

Composição nutricional de cookies enriquecidos com *Spirulina platensis*

Nutritional composition of cookies enriched with *Spirulina platensis*

Composición nutricional de galletas enriquecidas con *Spirulina platensis*

Recebido: 27/09/2021 | Revisado: 23/10/2021 | Aceito: 22/07/2022 | Publicado: 27/07/2022

Rafael Ferreira Lima

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1749-1427>
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
E-mail: rafaelfl.nutri@hotmail.com

Walnara Arnaud Moura Formiga

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8092-3291>
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
E-mail: walnara@hotmail.com

Pedro Victor Crescêncio de Freitas

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7676-4328>
Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil
E-mail: pedro.crecencio@hotmail.com

Érika Maria Gomes de Araújo Nóbrega

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7254-7211>
Universidade Federal da Paraíba, Brasil
E-mail: erikanobrega@hotmail.com

Yaroslávia Ferreira Paiva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2096-2122>
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
E-mail: yaroslaviapaiva@gmail.com

Everton Vieira da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1256-7704>
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
E-mail: evertonquimica@hotmail.com

Resumo

Spirulina platensis é o nome associado à microalgas verde-azuladas unicelulares e filamentosas, também conhecidas como as cianobactérias. Facilmente encontradas na natureza, registros indicam que já foram achadas em lugares comuns como solos, pântanos, lagos e águas salobras. Os biscoitos se destacam pelas facilidades tecnológicas, podendo proporcionar grande variedade de ingredientes e formulações. Um enriquecimento de cookies em *Spirulina platensis* pode potencializar um produto já existente no mercado, facilitando assim sua comercialização. O presente estudo teve como objetivo analisar a composição nutricional de cookies enriquecidos com *Spirulina platensis* por meio de análises físico-químicas e microbiológicas. A pesquisa possui de caráter experimental e exploratório, as características físico-químicas foram analisadas no Laboratório de Análise de Água Universidade Federal Campina Grande (UFCG) campus Pombal, a qualidade higiênico-sanitária no Laboratório de Microbiologia de Alimentos da UFCG. Os dados obtidos foram analisados estatisticamente pelo software Assisat 7.7. Diante dos resultados foi possível observar que a medida que se suplementava *Spirulina* as amostras de cookies iam modificando seu valor nutricional nos nutrientes avaliados, principalmente no teor de proteínas, assim como a preservação das características microbiológicas dentro dos padrões estabelecidos.

Palavras-chave: Análise físico-química; Análise microbiológica; Produção alimentícia; Microalgas.

Abstract

Spirulina platensis is the name associated with unicellular and filamentous blue-green microalgae, also known as cyanobacteria. Easily found in nature, records indicate that they have been found in common places such as soils, swamps, lakes and brackish waters. Biscuits stand out for their technological facilities, providing a wide variety of ingredients and formulations. An enrichment of *Spirulina platensis* cookies can enhance a product already on the market, thus facilitating its commercialization. This study aimed to analyze the nutritional composition of cookies enriched with *Spirulina platensis* through physicochemical and microbiological analyses. The research has an experimental and exploratory character, the physical-chemical characteristics were analyzed at the Water Analysis Laboratory at the Federal University Campina Grande (UFCG) on the Pombal campus, the hygienic-sanitary quality at the Food Microbiology Laboratory at UFCG. The data obtained were statistically analyzed using the Assisat 7.7 software. Based on the results, it was possible to observe that, as *Spirulina* was supplemented, the cookies samples changed their nutritional value in the evaluated nutrients, mainly in the protein content, as well as the preservation of the microbiological characteristics within the established standards.

Keywords: Physical-chemical analysis; Microbiological analysis; Food production; Microalgae.

Resumen

Spirulina platensis es el nombre asociado con microalgas azul verdosas unicelulares y filamentosas, también conocidas como cianobacterias. Se encuentran fácilmente en la naturaleza, los registros indican que se han encontrado en lugares comunes como suelos, pantanos, lagos y aguas salobres. Las galletas destacan por sus instalaciones tecnológicas, aportando una amplia variedad de ingredientes y formulaciones. Un enriquecimiento de las galletas de *Spirulina platensis* puede potenciar un producto que ya está en el mercado, facilitando así su comercialización. Este estudio tuvo como objetivo analizar la composición nutricional de las galletas enriquecidas con *Spirulina platensis* mediante análisis fisicoquímicos y microbiológicos. La investigación tiene un carácter experimental y exploratorio, las características fisicoquímicas fueron analizadas en el Laboratorio de Análisis de Agua de la Universidad Federal Campina Grande (UFCG) en el campus de Pombal, la calidad higiénico-sanitaria en el Laboratorio de Microbiología de Alimentos de la UFCG. Los datos obtenidos se analizaron estadísticamente mediante el software Assistat 7.7. Con base en los resultados, se pudo observar que, a medida que se suplementó con *Spirulina*, las muestras de galletas cambiaron su valor nutricional en los nutrientes evaluados, principalmente en el contenido de proteína, así como la preservación de las características microbiológicas dentro de los estándares establecidos.

