

DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DA BROA DE MILHO ENRIQUECIDA COM BIOMASSA DE SPIRULINA

DEVELOPMENT AND CHARACTERIZATION OF CORN BREAD ENRICHED WITH SPIRULINA BIOMASS

Diego Aurélio dos Santos Cunha¹; Alline Vieira Coelho²; Elaine Cristina Batista dos Santos³

¹IEMA Pleno Carutapera

²IEMA Pleno Cururupu

³Departamento de Engenharia de Pesca, Universidade Estadual do Maranhão – UEMA

*e-mail: diegos2sk@gmail.com

Recebido: 16/07/2024 / Publicado: 01/02/2025

Resumo - O desenvolvimento da broa enriquecida foi com diferentes concentrações de spirulina (1%, 3% e 5%). As análises físico-químicas mostraram que a adição de spirulina aumentou significativamente o teor de proteínas, lipídios e cinzas na broa, enquanto reduziu o teor de carboidratos. Os testes de aceitação sensorial revelaram uma preferência positiva para a broa com 1% de spirulina, indicando um bom potencial de mercado. Os consumidores apreciaram o produto e mostraram uma alta intenção de compra. No entanto, a adição de spirulina alterou significativamente a coloração da broa, reduzindo os valores de RGB, o que pode influenciar a percepção do consumidor, pois a aparência dos alimentos é um fator crítico na aceitação do produto. A aceitação positiva do produto pelos consumidores indica um bom potencial de comercialização, especialmente entre aqueles que buscam alternativas nutritivas e inovadoras.

Palavras-Chave: Microalga; Alimento funcional; Proteína.

Abstract - The enriched bread was developed with different concentrations of spirulina (1%, 3% and 5%). Physicochemical analyzes showed that the addition of spirulina significantly increased the protein, lipid and ash content in cornbread, while reducing the carbohydrate content. Sensory acceptance tests revealed a positive preference for cornbread with 1% spirulina, indicating good market potential. Consumers appreciated the product and showed high purchase intention. However, the addition of spirulina significantly changed the color of the cornbread, reducing the RGB values, which may influence consumer perception, as the appearance of food is a critical factor in product acceptance. The positive acceptance of the product by consumers indicates good commercialization potential, especially among those looking for nutritious and innovative alternatives.

Palavras-Chave: Microalgae; Functional food; Protein.

Introdução

Alimentos funcionais são produtos que proporcionam benefícios funcionais adicionais ao bem-estar dos consumidores, mas a sua definição e regulamentação variam em todo o mundo (Granato et al. 2020).

Os alimentos funcionais podem ajudar a prevenir doenças crônicas como câncer, doenças cardiovasculares, distúrbios do trato gastrointestinal e doenças neurológicas, melhorando o estado de saúde e combatendo a progressão de doenças crônicas (Essa et al. 2021).

Alimentos funcionais contêm fibra alimentar, ácidos graxos poliinsaturados ômega-3, fitoestrógenos, polifenóis, carotenóides e fitoesteróis podem melhorar o estado nutricional de idosos (Jeđrusek-Golińska et al. 2020), compostos bioativos polifenóis, flavonóides e terpenóides, podem conferir proteção esmagadora contra doenças degenerativas, modulando ou alterando atividades enzimáticas críticas (Adefegha, 2018).

Os alimentos funcionais no Brasil foram reconhecidos em 1999 com legislação específica, visando reduzir gastos com saúde pública e promover dietas saudáveis (Stringueta et al. 2012).

A broa é um pão de milho português com atributos sensoriais característicos obtidos a partir de variedades tradicionais de milho (Bento-Silva et al. 2022), com propriedades antioxidantes e está ligado às paredes celulares do milho (Bento-Silva et al. 2020).

Microalgas são organismos unicelulares e fotossintéticos com diversas vias metabólicas, produzindo pigmentos e lipídios, e são atrativos como biofábricas para produção de proteínas recombinantes (Mathieu-Rivet et al. 2020).

Os extratos de biomassa de *Arthrospira platensis* com alto teor de ficocianinas são seguros e eficazes para prevenção e terapia dietética, com propriedades antioxidantes, antiinflamatórias e imunomoduladoras (Biryulina et al. 2022) e é amplamente aplicada na nutrição humana e animal e na cosmética devido às suas elevadas quantidades de produtos ativos (Wu et al. 2021).

