLI, A.; OLIVA, N.; CINI, E. A systematic review of gluten-free dough and bread: Dough rheology, bread characteristics, and improvement strategies. **Applied Sciences**, v. 10, n. 18, p. 6559, 2020.

CARDOSO, L. G.; *et al.* Processed cheese with inulin and microencapsulated chia oil (*Salvia hispanica*). **Food Bioscience**, v. 37, p. 100731, 2020.

CAUVAIN, S. P.; YOUNG, L. **Fabricación de pan**. 1 ed. Zaragoza: Acribia, 2002.

ÇELEKLI, A.; YAVUZATMACA, M.; BOZKURT, H. Modeling of biomass production by *Spirulina platensis* as function of phosphate concentrations and pH regimes. **Bioresource technology**, v. 100, n. 14, p. 3625-3629, 2009.

CHEN, J.; *et al.* Effects of dietary fat saturation level on growth performance, carcass traits, blood lipid parameters, tissue fatty acid composition and meat quality of finishing pigs. **Animal Bioscience**, v. 34, n. 5, p. 895, 2021.

CHRIST-RIBEIRO, A.; *et al.* Fermented rice-bran by *Saccharomyces cerevisiae*: Nutritious ingredient in the formulation of gluten-free cookies. **Food Bioscience**, v. 40, p. 100859, 2021.

COELHO, M. S.; DE LAS MERCEDES S.; M.; M. Effects of substituting chia (*Salvia hispanica* L.) flour or seeds for wheat flour on the quality of the bread. **LWT-Food Science and Technology**, v. 60, n. 2, p. 729-736, 2015.

COLLA, L. M.; FURLONG, E. B.; COSTA, J. A. V. Antioxidant properties of *Spirulina platensis* (Arthospira) cultivated under different temperatures and nitrogen regimes. **Brazilian archives of biology and technology**, v. 50, p. 161-167, 2007.

COLUSSI, R.; *et al.* Propriedades físicas de biscoitos tipo *cookie* elaborados com farinha de arroz e Castanha-do-Brasil. **Embrapa**, n. 73, p. 507-520, 2012.

CONCEIÇÃO, K. N.; *et al.* Poder antioxidante de carotenoides, flavonoides e vitamina e na prevenção da arteriosclerose. **Revista Ciência & Saberes-Facema**, v. 2, n. 4, p. 320-324, 2017.

CUPERSMID, L.; *et al.* Linhaça: Composição química e efeitos biológicos. *e-Scientia*, v. 5, n. 2, p. 33-40, 2012.

DAS, U.N. Bioactive lipids as modulators of immune check point inhibitors. **Med Hypotheses**. v. 135, p. 109473, 2020.

DA SILVA, N.; *et al.* **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água**. 5 ed., São Paulo: Editora Blucher, 2017.

DA SILVA VAZ, B.; *et al.* Microalgae as a new source of bioactive compounds in food supplements. **Current Opinion in Food Science**, v. 7, p. 73-77, 2016.

DA SILVA MARINELLI, R. *et al.* Chia (*Salvia hispanica* L.): aspectos botânicos, nutricionais e funcionais. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 16, n. 4, p. 723-737, 2014.

- DENNIS, E. A.; NORRIS, P. C. Eicosanoid storm in infection and inflammation, **Nature Reviews Immunology**, v. 15, p. 511–523, 2015.
- DESMORIEUX, H.; NADÈGE, D. Convective drying of *Spirulina* in thin layer. **Journal of food engineering**, v. 66, n. 4, p. 497-503, 2005.
- DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. 4. ed. Curitiba: Champagnat, p. 531, 2013.
- ECYCLE. **Spirulina: o que é e para que serve**. 2019. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/3179-Spirulina>>. Acesso em: 27 set 2021.
- EKIN, M. M.; *et al.* A novel nanotechnological strategy for obtaining fat-reduced cookies in bakery industry: Revealing of sensory, physical properties, and fatty acid profile of cookies prepared with oil-based nanoemulsions. **Food Bioscience**, v. 42, p. 101184, 2021.
- EL BAKY, H. H. A.; EL BAROTY, G. S.; MOSTAFA, E. M. Optimization growth of *Spirulina (Arthrospira) platensis* in photobioreactor under varied nitrogen concentration for maximized biomass, carotenoids and lipid contents. **Recent Patents on Food, Nutrition & Agriculture**, v. 11, n. 1, p. 40-48, 2020.
- ELFAR, O. A.; *et al.* Advances in delivery methods of *Arthrospira platensis* (*Spirulina*) for enhanced therapeutic outcomes. **Bioengineered**, v. 13, n. 6, p. 14681-14718, 2022.
- FAN, X.; *et al.* Purification and identification of anti-obesity peptides derived from *Spirulina platensis*. **Journal of Functional Foods**, v. 47, p. 350-360, 2018.
- FOLCH, J.; LESS, M.; STANLEY, S. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **Journal of Biological Chemistry**, v. 226, n. 1, p. 497-509, 1957.
- FOSCHIA, M.; BERALDO, P.; PERESSINI, D. Evaluation of the physicochemical properties of gluten-free pasta enriched with resistant starch. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 97, n. 2, p. 572-577, 2017.
- FRADIQUE, M.; *et al.* Incorporation of *Chlorella vulgaris* and *Spirulina maxima* biomass in pasta products. Part 1: Preparation and evaluation. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 90, n. 10, p. 1656-1664, 2010.
- FRANCO, V. A.; GARCIA, L. G. C.; SILVA, F. A. Addition of hydrocolidics in gluten-free bread and replacement of rice flour for sweet potato flour. **Food Science and Technology**, v. 40, p. 88-96, 2020.
- FREDMAN, G.; SERHAN, C. N. Specialized proresolving mediator targets for RvE1 and RvD1 in peripheral blood and mechanisms of resolution. **Biochemical Journal**, v. 437, n. 2, p. 185-197, 2011.
- FREITAS, C.J.; VALENTE, D. R.; CRUZ, S. P. Caracterização física, química e sensorial de biscoitos confeccionados com farinha de semente de abóbora (FSA) e farinha de semente de baru (FSB) para celíacos. Demetra: Alimentação. **Nutrição & Saúde**, v. 9, n. 4, p. 1003-1018, 2014.