Palabras clave: Análisis físico-químico; Análisis microbiológico; La producción de alimentos; Microalgas.

1. Introdução

A *Spirulina platensis* é o nome dado às microalgas verde-azuladas unicelulares filamentosas que pertencem ao filo *Cyanophyta*, comumente conhecidas, também, cianobactérias (Yuhongyang et al., 2020). Essa pode ser encontradas em locais comuns, como solos, pântanos, lagos alcalinos e águas salobras, marinhas e doces. A *Spirulina platensis* apresenta em sua composição cerca de 60-70% de proteínas, assim como outros compostos como carboidratos, minerais, vitaminas, compostos fenólicos, pigmentos fotossintéticos como clorofila, antioxidantes, ácidos graxos poli-insaturados, aminoácidos essenciais (Yang et al., 2020; Nakata et al., 2021).

Sua utilização na alimentação humana possui registros há muitos anos, em diversos países, sendo esse consumo explicado pela fácil extração direta de lagos e tranques naturais, dentre outros ambientes (Lima & Sato, 2008).

Sua utilização na indústria de alimentos apresenta um aumento relevante, pois essa representa uma alternativa nutricional de importante interesse para produtores, pois essa apresenta um alto aproveitamento de certos resíduos industriais refletindo baixos custos de produção. Outra justificativa é o cultivo, pois a *Spirulina platensis* mostra vantagens pela sua duplicação da biomassa em poucos dias em condições favoráveis (temperatura, pH, luz, agitação e nutrientes), ainda uma imensa biodiversidade, a variabilidade na composição de biomassa obtida do cultivo de microalgas e o cultivo em grande escala, com processos industriais considerados simples (Scapin, 2005, Lima & Sato, 2008).

Nos dias atuais ocorre um intenso aumento em pesquisas para desenvolvimento de fontes alimentares que sejam convencionais e que ao mesmo tempo atendam às necessidades da população, diante disso o mercado de biscoitos ganha destaque por sua facilidade tecnológica de suplementação. Diante da grande aceitação desse tipo de produto associando a busca por alimentos nutricionalmente mais elaborados que se justifica a elaboração de um cookie enriquecido com *Spirulina platensis* (Souza et al., 2001).

Os biscoitos tipo cookies têm boa aceitação sensorial e comercial, sendo muito contemplados por crianças e adultos, e ainda possuem vida de prateleira relativamente longa (Dias et al., 2016). Possuem vários atrativos como grande consumo, vida útil relativamente longa e boa aceitação, particularmente entre crianças. Os biscoitos tipo cookie tem sido formulado com a intenção de implementar sua fortificação com fibra ou proteína, devido ao forte apelo nutricional que existe hoje em dia com relação aos alimentos consumidos (Moraes et al., 2010).

É necessário, para que um novo produto seja comercializado, sua comprovação nutricional por meio de testes científicos que provem sua padronização quanto aos aspectos legais, diante disso se faz necessário a avaliação físico-química e microbiológica, sendo a físico-química a que fornece informações a respeito da composição nutricional do alimento, o que

corroborar para a escolha de alimentos mais saudáveis para a ingestão da população, além de ser crucial para o controle da qualidade nutricional do produto final, devendo respeitar a regulamentação vigente. Já a análise microbiológica relaciona-se com a qualidade higiênico-sanitária do produto final, assegurando sua segurança alimentar, refletindo em um alimento seguro e livre de contaminantes que podem causar riscos à saúde dos seus consumidores (Rosa et al., 2017).

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo geral analisar composição nutricional de cookies enriquecidos com *Spirulina platensis* por meio de análises físico-químicas e microbiológicas.

2. Metodologia

A pesquisa e a produção do cookie foram realizadas no Laboratório de Técnica e Dietética do curso de Bacharelado em Nutrição das Faculdades Integradas de Patos (FIP), em seguida, as amostras prontas foram armazenadas em recipientes esterilizados e encaminhadas em caixas isotérmicas para o Laboratório de Microbiologia de Alimentos (LMA) e Laboratório de Análise de Água (LAAG) do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) – Campus Pombal. A *Spirulina platensis* foi adquirida em sua forma comercial, sendo esta, fabricada na fazenda Tamanduá localizada na cidade de Santa Terezinha – PB e comercializada nos supermercados da cidade de Patos – PB.

Estudo possui caráter experimental exploratório com abordagem quantitativa, envolvendo teste que auxiliaram no desenvolvimento da mesma (Estrela, 2018; Pereira et al., 2018).

Para produção dos cookies foi utilizado batedeira industrial, forno elétrico, balança de precisão, formas e utensílios que auxiliaram na preparação. Para realização do teste físico-químico foi utilizado estufa de secagem e mufla para determinação da umidade, potenciômetro para determinação do pH e Soxhlet para determinação da quantidade de lipídios.