As microalgas convertem a energia solar em energia química através da fotossíntese, obtendo rendimentos lipídicos mais elevados do que as culturas terrestres (Arenas et al. 2017). A biomassa da espirulina produz 32,3% de proteínas, 47,4% de carboidratos, 8,1% de cinzas e 12,2% de lipídios, com perfil variado de ácidos graxos (Cardoso et al. 2021).

As microalgas podem aumentar o valor nutricional dos alimentos convencionais e podem ser utilizadas como alternativa alimentar devido ao seu alto teor de proteínas e baixo teor de lipídios (Niccolai et al. 2019).

Com o custo baixo de produção para obtenção da biomassa, a contribuição nutricional vem despertando a vontade da indústria de alimento na elaboração de preferências mais saudáveis, integrando o valor nutricional e satisfação o mercado consumidor, que se encontra sempre buscando por opções ativas e benéficas. Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo, desenvolver broa de milho enriquecida com biomassa de spirulina, caracterizando suas propriedades sensoriais e nutricionais.

Material e Métodos

Para realização desse trabalho, foi utilizada biomassa seca de spirulina, popularmente conhecida como spirulina, cultivada em caixa d'água de 500 (quinhentos) litros. A elaboração do produto foi executada no Laboratório de Tecnologia do Pescado – LabTep, localizado na Fazenda Escola de São Luís, no Campus Paulo VI, da Universidade Estadual do Maranhão, no período compreendido nos meses de março a maio do presente ano.

O desenvolvimento da broa de milho enriquecida com biomassa de spirulina foi realizado em duas etapas, a primeira etapa correspondeu a obtenção da biomassa da spirulina, que ocorreu através da filtragem de 20L em rede de fitoplâncton de 20 micras, onde foram obtidos 50 mL de biomassa

concentrada, cujo volume produz após secagem 1,0 g de biomassa desidratada. Para obtenção da quantidade de biomassa seca de spirulina, foram filtrados o volume de 700 L, levados para secagem em estufa a uma temperatura de 100°C, até peso constante, seguido pela esfarelarão em almofariz a obtenção de um pó fino. O volume filtrado resultou em 35g de biomassa seca.

Na segunda etapa, foi feita o preparo da massa da broa de milho, para as quatro amostras (tratamentos), sendo eles, controle com 0% [C] e percentuais de incorporação de 1% [S1], 3% [S3] e 5% [S5] de biomassa de spirulina aos ingredientes base (tabela 1).

Tabela 1. Formulação da broa de milho e seus respectivos valores energéticos.

Ingredientes	Valor energético (kcal/100g)
Farinha de Trigo	339
Farina de Milho	370
Açúcar	387
Fermento em pó	53
Leite	42
Margarina	717
Ovo	143
Goiabada	115
Spirulina seca	290

Fonte: USDA

Uma amostra de cada um dos quatro tratamentos foi separada para as análises físico-químicas (umidade, proteína, lipídio e cinza).

A proteína bruta foi quantificada pelo método de micro-*Kjedahl*, conforme exposto a AOAC (2000), Silva e Querioz (2009) e Fogaça et al. (2009). Este método baseia-se em três etapas: digestão, destilação e titulação. A extração de lipídeo foi realizada pelo método de *Bligh-Dyer* adaptado, utilizando 1g da amostra seca, adicionando 20 mL de solução de Clorofórmio-metanol, após filtragem, adicionou-se 6mL de KCl (cloreto de potássio) a 7,4% para separação das fases, levado a chapa aquecedora a 110° C até completa evaporação, seguido da pesagem para obtenção do valor de percentual de lipídeos totais. O conteúdo de cinzas foi determinado por meio de incineração em mufla a 550°C por 5 horas.

Os carboidratos totais foram calculados por diferença, ou seja, $100 - (\% \text{ cinzas} + \% \text{ lipídios} + \% \text{ proteína})$.

A análise sensorial foi realizada primeiramente com a aplicação do teste de ordenação, composto por 30 julgadores não treinados, conforme exposto por Santos (2012), para quantificar a ordem de preferência para as amostras ofertadas, as quais foram codificadas de forma aleatória. Por conseguinte, foi utilizado o teste de aceitação e intenção de compra com 21 julgadores não treinados, através da escala hedônica de cinco pontos para o teste de preferência, onde, 5 corresponde a excelente e 1 a péssimo) e para o teste de intenção de compra 5 corresponde a compraria sempre e 1 a nunca compraria.