GOHARA, A. K.; *et al.* Chemometric methods applied to the mineral content increase in chocolate cakes containing chia and azuki. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 24, p. 771-776, 2013.

GÓMEZ, O. Harina de arroz para postres. **Revista Lasallista de investigación**. v. 15, n. 5, p. 1-9, 2015

GU, X.; HUANG, L.; LIAN, J. Biomanufacturing of γ -linolenic acid-enriched galactosyldiacylglycerols: Challenges in microalgae and potential in oleaginous yeasts. **Synthetic and Systems Biotechnology**, v. 8, n. 3, p. 469-478, 2023.

GULARTE, M.A. **Manual de Análise Sensorial de Alimentos**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2009.

GUO, Q.; *et al.* New research development on trans fatty acids in food: Biological effects, analytical methods, formation mechanism, and mitigating measures. **Progress in Lipid Research**, v. 89, p. 101199, 2023.

HAJIMAHMOODI, M.; *et al.* Evaluation of antioxidant properties and total phenolic contents of some strains of microalgae. **Journal of Applied Phycology**, v. 22, p. 43-50, 2010.

HARTMAN, L.; LAGO, R. C. A. Rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids. **Laboratory Practice**, v. 22, n. 6, p. 475-481, 1973.

HECK, R. T.; *et al.* Is it possible to produce a low-fat burger with a healthy n-6/n-3 PUFA ratio without affecting the technological and sensory properties?. **Meat Science**, v. 130, p. 16-25, 2017.

HENRIQUE, V. A.; *et al.* **Alimentos funcionais: aspectos nutricionais na qualidade de vida**. 1 ed. Aracaju: EdIFS, 2018. 57 p.

HERMIDA, L. G.; GALLARDO, G. Food applications of microencapsulated omega-3 oils. *In: Microencapsulation and microspheres for food applications*. Academic Press, 2015. p. 271-299.

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

INGLETT, G. E.; CHEN, D.; LIU, S. Physical properties of sugar *cookies* containing chia-oat composites. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 94, n. 15, p. 3226-3233, 2014.

IXTAINA, V.Y. **Caracterización de la semilla y el aceite de chía (*Salvia hispanica* L.) obtenido mediante distintos procesos: aplicación em tecnología de alimentos**. 2010. Tese (Doutorado) - Facultad de Ciencias Exactas. Universidad Nacional de La Plata, La Plata, 2010.

JARDIM, D. C. P. Atividade de água e a estabilidade dos alimentos. *In: MOURA, S. C. S. R.; GERMER, S. P. M. (Coord.). Reações de transformação e vida-de-prateleira de alimentos processados*. 4. ed. Campinas: ITAL, 2010. p. 17-23. **Manual Técnico**, n. 6).

JAESCHKE, D. P.; *et al.* Extraction of valuable compounds from *Arthrospira platensis* using pulsed electric field treatment. **Bioresource Technology**, v. 283, p. 207-212, 2019.

JNAWALI, P.; KUMAR, V.; TANWAR, B. Celiac disease: Overview and considerations for development of gluten-free foods. **Food Science and Human Wellness**, v. 5, n. 4, p. 169-176, 2016.

JONH, L. **Mais energia e imunidade com a e *Spirulina* brasileira**. Conexão Planeta: inspiração para ação. 2016. Disponível em: [https://conexaoplaneta.com.br/blog/mais-energia-e-imunidade-com-a-e *Spirulina*-brasileira](https://conexaoplaneta.com.br/blog/mais-energia-e-imunidade-com-a-e-Spirulina-brasileira). Acesso em: 26 ago 2023.

JOSHI, S. M. R.; BERA, M. B.; PANESAR, P. S. Extrusion cooking of maize/*Spirulina* mixture: Factors affecting expanded product characteristics and sensory quality. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 38, n. 2, p. 655-664, 2014.

KARKOS, P. D.; LEONG, S. C.; SIRVAJI, N.; ASSIMAKOPOULOS, D. A. *Spirulina* in clinical practice: evidence-based human applications. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2011, p. 531053, 2011.

KHAN, R. S.; *et al.* Functional food product development - opportunities and challenges for food manufacturers. **Trends in Food Science & Technology**, v. 30, n. 1, p. 27-37, 2013.

KONICA MINOLTA. **Medidor de Contraste de assados BC-10**. 2014. Disponível em: <https://sensing.konicaminolta.us/br/products/bc-10-baking-contrast-meter/>. Acesso em: 01 jul. 2022.

KORU, E. Earth Food *Spirulina* (*Arthrospira*): Production and Quality Standards. In: **Food Additive**. [S.l.]: [s.n.], 2012. Cap. 11.