Seguindo a formulação padrão (B₀) de biscoitos tipo cookie (Tabela 1), diante a mesma acrescentada a *Spirulina* em três amostras, onde B₁= 1%, B₂= 3% e B₃= 5% de *Spirulina platensis* em relação a quantidade de farinha adicionada.

Tabela 1. Formulação dos cookies enriquecidos com *Spirulina platensis*.

INGREDIENTE	FORMULAÇÕES			
	B ₀	B ₁ – 1% (g)	B ₂ – 3% (g)	B ₃ – 5%(g)
Farinha de Trigo	120	120	120	120
Mel	40	40	40	40
Açúcar Mascavo	40	40	40	40
Canela	2	2	2	2
GHV	10	10	10	10
Óleo de girassol	5	5	5	5
Água	30	30	30	30
Spirulina	0	1,20	3,60	6

Fonte: Adaptado de Morais et al. (2006).

A massa dos cookies foi processada em batedeira industrial até formar um creme homogêneo com a gordura vegetal, óleo de girassol e açúcar. Após a mistura, os ingredientes secos foram adicionados até a obtenção de uma massa contínua. O tempo total de mistura foi de aproximadamente 10 minutos para todas as formulações. A massa foi moldada com auxílio de formas circulares e, posteriormente, os cookies foram assados em forno a 180°C por 15 minutos. Ao sair do forno, os biscoitos foram resfriados à temperatura ambiente local e adicionados em potes esterilizados para posteriores análises.

As amostras elaboradas e codificadas, foram submetidas à caracterização físico-química, em triplicata, nos seguintes parâmetros: acidez, pH, sólidos solúveis, umidade, cinzas, lipídios, açúcares solúveis totais, açúcares redutores, proteínas onde

foram realizadas segundo metodologia oficial, considerando as metodologias do Instituto Adolfo Lutz (Ial, 2008), além disso, foi realizado o valor energético das amostras determinados de acordo com o cálculo proposto pela RDC n. 360 de 23 de dezembro de 2003, na qual se utilizou fatores de conversão para as quantidades de carboidratos, lipídios e proteínas existentes na amostra, conforme Equação 01.

Equação 1. Quantificação de valor energético em alimentos.

$$\text{Valor Energético} = (\% \text{ Carboidratos totais} \times \text{fator de correção } 4 \text{ kcal/100g}) + (\% \text{ Proteínas} \times \text{fator de correção } 4 \text{ kcal/100g}) + (\% \text{ Lipídios} \times \text{fator de correção } 9 \text{ kcal/100g})$$

Fonte: Brasil (2003).

Além da caracterização físico-química, as amostras também foram submetidas à análises microbiológicas de acordo com a Resolução RDC n. 12, de 12 de janeiro de 2001 da ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. As amostras foram submetidas à análise periódicas durante cinco dias considerando os aspectos microbiológicos: Coliformes a 35°C e 45°C, *Salmonella sp.*, Bolores e Leveduras e *Staphylococcus aureus*, segundo a metodologia de Silva et al. (2018).

3. Resultados e Discussão

Caracterização físico-química

Na Tabela 2 encontra-se os resultados da caracterização físico-química dos cookies enriquecidos com *Spirulina platensis*.

Tabela 2 - Médias obtidas na avaliação físico-química dos cookies enriquecidos com *Spirulina platensis*.

PARÂMETROS	FORMULAÇÕES				MG	DMS	CV%
	B0	B1	B2	B3			
pH	5,87±0,06 ^a	5,92±0,01 ^a	5,71±0,01 ^b	5,63±0,01 ^c	5,78	0,80	0,53
Acidez	0,15±0,01 ^{bc}	0,14±0,01 ^c	0,17±0,01 ^{ab}	0,19±0,01 ^a	0,16	0,02	5,74
Brix	3,43±0,05 ^a	3,24±0,02 ^b	3,24±0,02 ^b	3,17±0,06 ^b	3,27	0,11	1,30
Umidade	4,82±0,01 ^a	4,87±0,06 ^a	4,90±0,17 ^a	4,11±0,10 ^b	4,67	0,27	2,21
Cinzas	0,51±0,01 ^c	0,61±0,01 ^b	0,61±0,01 ^b	0,74±0,02 ^a	0,62	0,04	2,51
Açúcares Solúveis Totais	43,41±0,37 ^b	40,34±0,32 ^d	44,44±0,05 ^a	41,03±0,03 ^c	42,30	0,64	0,58
Açúcares Redutores	15,05±0,30 ^{ab}	15,25±0,22 ^a	14,47±0,02 ^b	13,60±0,51 ^c	14,60	0,73	1,90
Lipídeos	4,70±0,01 ^a	3,94±0,02 ^c	3,96±0,01 ^c	4,44±0,04 ^b	4,26	0,06	0,58
Proteínas	7,74±0,01 ^d	9,63±0,02 ^c	10,01±0,01 ^b	10,71±0,02 ^a	9,52	0,04	0,17
Valor Energético	308,72±0,05 ^b	297,63±0,32 ^d	311,32±0,31 ^a	302,65±0,57 ^c	305,08	0,95	0,12

Fontes: Pesquisa direta.