Para a análise da variação de coloração das amostras foi utilizado o método descrito por Santos Cunha et al. (2024), foi realizado inicialmente registro fotográfico utilizando um Galaxy J2 Prime Samsung (16 *Mpixel*). As imagens foram transferidas para um computador para análise do padrão de coloração digital RGB (*Red, Green, Blue*) utilizando o *Software* de edição de cores - *Paint - Microsoft Windows 10* para gerar os respectivos valores. As leituras foram coletadas aleatoriamente para cada amostra em dez pontos equidistantes para obtenção da média dos padrões RGB.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos. As análises físico-químicas e de coloração foram feitas em triplicata. Foi realizada análise de Variância

(ANOVA), com $P < 0,05$. Nos casos em que houve diferenças significativas foi aplicado o teste de *Tukey* e o método não paramétrico de *Friedman*, a um nível de significância de 5%.

Resultados e Discussão

A tabela 2 apresenta a composição centesimal da broa de milho enriquecida com diferentes percentuais de biomassa seca de spirulina, comparando as amostras de controle (C) e enriquecidas (S1, S3, S5), além da própria biomassa seca de spirulina (SP). As variáveis analisadas são: proteína, lipídeos, cinzas, carboidratos e umidade, com médias \pm desvio padrão. A significância estatística foi avaliada pelo teste de *Tukey*, com diferentes letras indicando diferenças significativas ao nível de 5%.

Tabela 2. Composição centesimal da broa de milho enriquecida com diferentes percentuais de spirulina.

Tratamentos	Proteína (%)	Lipídeos (%)	Cinzas (%)	Carboidratos (%)	Umidade (%)
C	9,92 ^a \pm 0,51	2,01 ^a \pm 0,07	1,65 ^a \pm 0,74	86,60 \pm 0,29	2,95
S1	12,69 ^b \pm 0,44	2,51 ^b \pm 0,08	1,85 ^{ab} \pm 0,11	82,97 \pm 0,37	3,63
S3	13,56 ^b \pm 0,44	2,42 ^b \pm 0,05	2,58 ^{bc} \pm 0,14	81,17 \pm 0,38	3,09
S5	14,88 ^c \pm 0,44	2,52 ^b \pm 0,08	2,85 ^c \pm 0,21	79,75 \pm 0,45	2,25
SP	62,33 ^d \pm 4,82	3,78 ^c \pm 0,27	14,67 ^d \pm 0,12	19,22 \pm 5,17	1,88

Fonte: Elaborado pelos autores.

A adição de spirulina à broa de milho impacta significativamente sua composição centesimal, resultando em um produto com maior teor de proteínas, lipídeos e cinzas, e menor teor de carboidratos. Esses resultados são consistentes com a composição rica em nutrientes da spirulina.

Batista et al. (2019) afirma que a adição de microalgas em biscoitos de trigo levou a maior teor de proteína, maior atividade antioxidante e melhores pontuações de análise sensorial. Para Lupatini et al. (2017), diz que a *Spirulina platensis* é uma microalga rica em proteínas com níveis de proteína semelhantes aos da carne e da soja, oferecendo benefícios à saúde devido à sua composição química.

A adição de spirulina aumenta significativamente o teor de proteína nas broas de milho. O tratamento S5 (5% de spirulina) apresenta o maior aumento em comparação ao controle, enquanto a biomassa de spirulina (SP) possui um teor de proteína muito superior, destacando seu potencial como fonte proteica.

O alto teor de proteínas da *Arthrospira platensis* a torna adequado como suplemento nutritivo para dietas humanas e animais (Ismail et al. 2018), a biomassa de *Spirulina platensis* aumenta o teor de proteína em produtos de panificação (Şahin, 2020) e pode ser utilizada como fonte alternativa de proteína com níveis comparáveis aos da carne e da soja, tornando-a um ingrediente potencial na indústria alimentícia (Lupatini et al., 2017).

A adição de spirulina também aumenta significativamente o teor de lipídeos nas broas de milho. Embora os aumentos entre S1, S3 e S5 não sejam tão pronunciados, são todos significativamente superior ao controle. A biomassa seca de spirulina apresenta um teor de lipídeos ainda maior. Spirulina é conhecida por seu alto conteúdo de proteínas e lipídeos, o que se reflete no aumento dessas frações nas broas de milho enriquecidas. Este aumento é benéfico do ponto de vista nutricional, proporcionando uma broa mais rica em nutrientes essenciais.