LAFARGA, T. Effect of microalgal biomass incorporation into foods: Nutritional and sensorial attributes of the end products. **Algal Research**, v. 41, p. 101566, 2019.

LAFARGA T.; *et al.* *Spirulina* for the food and functional food industries. **Food Research International**, v. 137, p. 109356, 2020.

LEBWOHL, B.; SANDERS, D. S.; GREEN, P. H. R Coeliac Disease. **The Lancet**, v. 391, n. 6, p. 70-81, 2018.

LIMA, R. F.; *et al.* Nutritional composition of cookies enriched with *Spirulina platensis*. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 10, p. 21120, 2022.

LIU, C.; *et al.* Growth and antioxidant production of *Spirulina* in different NaCl concentrations. **Biotechnology Letters**, v. 38, p. 1089-1096, 2016.

MAIA, E. L.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Avaliação de um método simples e econômico para a metilação de ácidos graxos com lipídios de diversas espécies de peixes. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 53, p. 27-35, 1993.

MAJZOBI, M.; *et al.* Quality and microbial properties of symbiotic bread produced by straight dough and frozen part-baking methods. **Journal of Texture Studies**, v. 50, n. 2, p. 165-171, 2019.

MALLIKARJUN, G. K. G.; KAVITHA, M. D.; SARADA, R. Antihyperglycemic, Antioxidant and Antimicrobial Activities of the Butanol Extract from *Spirulina Platensis*. **Journal of Food Biochemistry**, v. 39, n. 5, p. 594-602, 2015.

MARTÍNEZ, E. *et al.* Chia (*Salvia hispanica* L.): potential for the food industry. **Food Science & Technology**, v. 35, n. 2, p. 353-364, 2015.

MEHAR, J.; *et al.* Automation of pilot-scale open raceway pond: A case study of CO²-fed pH control on *Spirulina* biomass, protein and phycocyanin production. **Journal of CO² Utilization**, v. 33, p. 384-393, 2019.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B.T. **Sensory evaluation techniques**. Florida: CRC Press Inc., 1987. 158p.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory evaluation techniques**. 3 ed. New York: CRC Press, 1999, 387 p.

MELO, R. M.; *et al.* Preparation and physical-chemical characterization of cookie added to mesquite tree pod flour (*Prosopis juliflora*). **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, p. e476997488, 2020.

MENEZES, L. M. F.; *et al.* Development of cookie cookies with different starch starch sources: physical and physicochemical characterization. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 3, p. 16811-16822, 2022.

MILIĆEVIĆ, N.; *et al.* Physico-chemical properties of low-fat cookies containing wheat and oat bran gels as fat replacers. **Journal of Cereal Science**, v. 95, p. 103056, 2020.

MINOLTA, K. Chroma Meter CR-400/410 **Instruction Manual**. Konica Minolta. Inc., Japan, 2014.

MISCHOULON, D., FREEMAN, M. P. Omega-3 fatty acids in psychiatry. **Psychiatric Clinics of North America**, v. 36, n. 1, p. 15-23, 2013.

MOIRAGHI, M.; *et al.* Relationship between soft wheat flour physicochemical composition and cookie-making performance. **Cereal Chemistry**, v. 88, n. 2, p. 130-136, 2011.

MONÇÃO, F.P.; *et al.* Nutritional Value of BRS Capiapu Grass (*Pennisetum purpureum*) silage associated with cactus pear. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, v.10, p. 25-29, 2020.

MONTALVO, G. E. B.; *et al.* The antihypertensive, antimicrobial and anticancer peptides from *Arthrospira* with therapeutic potential: a mini review. **Current Molecular Medicine**, v. 20, n. 8, p. 593-606, 2020.

MORAES, E. M.; SILVA, L. H. Wheat flour substitutes in the preparation of gluten-free bakery products - a review. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 3, p. 1-14, 2023.

MORAIS, M. G.; MIRANDA, M. Z.; COSTA, J. A. V. Biscoitos de chocolate enriquecidos com *Spirulina platensis*: características físico-químicas, sensoriais e digestibilidade. **Alimento e Nutrição**, 2006.

MOSQUERA, A.; CARRERA, J.; VILLADA CASTILLO, S. Utilización del arroz integral en la elaboración de harinas. **Revista Consumo Humano**, v. 14, n. 5, p. 1-8, 2017.

NAGPAL, T.; *et al.* Trans fatty acids in food: A review on dietary intake, health impact, regulations and alternatives. **Journal of Food Science**, v. 86, n. 12, p. 5159-5174, 2021.

NAKATA, H.; *et al.* Evaluation of the ameliorative effect of *Spirulina (Arthrospira platensis)* supplementation on parameters relating to lead poisoning and obesity in C57BL/6J mice. **Journal of Functional Foods**, v. 77, p. 104344, 2021.

NEHER, B. D.; *et al.* Nutritional analysis of *Spirulina* dietary supplements: Optimization procedure of ultrasound-assisted digestion for multielemental determination. **Food Chemistry**, v. 257, p. 295-301, 2018.

NILSSON *et al.* Risk of vascular diseases in patients with dermatitis herpetiformis and coeliac disease: a long-term cohort study. **Annals of Medicine**, v. 55, n. 01, p. 01-10, 2023.

OLIVEIRA, C. A.; *et al.* Potencial nutricional, funcional e terapêutico da cianobactéria *Spirulina*. **Revista da Associação Brasileira de Nutrição-RASBRAN**, v. 5, n. 1, p. 52-59, 2013.