O pH é uma forma de avaliar a acidez dos alimentos e correlacionar com os valores de acidez titulável. Para esse parâmetro houve diferença significativa entre as amostras ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey. Nota-se também que os teores de *Spirulina* influenciaram para elevação da acidez dos cookies podendo contribuir para uma maior durabilidade do produto final.

Melo et al. (2020) ao avaliarem cookies adicionados de farinha da vagem de algaroba encontraram resultados superiores ao deste estudo, apresentando resultados médios de pH que variaram de 6,5 a 7,4. Essa diferença se dar justamente

pelo uso diferente de matéria prima na elaboração dos cookies, sendo a *Spirulina* a provável responsável pelo pH menos elevado encontrado no presente estudo, quando comparado ao dos autores citados.

De acordo com Cecchi (2003), a medida de pH é um dado significativo ao verificar a deterioração ou adulteração de um alimento, e o que é recomendado é que seus valores sejam relativamente baixos. Foi possível observar que à medida que ocorre adição de *Spirulina*, os cookies tenderam a ter alterações nos valores de pH, elevando a acidez, promovendo um possível aumento a qualidade do produto em relação à deterioração.

O parâmetro acidez é outro de suma importância na avaliação de alimentos e este pode ser correlacionado com os valores de pH. A partir dos resultados encontrados identificou-se que houve diferença significativa entre as amostras ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey, onde a formulação que possui maior acidez é a amostra B3 (0,19) e com menor a B0 (0,15), sendo esta, uma variação não considerável. Todas as amostras demonstram estar dentro do que preconiza a resolução, sendo que as enriquecidas com *Spirulina* apresentam grau de acidez mais elevado quando comparadas a formulação padrão (que não possuía *Spirulina*).

A resolução – CNNPA n. 12 de 1978, determina que para alimentos como biscoitos e bolachas a acidez em sua solução normal deve ser de, no máximo, 2,0 ml/100g. Comparando os resultados com os obtidos por Azevedo et al. (2015) ao avaliar a qualidade físico-química de cookie enriquecidos com farinha de açaí, apresentaram valores superiores ao da presente pesquisa, onde variaram entre 1,99 (para a formulação com maior enriquecimento da farinha) a 4,25 (para a formulação padrão). Essa diferença pode ser justificada pelo uso diferente da matéria prima. Enquanto Marquetti (2014) ao analisar biscoitos feito com farinha da casca de jabuticaba encontrou variações de acidez de 0,38 para suas formulações, resultados superiores ao do presente estudo. Diante disso observa-se que as formulações analisadas possuem menor susceptibilidade à deterioração, pois sua acidez é relativamente baixa.

Com relação ao teor de sólidos solúveis, este é relacionado geralmente com o teor de açúcares solúveis existentes nos alimentos, desta forma, observa-se uma redução em relação ao acréscimo de *Spirulina* nas amostras analisadas. Consta-se também que houve diferença significativa entre a amostra padrão (B0) com relação as demais amostras ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey. A amostra padrão apresentou 3,4° Brix, enquanto as amostras suplementadas de *Spirulina* (1% e 3%) apresentam 3,25° Brix, já a formulação com maior valor de suplementação (5%) apresentou o valor mais baixo em relação aos sólidos solúveis, apresentando 3,2° Brix.

A partir dos dados nota-se que a medida que se suplementa *Spirulina* nas formulações os teores de sólidos solúveis vão diminuindo, mostrando uma possível evidência da ação da microalga nesse parâmetro. Dias et al. (2016) encontraram em seu estudo com cookies enriquecidos com farinha de aveia valores superiores para sólidos solúveis, nas amostras com substituição pela farinha de aveia o teor de °BRIX foi reduzido, apresentando em sua formulação padrão 33% e na sua amostra com maior valor de substituição 27%, ocorrendo assim uma redução.

Para a umidade, os resultados presentes na tabela 1 mostram uma semelhança entre as amostras quanto se tratou de umidade, todavia, houve diferença significativa entre a amostra B3 com relação as demais amostras, ao nível de 5% de significância. Onde a formulação B2 (3%) obteve maior teor de umidade em relação às demais e quando comparada a B0 (padrão) apresentou 0,18 de diferença para esse parâmetro. A legislação preconiza através da resolução CNNPA n. 12 de 1978, que a umidade para biscoitos e bolachas sejam de no máximo 14%. Diante disso, todas as amostras analisadas estão dentro do que preconiza a resolução vigente.