A *Spirulina* possui alto teor de macro e micronutrientes, aminoácidos essenciais, proteínas, lipídios, vitaminas, minerais e antioxidantes, tornando-a um suplemento alimentar completo no combate à desnutrição (Soni et al., 2017), a espirulina em biscoitos aumenta o seu valor nutricional, aumentando o teor de proteínas, ácidos graxos ômega e aminoácidos, proporcionando benefícios significativos à saúde das crianças em idade escolar (Nakib et al., 2019).

Para Donato et al. (2019), aumentar a porcentagem de *Spirulina platensis* nos biscoitos leva a um aumento de proteínas e minerais em comparação com a farinha de trigo refinada isoladamente.

O teor de cinzas, que representa o conteúdo mineral, aumenta significativamente com a adição de spirulina. O tratamento S5 tem o maior teor de cinzas entre as broas de milho, enquanto a biomassa de spirulina apresenta um teor extremamente alto, refletindo sua rica composição mineral. O aumento no teor de cinzas indica um enriquecimento mineral nas broas de milho, o que pode contribuir para uma dieta mais balanceada. Este aspecto é particularmente interessante para consumidores que buscam alimentos funcionais.

O enriquecimento de espirulina no pão de milho resultou num aumento de 46,4% de minerais, proporcionando um reforço nutricional para uma alimentação equilibrada (Lucas et al., 2018), os suplementos de espirulina em pó têm maior teor de elementos importantes como ferro, magnésio e potássio, ajudando as pessoas a atingirem a ingestão necessária de micronutrientes (Janda-Milczarek et al., 2023). A biomassa de espirulina no pão de milho contribui para uma dieta equilibrada, fornecendo 16% e 35% da ingestão diária recomendada de ferro para mulheres e homens, na pré-menopausa, respectivamente (Silva et al., 2021).

Zlateva et al. (2019) afirma que a alga *Spirulina platensis* no pão de trigo aumenta seu teor de ferro e zinco, aproximando-o dos níveis de ingestão diária recomendados. Koli et al. (2022) diz que a massa verde enriquecida com espirulina aumenta o teor de proteínas, fenóis totais, flavonóides, ferro e cálcio sem afetar a textura ou a qualidade do cozimento.

O teor de carboidratos diminui conforme a porcentagem de spirulina aumenta. Este resultado é esperado, pois a substituição de parte da matriz de milho (rica em carboidratos) pela biomassa de spirulina (rica em proteínas e minerais) reduz proporcionalmente o conteúdo de carboidratos. A biomassa de spirulina tem um teor muito baixo de carboidratos. A diminuição no teor de carboidratos pode ser vantajosa para pessoas que buscam reduzir a ingestão de carboidratos ou seguir dietas com menor índice glicêmico. No entanto, é importante considerar o impacto sensorial e textural dessa alteração.

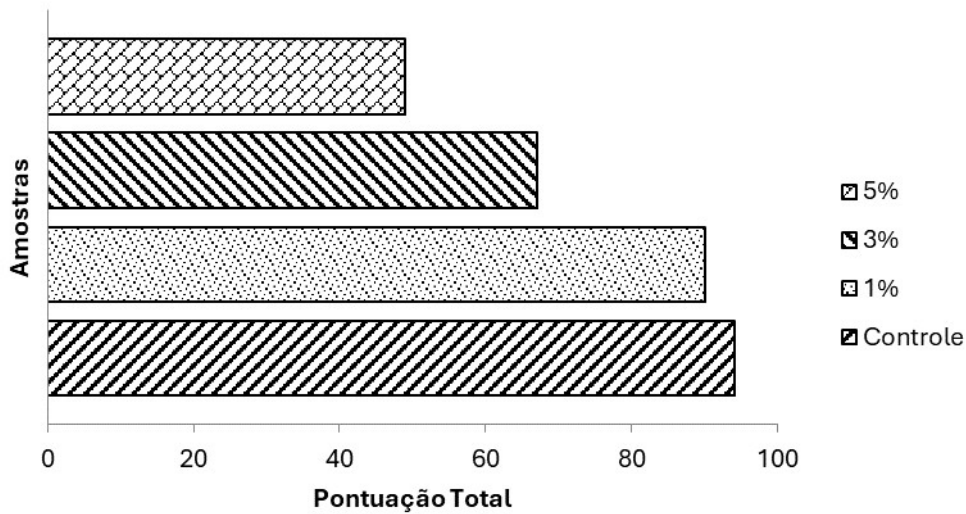
A espirulina na concentração de 2,6% no pão de milho aumenta o conteúdo nutricional e reduz a ingestão de carboidratos (Lucas et al., 2018). A adição de espirulina em biscoitos não afetou negativamente as características físicas e sensoriais e aumentou o valor nutricional sem causar atributos de qualidade ou defeitos sensoriais (Ziena et al., 2020).