OLIVEIRA, K. S. **Biofortificação de arroz (*Oryza sativa* L.) em selênio e implicações na composição nutricional**. 2017. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2017.

OMS. World Health Organization. **Celiac disease**. Disponível em: Documentos da OMS (who.int). Acesso em: 04 de dezembro de 2023.

PAPALIA, T.; SIDARI, R.; PANUCCIO, M. R. Impact of different storage methods on bioactive compounds in *Arthrospira platensis* biomass. **Molecules**, v. 24, n. 15, p. 2810, 2019.

PELIZER, L. H.; *et al.* O. Influence of inoculum age and concentration in *Spirulina* cultivation. **Journal of Food Engineering**, v. 56, p. 371-375, 2003.

PEREZ, P. M. P.; GERMANI, R. Elaboração de biscoitos tipo salgado, com alto teor de fibra alimentar, utilizando farinha de berinjela (*Solanum melongena*, L.). **Food Science and Technology**, v. 27, p. 186-192, 2007.

PEREZ-SANTANA, M.; *et al.* Characterization of physical properties and retention of bioactive compounds in cookies made with high oleic red palm olein. **LWT**, v. 147, p. 111499, 2021.

PINAZO-DURAN, M. D.; BOSCA-GOMAR, L. Anti-inflammatory properties of polyunsaturated fatty acid omega 3. Indications in ophthalmology. **Archivos de la Sociedad Espanola de Oftalmologia**, v. 87, n. 7, p. 203-205, 2012.

POUDYAL, H.; *et al.* Lipid redistribution by α -linolenic acid-rich chia seed inhibits stearoyl-CoA desaturase-1 and induces cardiac and hepatic protection in diet-induced obese rats. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 23, n. 2, p. 153-162, 2012.

QADIR, N.; WANI, I. A. Functional properties, antioxidant activity and in-vitro digestibility characteristics of brown and polished rice flours of Indian temperate region. **Grain & Oil Science and Technology**, v. 6, n 1, p. 43-57, 2023.

QIN, W.; *et al.* Influence of particle size on the properties of rice flour and quality of gluten-free rice bread. **LWT**, v. 151, p. 112236, 2021.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, 2023. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 25 out 2023.

RANGREJ, V.; *et al.* Effect of shortening replacement with flaxseed oil on cookies' physical, sensory, fatty acid and storage characteristics. **Journal of Food Science and Technology**, v. 52, n. 6, p. 3694-3700, 2015.

RENDÓN-VILLALOBOS, R.; *et al.* Formulation, physicochemical, nutritional and sensorial evaluation of corn tortillas supplemented with chía seed (*Salvia hispanica* L.). **Czech Journal of Food Sciences**, v. 30, n. 2, p. 118-125, 2012.

RIBANI, M.; *et al.* Validation for chromatographic and electrophoretic methods. **Química Nova**, v. 27, p. 771-780, 2004.

RICHMOND, A. **Handbook of microalgal culture: biotechnology and applied phycology**. Oxford: Blackwell Science, 2004.

ROCHA, D. R. C.; *et al.* Macarrão adicionado de ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Miller) desidratado. **Alimentos e Nutrição**, v. 19, n. 4, p. 459-465, 2008.

RODRIGUES, M. G. G.; *et al.* Desenvolvimento de cookies adicionados de farinha de yacon (*Smallanthus sonchifolius*): caracterização química e aceitabilidade sensorial entre portadores de Diabetes Mellitus. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 73, n. 2, p. 219-225, 2014.

SAITO, K.; *et al.* Quality improvement of gluten-free rice flour bread through the addition of high-temperature water during processing. **Journal of Food Science**, v. 87, n. 11, p. 4820-4830, 2022.

SALA-VILA, A.; *et al.* Impact of α -linolenic acid, the vegetable ω -3 fatty acid, on cardiovascular disease and cognition. **Advances in Nutrition**, v. 13, n. 5, p. 1584-1602, 2022.

SALGADO, J. **Alimentos funcionais**. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2017.

SANTANA, L. R. R.; *et al.* A. Perfil Sensorial de Iogurte *Light*, Sabor Pêssego. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v 26, n. 3, p. 619-625, 2006.

SANTANA, R. D. C. S.; *et al.* Caracterização física e textural de biscoitos de farinha de banana verde. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 10, p. 81311-81319, 2020.

SANTOS, E. M. **Avaliação da Estabilidade Oxidativa de Óleo de Soja Contendo Concentrações Contrastantes de Ácido Linolênico, Durante o Processamento**. 2007. Dissertação (Mestrado). Pós-Graduação em Bioquímica Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

SANTOS, K. R. S. **Estudos de Desenvolvimento, Moleculares e do Potencial Biotecnológico em Cepas de Cianobactérias provenientes de lagoas salinas do Pantanal da Nhecolândia, MS, Brasil: *Anabaenopsis elenkinii* (Nostocales) e *Arthrospira platensis* (Oscillatoriales)**. 2013. Tese (Doutorado). Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, São Paulo, 2013.

SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; OLIVEIRA, G. H. F.; CANAVESI, M. M. Estabilidade de biscoitos doces tipo maizena durante o armazenamento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 22, n. 2, p. 230-235, 2002.

SAVLAK, N. Potential Use of Dried Trout Flesh Powder in Salty Biscuit Production. **Akademik Gıda**, v. 18, n. 2, p. 116-124, 2020.