Menezes et al. (2022) quando avaliaram cookie com diferentes fontes de amido e obtiveram resultados para umidade que variam de 8,5 (cookie com farinha de trigo e aveia) a 12,44 (cookie com farinha de mandioca e aveia) valores superiores ao da presente pesquisa. De acordo com Cecchi (2003), altos teores de umidade aceleram o processo de deterioração dos alimentos, impondo que altos teores de umidade diminui a vida útil de prateleira, exigindo técnicas de conservação mais

específicas. Diante disso, as qualidades das amostras de cookies analisadas podem ser comprovadas, pois apresentaram baixo índice de umidade em todas as formulações analisadas.

Com relação ao parâmetro de cinzas, houve diferença significativa entre as amostras ao nível de 5% de significância, onde a amostra B3 obteve maior valor de cinzas com 0,73%, seguida as amostras B1, B2 e B0 com 0,61 e 0,51 respectivamente. Nota-se que quanto maior a concentração de *Spirulina* utilizada, maior o percentual do teor de cinzas nas amostras.

Por meio da Resolução – CNNPA n. 12 de 1978, que o conteúdo mineral de biscoitos deve ser no máximo de 3%. Os resultados obtidos na presente pesquisa se fazem dentro do que preconiza a legislação vigente, comprovando assim a qualidade do produto analisado.

No estudo realizado por Morais et al. (2006) ao analisar biscoitos tipo cookie sabor chocolate enriquecidos com *Spirulina platensis* obteve resultados para os níveis de cinzas que variaram de 0,42% (formulação padrão), 0,44% (1% *Spirulina*), 0,43% (3%) e 0,40% (5%). Comparando os resultados desse estudo, é perceptível um índice de cinzas superior, destacando a formulação B3 que foi enriquecida com 5% de *Spirulina* e obteve maior porcentagem em relação as demais, atingindo 0,74%.

Erkel et al. (2015) obteve resultados semelhantes em seu estudo com cookies feitos com farinha da casca de abacaxi para a formulação com 8% de farinha que resultou em 0,74% de cinzas, nas demais amostras os valores encontrados foram elevados para a padrão 4,43% e para a formulação com 16% de farinha 1,15.

Para o parâmetro de açúcares solúveis totais, foi possível observar uma alteração entre os valores das amostras, com variações de 0,80% a 3,91%. As amostras com maior valor para AST são as amostras padrão (B0) e a amostras 3% *Spirulina* (B2), havendo diferença significativa entre as amostras ao nível de 5% de significância. Não existe na legislação um padrão de açúcares solúveis totais, todavia, Lima et al. (2015) ao avaliarem biscoitos sem glúten feitos com entrecasca de melancia encontrou valores de 14,5% para amostra controle, ainda 17,4% e 15% para as amostras feitas com, respectivamente, 9% e 18% de entrecasca.

Com relação aos açúcares redutores, observou-se que houve diferença significativa ao nível de 5% de significância. Os dados expostos na Tabela 1 mostram uma redução significativa entre os valores de açúcares redutores da formulação padrão (B0) para as demais formulações, sendo essa redução de 1,19% da formulação B0 para a formulação com maior suplementação de *Spirulina* (B3). Não existe nenhuma legislação que estabeleça limites de açúcares redutores, porém em relação a quantidades desse parâmetro para as amostras enriquecidas com *Spirulina* (B2 e B3) se mostram mais aptas ao consumo e comercialização por apresentar um teor reduzido.

Em um estudo desenvolvido por Fioravante et al. (2016) avaliando a qualidade nutricional de biscoitos feitos com farinha de caraguatá encontrou valores de açúcares redutores parecidos, onde a formulação com farinha de trigo possuía 6,74% e a com farinha de caraguatá apresentou 5,94%, mostrando uma redução de 1% quando comparadas.

Para o teor de lipídeos, houve diferença significativa entre as amostras ao nível de 5% de significância pelo teste de Tuley. Nota-se a partir da Tabela 1 que o teor de lipídios da amostra padrão (B0) apresentou maior percentual com 4,70, seguida da 5% *Spirulina* (B3). Os valores mostrados deixam evidente que não houve alterações consideráveis entre as amostras.

No estudo realizado por Morais et al. Costa (2006) com biscoitos de chocolate enriquecidos com *Spirulina*, obteve-se resultados para a formulação padrão de 18,9%, seguido das amostras 1%, 3% e 5% que apresentaram, respectivamente, 18,9%, 18,8% e 18,6%. Os teores de lipídios do estudo comparado mostram níveis de lipídios superiores aos encontrados no presente estudo.

Os cookies desenvolvidos por Carneiro et al. (2012) apresentaram níveis de redução de lipídios semelhantes com o da presente pesquisa, onde a formulação padrão apresentou 11,45% quando comparada a amostra 3% de açaí (11,25%) mostrou 0,20% de redução.

Para o teor de proteínas, na Tabela 1 encontram-se os resultados, onde nota-se diferença significativa entre as amostras ao nível de 5% de probabilidade. Nota-se que houve um aumento considerável no teor de proteínas nos cookies suplementados quando comparados com a formulação padrão (B0), com variação média de 1,90% (7,74% padrão) a 2,98% (5% de *Spirulina*). Evidenciando-se desta forma, que a suplementação de *Spirulina* em produtos panificados enriquece o teor de proteínas, relevantemente, do produto aditivado. Erkel et al. (2015) avaliando cookie feitos com a casca de abacaxi obteve valores semelhantes, onde a formulação padrão obteve 3,10% e a amostra 8% de casca 6,20%, demonstrando variação de 3,10%. Mariani et al. (2015) ao avaliar cookies a partir do farelo de arroz encontrou resultados equivalentes ao do presente estudo para o teor de proteínas, onde a formulação padrão apresentou 7,35% e a amostra suplementada 11,96%.

Por fim, para o valor energético, nota-se que houve diferença estatística entre as amostras ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Os valores encontrados na Tabela 1 mostram similaridade entre as amostras, sendo que a formulação B2 (311,38 kcal) é a que apresenta maior valor energético em relação as demais formulações. Sendo que este fato pode ser explicado pela variação na quantidade de macronutrientes das amostras como lipídios, açúcares, proteínas, como foi exposto anteriormente, as amostras tiveram variações para esses parâmetros.

Não existe nenhuma resolução que preconize o valor energético em cookie, embora no estudo realizado por Fioravante (2016) avaliando cookie feito com farinha de caraguatá obteve resultados semelhantes para a amostra enriquecida com valor energético de 357,71 kcal. Enquanto Oliveira et al. (2020) encontraram valores superiores ao do presente trabalho, com variação entre 366,5 a 472,65 Kcal ao produzirem cookie com farinha de berinjela.

Caracterização microbiológica

As amostras de cookies elaborados foram avaliadas através de testes microbiológicos, sendo analisados a contagem de coliformes à 35° a 45°C, *E. coli*, *Staphylococcus aureus* e bolores e leveduras e presença/ausência de *Salmonella sp.*, como preconiza a legislação brasileira por meio da RDC n. 12, de 12 de janeiro de 2001. Na Tabela 3 estão colocados os valores encontrados para o grupo coliformes.

Tabela 3. Dados referentes à análise microbiológica de coliformes e *E. coli*.

Amostras	Coliformes a 35°C	Coliformes à 45°C	E. Coli
B0	1,1 x 10	Ausente	Ausente
B1	2,4 x 10 ²	Ausente	Ausente
B2	0,9 x 10	Ausente	Ausente
B3	2,9 x 10 ²	Ausente	Ausente

Fonte: Pesquisa direta.

A Tabela 3 indica baixa contaminação de coliformes à 35°C, constou-se que todas as formulações apresentaram valores inferiores ao valor estabelecido pela legislação vigente (BRASIL, 2001) que preconiza valor de 3 x 10³. Os valores encontrados podem ser justificados pelo manuseio excessivo e/ou inadequado após processo de cocção dos produtos formulados ou até mesmo nas embalagens das amostras. No entanto, este microrganismo não indica contaminação fecal, indicando que o referido produto encontra-se dentro dos padrões exigidos em legislação.

Foi constatado ausência de coliformes à 45°C e conseqüentemente de *E. coli*, estando todas as amostras dentro dos padrões higiênico-sanitários e aptas ao consumo. Estudo de Dias et al. (2016) com elaboração de cookies com farinha de aveia mostram resultados semelhantes a esta pesquisa, sendo livres de coliformes a 45 °C. Costa et al. (2014) ao adicionar farinha de mesocarpo do fruto do Marizeiro em cookies, verificou baixo índice de coliformes a 35°C em diferentes tempos de avaliação.

Na Tabela 4 encontram-se os resultados para a pesquisa de *Salmonella sp.*, *Staphilococcus aureus* e Bolores e Leveduras.

Tabela 4. Dados de avaliação higiênico-sanitária.

Amostras	Salmonella sp	Staphilococcus Aureus	Bolores e Leveduras
B0	Ausente	Ausente	Ausente
B1	Ausente	Ausente	Ausente
B2	Ausente	Ausente	Ausente
B3	Ausente	Ausente	Ausente

Fonte: Pesquisa direta.

Foi possível verificar que todas as amostras de cookies elaborados encontram-se ideais ao consumo, pois estão livres de *Salmonella sp.*, *Staphilococcus aureus* e também de bolores e leveduras, conforme preconiza a RDC n. 12/2001. Tais dados justificam a qualidade do processo de fabricação adotado em todas as suas etapas, desde a preparação, na embalagem, estocagem e transporte.

Pesquisas realizadas por Costa et al. (2014) e Pereira et al. (2005) mostram-se livres de *Staphilococcus aureus* para cookies enriquecidos com farinha do mesocarpo do fruto do Marizeiro e para cookies a base de farinha de batatas respectivamente. Zuniga et al. (2011) verificou que os biscoitos elaborados com castanha de caju apresentaram-se livres de bolores e leveduras e *Salmonella sp.* Todos estes estudos mostram a excelência dos processos de elaboração de biscoitos tipo cookie e também justificam a qualidade destas formulações e também das elaboradas neste trabalho, podendo ser comercializadas livremente.