SEGURA-CAMPOS, M.R.; *et al.* Chemical and Functional Properties of Chia Seed (*Salvia hispanica* L.) Gum. **International Journal of Food Science**, v. 2014, p. 241053, 2014.

SHEIKH, B. Y.; *et al.* Prophetic medicine as potential functional food elements in the intervention of cancer: A review. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 95, p. 614-648, 2017.

SHERRY, C. L.; OLIVER, J. S.; MARRIAGE, B. J. Docosahexaenoic acid supplementation in lactating women increases breast milk and plasma docosahexaenoic acid concentrations and alters infant omega 6: 3 fatty acid ratio. **Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids**, v. 95, p. 63-69, 2015.

SHOW, K. Y.; LEE, D. J.; CHANG, J. S. Algal biomass dehydration. **Bioresource Technology**, v. 135, p. 720-729, 2013.

SHOW, K. Y.; *et al.* Microalgal drying and cell disruption - recent advances. **Bioresource Technology**, v. 184, p. 258-266, 2015.

SIMOPOULOS, A. P. Genetic variants in the metabolism of omega-6 and omega-3 fatty acids: their role in the determination of nutritional requirements and chronic disease risk. **Experimental biology and medicine**, v. 235, n. 7, p. 785-795, 2010.

SIMOPOULOS, A. P. Evolutionary aspects of diet: the omega-6/omega-3 ratio and the brain. **Molecular Neurobiology**, v. 44, n. 2, p. 203-215, 2011.

SILVA, D. R. B.; JÚNIOR, P. F. M.; SOARES, E. A. A importância dos ácidos graxos poli-insaturados de cadeia longa na gestação e lactação. **Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil**, v. 7, p. 123-133, 2007.

SONI, R. A.; SUDHAKAR, K.; RANA, R. S. Comparative study on the growth performance of *Spirulina platensis* on modifying culture media. **Energy Reports**, v. 5, p. 327-336, 2019.

SONI, R. A.; SUDHAKAR, K.; RANA, R. S. *Spirulina*—From growth to nutritional product: A review. **Trends in Food Science and Technology**, v. 69, p. 157-171, 2017.

SOUZA, P. H. M.; SOUZA, N. M. H.; MAIA, G. A. Componentes funcionais nos alimentos. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 37, n. 2, p. 127-135, 2003.

SOUZA, T. D.; *et al.* Profile, antioxidant potential, and applicability of phenolic compounds extracted from *Spirulina platensis*. **African Journal of Biotechnology**, v. 14, n. 41, p. 2903-2909, 2015.

SOUZA, J. O.; CAMILLOTO, G. P.; CRUZ, R. S. Biscoitos tipo amanteigado incorporado com farinha de caroço de açaí. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 10, p. 81331-81340, 2020.

SPERRY, M. F.; *et al.* Probiotic Minas Frescal cheese added with L. casei 01: Physicochemical and bioactivity characterization and effects on hematological/biochemical parameters of hypertensive overweighted women - A randomized double-blind pilot trial. **Journal of Functional Foods**, v. 45, n. 4, p. 435-443, 2018.

SPRYNSKY, M.; *et al.* Isolation of omega-3 polyunsaturated fatty acids (eicosapentaenoic acid-EPA and docosahexaenoic acid-DHA) from diatom biomass using different extraction methods. **Algal Research**, v. 62, p. 102615, 2022.

STATSOFT. **Statistica for Windows** - Computer program manual. Versão 10.0. Tulsa: StatSoft, 2011.

TEIXEIRA, E.; MEINERT, E. M.; BARBETTA, P. A. **Análise sensorial de alimentos**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1987. 180 p

THARWAT, A. A.; ALTURKI, S, M. *Spirulina platensis* production using date palm substances and low-cost media in the climatic conditions of Saudi Arabia. **Advances in Environmental Biology**, v. 8, n. 7, p. 2350-2357, 2014.

TIMILSENA, Y. P.; *et al.* Physicochemical and thermal characteristics of Australian chia seed oil. **Food Chemistry**, v. 1, n. 228, p. 394-402, 2017.

TONIAL, I. B.; *et al.* Caracterização físico-química e perfil lipídico do salmão (*Salmo salar* L.). **Brazilian Journal of Food & Nutrition/Alimentos e Nutrição**, v. 21, n. 1, p. 93-98, 2010.

TROTTA, T.; *et al.* Beneficial effects of *Spirulina* consumption on brain health. **Nutrients**, v. 14, n. 3, p. 676, 2022.

ULBRICHT, T. L. V.; SOUTHGATE, D. A. T. Coronary heart disease: seven dietary factors. **The Lancet**, v. 338, n. 8773, p. 985-992, 1991.

UZLASIR, D.; *et al.* Effects of *Spirulina platensis* supplementation on nutritional and biochemical parameters in breast cancer patients. **Nutrición Hospitalaria**, 38(5), 1120-1127, 2023.

VENZEL, A. H. S. **Avaliação da capacidade antioxidante de extratos naturais no controle da oxidação de linguças frescas**. 2022. Dissertação. (Mestrado). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, 2022.

VIANA, L. F.; *et al.* The reusing technology of guava peel, pulp and core for cookies elaboration. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p. 47219-47230, 2020.

VISENTAINER, J. V.; FRANCO, M. R. B. **Ácidos graxos em óleos e gorduras: Identificação e quantificação**. São Paulo: Ed. Varela, 2006. 120 p

VIZZOTO, T.; *et al.* **Determinação de umidade e cinzas em diversas matrizes alimentares**. Instituto Federal Catarinense- Campus Concórdia: Concórdia, 2010.