4. Considerações Finais

A elaboração de biscoitos tipo cookie enriquecidos com *Spirulina platensis* é possível sem que as características físico-químicas e microbiológicas sejam alteradas.

Nas análises físico-químicas todas as formulações dos cookies obtiveram ótimos resultados quanto aos parâmetros pH, acidez, °Brix, umidade, cinzas, lipídios, açúcares solúveis totais, açúcares redutores, proteínas e valor energético. Todos os parâmetros estão dentro do que a legislação exige para a formulação de cookie, mostrando assim uma possível comercialização desse produto.

Quando se tratou da análise microbiológica os valores de coliformes a 35°C e a 45°C se mostraram dentro do que preconiza a legislação vigente. Já os parâmetros *E. coli*, *Staphilococcus*, bolores e leveduras e *Salmonella sp.* se mostraram ausente do produto, considerando assim que as qualidades higiênico-sanitárias foram excelentes no que se trata da produção, armazenamento e transporte das amostras.

Conclui-se então que a suplementação de *Spirulina platensis* em produtos panificados enriquece o teor de proteínas, em um teor relevante, do produto aditivado.

Por fim, é necessário que haja a elaboração de trabalhos futuros para o desenvolvimento de outros tipos de alimentos panificados, utilizando a *Spirulina platensis* como matéria prima principal, para compreender o seu comportamento e características em diferentes aplicabilidades.

Referências

- Azevedo, A. V. S., Ribeiro, M. V. S., Fonseca, M. T. S., Gusmão, T. A. S. & Gusmão, R. P. (2015) Avaliação física, físico-química e sensorial de cookies enriquecidos com farinha de açaí. *Revista verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 10(4), 49-54.
- Baptista, A. T. A., Silva, M. O., Bergamasco, R. & Vieira, A. M. S. (2012). Avaliação físico-química e sensorial de biscoito tipo cookies elaborados com folha de Moringa oleífera. *Centro de Pesquisas e Processamento de Alimentos*, 30 (1), 65-74.
- Brasil. Ministério da Saúde. (2001). Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 12 de 12 de janeiro de 2001. Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Diário oficial da União, Brasília-DF.
- Brasil. Ministério da Saúde. (2003) Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução - rdc nº 360, de 23 de dezembro de 2003. Regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados. Diário Oficial da União, Brasília-DF.
- Carneiro, A. P. G., Soares, D. J., Costa, J. N., Rodrigues, C. S., Moura, S. M. & Figueiredo, R. W. (2012). Composição centesimal e avaliação sensorial de biscoitos tipo cookies acrescido de pó de açaí orgânico. *Alimentos e Nutrição*, 23 (2), 217-221.
- Cecchi, H. M. (2003). Fundamentos Teóricos e Práticos em análise de alimentos, (2a ed.), Editora da Unicamp.
- Costa, J. D., Oliveira, M. A. P., Medeiros, K. C. & Araújo, A. S. (2014). Elaboração e Caracterização de cookie com adição de farinha do mesocarpo do fruto do marizeiro (*Geoffroea spinosa*). *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 9(5), 36-39.
- Derner, R. B., Ohse, S., Villela, M., Carvalho, S. M. & Fett, R. (2006). Microalga, produtos e aplicações. *Ciência rural*, 36(6), 1959-1967.
- Erkel, A., Ávila, C. A., Romeiro, M. M., Santos, E. F., Sarmento, U. C. & Novello, D. (2015). Utilização da farinha de casca de abacaxi em cookies: caracterização físico-química e aceitabilidade sensorial entre crianças. *Revista UNIABEU*, 8(1), 272-288.
- Estrela, C. (2018). *Metodologia Científica: Ciência, Ensino, Pesquisa*. Editora Artes Médicas.
- Fioravante, M. B., Hiane, P. A., Campos, R. P. & Candido, C. J. (2016). Qualidade nutricional e funcional de biscoitos de farinha de caraguatá (*Bromelia balansae* Mez). *Unibeau*, 9(22), 221-235.
- Goes, J. A. W., Fortunato, D. M. N., Veloso, I. S. & Santos, J. M. (2001). Capacitação dos manipuladores de alimentos e a qualidade da alimentação servida. *Higiene Alimentar*, 15(82), 20-22.
- Instituto Adolfo Lutz. (2008). *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*, (4a ed.), 1020.
- Lima, J. P., Portela, J. V. F., Marques, L., Alcântara, M. A. & El-Aouar, A. A. (2015). Farinha de entrecasca de melancia em biscoitos sem glúten. *Ciência Rural*, 45(9), 1688-1694.
- Lima, U. A., Sato, S. Proteínas de origem microbiana. In: Aquarone, E., Borzani, W. & Schmidell, W. Lima, U. A. (2008). *Biotecnologia na produção de alimentos*. São Paulo: Edgar Blucher LTDA.
- Luz, A. P. L., Soares, J. M., Amaral, L. A., Souza, G. H. O., Almeida, T. S. F., Santos, E. F., Novello, D. (2020). Addition of chayote pell flour in cookie: physico-chemical characterization and sensory analysis among children. *Research, Society and Development*, 9(1), 1-18.
- Mariani, M., Oliveira, V. R., Faccin, R., Rios, A. O. & Venzke, J. G. (2015). Elaboração e avaliação de biscoitos sem glúten a partir de farelo de arroz e farinhas de arroz e de soja. *Brazilian Journal of Food Technology*, 18(1), 70-78.
- Marquetti, C. (2014). Obtenção e caracterização de farinha de casca de jabuticaba (*Plinia cauliflora*) para adição em biscoitos tipo cookie. UFP, Londrina-PR.
- Melo, R. M., Xavier, M. W. R., Nascimento, I. L., Pontes, E. D. S., Andrade, J. C. S., Nascimento, P. B., Silva, J. Y. P., Vieira, V. B. (2020). Preparation and physical-chemical characterization of cookie added to mesquite tree pod flour (*Prosopis juliflora*). *Research, Society and Development*, 9(9), 1-13.
- Menezes, L. M. F., Sousa, A. V. S., Souza, A. G. R., Andrade, F. J. E. T. (2022). Development of cookie cookies with different starch starch sources: physical and physicochemical characterization. *Brazilian Journal of Development*, 8(3), 16811-16822.
- Moraes, K. S., Zavareze, E. R., Miranda, M. Z. & Salas-Mellado, M. I. M. (2010). Technological evaluation of cookies with lipid and sugar content variations. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, 30(1) 233-242.
- Morais, M. G., Miranda, M. Z. & Costa, J. A. V. (2006). Biscoitos de chocolate enriquecidos com *Spirulina platensis*: características físico-químicas, sensoriais e digestibilidade. *Alimentos e Nutrição*, 17(3), 323-328.
- Nakata, H., Nakayama, S. M. M., Kataba, A., Yohannes, Y. B., Ikenaka, Y. & Ishizuka, M. (2021). Evaluation of the ameliorative effect of *Spirulina* (*Arthrospira platensis*) supplementation on parameters relating to lead poisoning and obesity in C57BL/6J mice. *Journal of Funcional Foods*. 77. 104344.
- Oliveira, T. W. N., Damasceno, A. N. C., Oliveira, V. A., Silva, C. E. O., Barros, N. V. S. (2020). Physico-chemical and sensory characterization of cookie type cookies made with eggplant flour (*solanum melongena* l.) And okra (*abelmoschus esculentus* l. Moench). *Brazilian Journal of Development*, 6(3), 14259-14277.