WOOD, K. E.; *et al.* The effect of modifying dietary LA and ALA intakes on omega-3 long chain polyunsaturated fatty acid (n-3 LCPUFA) status in human adults: a systematic review and commentary. **Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids**, v. 95, p. 47-55, 2015.

WU, J. H.; *et al.* Are gluten-free foods healthier than non-gluten-free foods? An evaluation of supermarket products in Australia. **British Journal of nutrition**, v. 114, n. 3, p. 448-454, 2015.

YANG, Y.; *et al.* *Spirulina* lipids alleviate oxidative stress and inflammation in mice fed a high-fat and high-sucrose diet. **Marine drugs**, v. 18, n. 3, p. 148, 2020.

APÊNDICE A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Título da pesquisa: Enriquecimento Nutricional de Biscoitos Tipo *Cookie* Isentos de Glúten

Pesquisador responsável pela pesquisa, com Endereços e Telefones: Eliane Colla. Endereço: Avenida Brasil, 4232, Parque Independência – CEP 85884-000 – Medianeira-PR. Telefones: (45) 3240-8000 e (45) 99917-6326.

Acadêmico: Ademir Mattana

Local de realização da pesquisa: UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Medianeira.

Endereço, telefone do local: Avenida Brasil, 4232, Parque Independência – CEP 85884-000 – Medianeira – Paraná – Brasil. Telefone: (45) 3240-8000.

A) INFORMAÇÕES AO PARTICIPANTE

1. Apresentação da pesquisa.

A preferência por alimentos saudáveis e ao mesmo tempo de fácil consumo, bem como a procura por alimentos alternativos às fontes de proteínas de origem animal, quer por opção alimentar (vegetarianos) ou por necessidade nutricionais específicas (alergias e/ ou intolerâncias) tem aumentado consideravelmente nos últimos anos. Nesse cenário, os biscoitos tipo *cookie* isentos de glúten adquiriram grande espaço no mercado, exigindo das indústrias e pesquisadores na área de alimentos a busca por novos ingredientes e formulações. A *Spirulina platensis* tem se destacado por suas propriedades benéficas à saúde dos consumidores por ser rico em antioxidantes e alto teor proteico. Sendo assim, essa pesquisa tem por objetivo desenvolver um biscoito tipo *cookie* sem glúten enriquecido com *Spirulina platensis* e óleo de chia, que apresente propriedades nutricionais e que seja sensorialmente agradável ao consumidor. Desta forma, você está sendo convidado(a) a participar desta pesquisa conduzida pela professora Eliane Colla e pelo aluno de mestrado Ademir Mattana do Curso de mestrado do PPGTA do Câmpus Medianeira da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

2. Objetivos da pesquisa.

Avaliar a aceitabilidade sensorial de biscoito tipo *cookie* isento de glúten.

3. Participação na pesquisa.

Você está sendo convidado (a) para participar da avaliação sensorial de biscoito tipo *cookie* isento de glúten, elaboradas utilizando os seguintes ingredientes: farinha de arroz integral, açúcar refinado, açúcar mascavo, chocolate em pó, fermento químico, óleo de chia, ovos e *Spirulina platensis* (Formulações variando as quantidades de *Spirulina platensis* e óleo de chia de 2 – 8% m/m). A *Spirulina platensis* tem sido usada como alimento para seres humanos e provou ser muito útil no tratamento e prevenção de distúrbios induzidos pela desnutrição. Por não possuir paredes celulósicas, mas uma cobertura frágil de mucopolissacarídeos brandos, suas proteínas apresentam boa digestibilidade, cerca de 83 a 90% quando submetida à secagem simples, sendo os nutrientes preservados. O óleo de chia, que vem sendo estudado devido às suas características funcionais. Há grande incidência de doenças relacionados ao elevado consumo de ácidos graxos saturados, o que pode ter levado ao aumento do consumo de alimentos funcionais que contêm maior teor de ácidos graxos poli-insaturados, como o óleo de chia. O óleo de chia possui uma grande variedade de ácidos graxos, o principal ácido graxo presente é o α -linolênico (C18:3) sendo aproximadamente 68%, seguido do ácido linoleico com aproximadamente 20% e ácido oleico com aproximadamente 8%, além disso possui um teor considerável de compostos fenólicos que possuem propriedades antioxidantes. Para avaliar a aceitabilidade sensorial de Biscoito Tipo *cookie* Isento de Glúten, adicionado de *Spirulina platensis* e óleo de chia, você receberá as 03 diferentes formulações e realizará o Teste de Escala Hedônica de nove pontos, que possui uma escala que vai de gostei muitíssimo (09) até desgostei muitíssimo (01), onde serão avaliados a aparência, aroma, cor, sabor, textura e impressão global, mediante preenchimento da Ficha de Avaliação Sensorial. Você também será convidado (a) a preencher um questionário sobre o gênero, escolaridade, idade, renda familiar, frequência e consumo de biscoito tipo *cookie* na mesma ficha. Os testes serão realizados no Laboratório de Análise Sensorial do Campus Medianeira da UTFPR, em cabines individuais com lâmpadas fluorescentes de cor branca. Você será convidado(a) a degustar as 03 amostras de biscoito tipo *cookie* Isento de Glúten, adicionado de *Spirulina platensis* e óleo de chia, observá-las e avaliá-las quanto ao solicitado. Será fornecido cerca de 10g de cada amostra, em pratos plásticos descartáveis, de forma aleatória, simultânea e codificada com três dígitos aleatórios, à temperatura ambiente, sendo acompanhadas de um

copo de água mineral, para que possa enxaguar a boca após a degustação de cada amostra, de forma que não fique gosto residual após a avaliação. O tempo necessário para a avaliação será de, aproximadamente, 15 minutos e realizada em uma única sessão.

4. Confidencialidade.

Todos os dados coletados serão utilizados somente para os fins da pesquisa e serão tratados com sigilo e confidencialidade, de modo a preservar sua identidade, bem como garantida a privacidade de seus conteúdos, como preconiza a Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde.

5. Desconfortos, Riscos e Benefícios

a) Desconfortos e riscos:

A presente pesquisa poderá apresentar riscos mínimos de constrangimento ao responder questões sobre os dados pessoais (gênero, idade, escolaridade, renda familiar, frequência e consumo de BTCIG). Neste caso, buscamos apresentar questões claras e de múltipla escolha, para reduzir possíveis dificuldades ou desconfortos para o preenchimento. Ainda, reforçamos que os pesquisadores serão os únicos a terem acesso aos dados coletados e tomarão todas as providências necessárias para manter o sigilo, ainda existe uma remota possibilidade de quebra de sigilo, mesmo que involuntário e não intencional, cujas consequências serão tratadas nos termos da lei. Durante a pesquisa, as pesquisadoras serão responsáveis pelo armazenamento adequado dos dados coletados e pelos procedimentos para assegurar o sigilo e a confidencialidade das informações dos participantes da pesquisa. Destaca-se aqui que a aplicação da análise sensorial só é permitida e realizada após confirmação dos padrões aceitáveis das análises microbiológicas exigidas para o produto, preservando sua segurança alimentar quanto a ingestão. Porém, é possível acontecer um desconforto na degustação sensorial das amostras. Em caso de sentir algum tipo de desconforto, você poderá se recusar a participar, ou mesmo desistir a qualquer momento sem que isto acarrete qualquer ônus ou prejuízo pessoal, pois a sua participação é totalmente voluntária. Os resultados deste trabalho poderão ser apresentados em eventos ou publicações científicas, resguardando o anonimato de todos os participantes.

b) Benefícios:

O(a) senhor(a) não terá benefício direto, a legislação brasileira não permite que você tenha qualquer compensação financeira pela participação em pesquisa; porém, com os resultados obtidos e disseminados através dos meios científicos a indústria e os pesquisadores da área de alimentos poderão utilizar-se destes na elaboração de produtos que venham atender as expectativas dos consumidores.

6. Critérios de inclusão e exclusão.

a) Inclusão:

Poderão participar da pesquisa indivíduos maiores de 18 anos, independente do gênero, discentes, docentes e técnicos administrativos da UTFPR- Campus Medianeira, consumidores habituais de BTCIG, que não sejam alérgicos e/ou intolerantes a qualquer um dos ingredientes das amostras (farinha de arroz integral, açúcar refinado, açúcar mascavo, chocolate em pó, fermento químico, óleo de chia, ovos e *Spirulina platensis*) e que não possuam problemas de saúde (doenças crônicas, gastrite, úlceras, colesterol e outras) que possam prejudicar a percepção sensorial ou que possam interferir na análise sensorial do produto (gripes e/ou resfriados e/ou rinite alérgica e/ou uso de aparelhos que afetem a percepção sensorial).

b) Exclusão:

Serão excluídos os participantes da pesquisa que não preencherem a ficha de “Dados Sociodemográficos e de Consumo” e não preencherem as fichas de análise sensorial referente ao “Teste de Aceitabilidade Sensorial – Escala Hedônica”, ou vice-e-versa, assim como àqueles que deixarem de identificar adequadamente as amostras no preenchimento da ficha sensorial.

7. Direito de sair da pesquisa e a esclarecimentos durante o processo.

Durante todo o período da pesquisa, você terá o direito de esclarecer qualquer dúvida ou pedir qualquer outro esclarecimento, bastando para isso entrar em contato com o pesquisador. Garante-se também ao participante a plena liberdade de recusar-se a participar ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma pela sua decisão. Se desejar poderá ter acesso ao resultado final da pesquisa, conforme o informado abaixo.

() Sim, desejo receber os resultados da pesquisa (e-mail para envio : _____)

() Não desejo receber os resultados da pesquisa

8. Ressarcimento e indenização.

Os gastos necessários para a sua participação na pesquisa serão de responsabilidade da pesquisadora. Sua participação é isenta de qualquer custo, e, portanto, sem ressarcimento a ser efetuado; no entanto, é de seu direito a indenização prevista pela Resolução 466/12 para danos causados pela pesquisa ao participante.

ESCLARECIMENTOS SOBRE O COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA:

O Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos (CEP) é constituído por uma equipe de profissionais com formação multidisciplinar que estão trabalhando para assegurar o respeito aos seus direitos como participante de pesquisa. Ele tem por objetivo avaliar se a pesquisa foi planejada e se será executada de forma ética. Se você considerar que a pesquisa não está sendo realizada da forma como você foi informado ou que você está sendo prejudicado de alguma forma, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos do Câmpus Medianeira da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CEP/UTFPR Campus Medianeira). Av. Brasil, 4232, Bloco C - Sala CEP, Bairro Parque Independência, CEP 85884-000, Medianeira-PR, telefone: (45) 3240-8000, e-mail: coep@utfpr.edu.br.