Pereira A. S., Shitsuka, D. M. & Shitsuka, F. J. P. R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. UFSM.

Pereira, C. A., Carli, L., Beux, S., Santos, M. S., Busato, S. B., Kobelnik, M. & Barana, A. C. (2005). Utilização de farinha obtida a partir de rejeito de batata na elaboração de biscoitos. Publicatio UEPG: *Ciências Exatas e da Terra, Agrárias e Engenharias*, 11(1), 19-26.

Ramírez, M. L. & Olvera, R. R. (2006). Uso tradicional y actual de *Spirulina* sp. (*Arthrospira* sp.). *Interciência*, 31(9), 657-663.

Rosa, P. A., Santos, M. M. R. S., Candido, C. J., Schwarz, K., Santos, E. F. & Novello, D. (2017). Elaboração de cookies com adição de farinha de casca de batata: análise físico-química e sensorial. *Evidências*, 17(1), 33-44.

Scapin, A. R. (2005). Cultivo de microalga *Spirulina platensis* para obtenção de biomassa de alto valor nutricional. Argos.

Silva, N., Junqueira, V. C. A., Silveira, N. F. A., Taniwaki, M. H., Santos, R. F. S. & Gomes, R. A. R. (2017). Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água. (5a ed.). Livraria Varela.

Souza, M. L., Rodrigues, R. S., Furquim, M. F. G. & El-Dash, A. A. (2001). Processamento de “cookies” de castanha-do-Brasil. *Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, 19(1), 381-390.

Yang, Y., Du, L., Hosakawa, M. & Miyashita, K. (2020). *Spirulina* Lipids Alleviate Oxidative Stress and Inflammation in Mice Fed a High-Fat and High-Sucrose Diet. *Marine Drugs*. 18, 148.

Zuniga, A. D. G., Coelho, A. F. S., Ferreira, E. M. S., Resende, E. A. & Almeida, K. N. (2011). Avaliação da vida de prateleira de biscoito de castanha de caju tipo integral. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, 13(3), 251-256.