B) CONSENTIMENTO

Eu declaro ter conhecimento das informações contidas neste documento e ter recebido respostas claras às minhas questões a propósito da minha participação direta (ou indireta) na pesquisa e, adicionalmente, declaro ter compreendido o objetivo, a natureza, os riscos e benefícios deste estudo. Após reflexão e um tempo razoável, eu decidi, livre e voluntariamente, participar deste estudo. Estou consciente que posso deixar o projeto a qualquer momento, sem nenhum prejuízo.

Nome completo: _____

RG: _____ Data de Nascimento: __/__/____. Telefone: _____

Endereço: _____

CEP: _____ Cidade: _____ Estado: _____

Assinatura: _____ Data: ____/____/____

Eu declaro ter apresentado o estudo, explicado seus objetivos, natureza, riscos e benefícios e ter respondido da melhor forma possível às questões formuladas.

Assinatura pesquisador: _____ Data: ___/___/___
Nome completo: Eliane Colla

Assinatura pesquisador: _____ Data: ___/___/___
Nome completo: Ademir Mattana

Para todas as questões relativas ao estudo ou para se retirar do mesmo, poderão se comunicar com Eliane Colla, via e-mail: collaeliane@gmail.com ou telefone: (45) 3240-8109.

Contato do Comitê de Ética em Pesquisa que envolve seres humanos para denúncia, recurso ou reclamações do participante pesquisado:

Comitê de Ética em Pesquisa que envolve seres humanos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CEP/UTFPR)

Endereço: Av. Brasil, 4232, Bloco C - Sala CEP, Bairro Parque Independência, CEP 85884-000, Medianeira-PR, telefone: (45) 3240-8000, e-mail: coep-md@utfpr.edu.br.

OBS: Este documento contém 2 (duas) vias iguais, sendo uma pertencente ao pesquisador e outra ao participante da pesquisa.

APÊNDICE B - Modelo de ficha do teste de escala hedônica

MODELO DE FICHA DO TESTE DE ESCALA HEDÔNICA

TESTE DE ACEITABILIDADE SENSORIAL – ESCALA HEDÔNICA

Nome: _____ Data: ___/___/___

Você está recebendo 03 (três) amostras de biscoito tipo *cookie* Isento de Glúten. Por favor, deguste-o e use a escala abaixo para indicar o quanto você gostou ou não do produto:

- (9) gostei muitíssimo
- (8) gostei muito
- (7) gostei moderadamente
- (6) gostei ligeiramente
- (5) não gostei/nem desgostei
- (4) desgostei ligeiramente
- (3) desgostei moderadamente
- (2) desgostei muito
- (1) desgostei muitíssimo

Para isso, descreva o quanto você gostou e/ou desgostou, com relação aos atributos (enxague a boca com água mineral entre as amostras):

Amostra número	Aparência	Aroma	Cor	Sabor	Textura	Impressão Global
125						
469						
952						

Assinale com um “X” qual a sua intenção de compra em relação a este produto:

- () Certamente compraria () Provavelmente compraria
 () Tenho dúvidas se compraria () Provavelmente não compraria
 () Certamente não compraria

Comentários: _____

APÊNDICE C - Questionário para levantamento de dados

QUESTIONÁRIO PARA LEVANTAMENTO DE DADOS

NOME: _____ DATA: ____ / ____ / ____

Telefone: _____ E-mail _____

Por favor, preencha os dados abaixo (a sua identidade será mantida em sigilo).

Gênero: () Masculino () Feminino

Idade (anos): () 18-25 () 26-35 () 36-45 () 46-55 () >55

Profissão (ocupação): _____

Grau de instrução:

- () Ensino fundamental incompleto () Ensino médio completo
 () Ensino fundamental completo () Ensino Superior incompleto
 () Ensino médio incompleto () Ensino superior completo ou mais.

Renda familiar em salários-mínimos:

- () Até 1 salário mínimo. () 2 a 5 salários mínimos.
 () 6 a 10 salários mínimos. () acima de 11 salários mínimos.

1. Você possui hábito de consumir biscoito tipo *cookie* ? () Sim () Não

1.1 Se sim, com que frequência você consome?

- () Diariamente () 1 vez por semana () 2 vez por mês
 () Ocasionalmente () Nunca.

2. Você consome biscoitos sem glúten? () Sim. () Não.

2.1 Se sim, com que frequência você consome?

- () Diariamente () 1 vez por semana () 2 vez por mês
 () Ocasionalmente () Nunca.

3. Qual biscoito que você mais consome?

- () Biscoitos salgados () Biscoitos doces () Biscoitos sem glúten
 () Biscoitos integrais () *Cookies* () Outros _____

4. Você busca alimentos mais saudáveis e mais nutritivos? () Sim () Não

5. O que você avalia na aquisição de um biscoito?

() Preço () Prazo de validade () Marca
() Qualidade Nutricional () Aparência () Outros _____

6. Você consome alimentos sem glúten? () Sim () Não

7. Você conhece *Spirulina platensis*? () Sim. () Não.

8. Você costuma fazer uso de *Spirulina platensis*? () Sim. () Não.

8.1 Se sim, com que frequência você consome?

() Diariamente () 1 vez por semana () 2 vez por mês
() Ocasionalmente () Nunca.

9. Você costuma fazer uso de Óleo de Chia? () Sim () Não

9.1 Se sim, com que frequência você consome?

() Diariamente () 1 vez por semana () 2 vez por mês
() Ocasionalmente () Nunca.