A umidade das amostras varia, mas não é significativamente analisada como os outros componentes. A biomassa seca de spirulina tem a menor umidade, o que é consistente com sua forma seca. As broas de milho mostram uma variação na umidade, mas sem uma tendência clara em relação à quantidade de spirulina adicionada.

A umidade não segue uma tendência clara com a adição de spirulina, mas as variações observadas não são grandes. A menor umidade na biomassa seca é esperada e destaca a necessidade de balancear a formulação para manter a qualidade da broa de milho.

O painel sensorial composto por 30 julgadores não treinados e selecionados aleatoriamente, com idades entre 19 e 62 anos, sendo 50,0% do sexo masculino e 50,0% do sexo feminino, a amostra controle [C] obteve 31,33% e a amostra [S1] obteve 30,0% dos pontos de preferência de ordenação (figura 1).

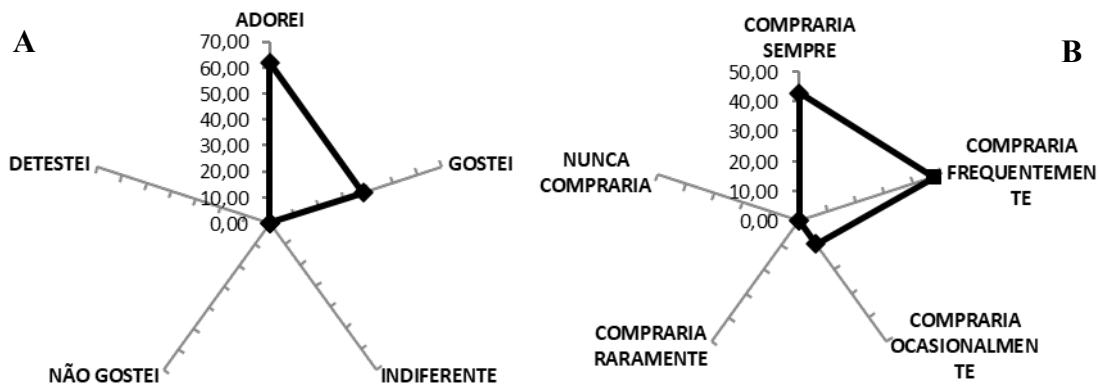
Figura 1. Teste de ordenação da broa de milho enriquecida com biomassa seca de spirulina.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Com base no teste de ordenação, a amostra [S1] foi selecionada para a aplicação dos testes de aceitação e intenção de compra. Dessa forma o painel sensorial da amostra [S1] foi composto por 21 julgadores não treinados com idade entre 20 e 32 anos, sendo 52,38% do sexo masculino e 47,62% do sexo feminino, obteve 61,90% no quesito “adorei” e 38,10% no quesito “gostei”. E no teste de intenção de compra, atingiu com êxito total aceitação do produto com 42,86% que “compraria sempre”, 47,62% “compraria frequentemente” e 9,52% “compraria ocasionalmente” (figura 2).

Figura 2. Testes de aceitação (A) e intenção de compra (B) da broa de milho enriquecida com concentração de 1% de biomassa seca de spirulina.



Fonte: Elaborado pelos autores.

A aceitação sensorial e a intenção de compra são fundamentais para avaliar o potencial de mercado de novos produtos alimentícios. No caso da broa de milho enriquecida com 1% de spirulina, uma aceitação positiva associada a uma alta intenção de compra indica um bom potencial de mercado. Para Lucas et al. (2018), a espirulina na concentração de 2,6% na formulação do pão de milho resultou em alto conteúdo nutricional e aceitação sensorial de 82%.

A tabela 3 apresenta as médias dos valores RGB (vermelho, verde e azul) das amostras de broa de milho enriquecidas com diferentes concentrações de spirulina. Os tratamentos são divididos em

quatro grupos: controle (C), S1 (1% de spirulina), S3 (3% de spirulina) e S5 (5% de spirulina). Os valores são expressos como média \pm desvio padrão. O teste de *Friedman* foi utilizado para determinar a significância estatística, com letras diferentes indicando diferenças significativas ($P>0,05$).

Tabela 3. Médias dos padrões RGB das amostras da broa de milho enriquecidas com spirulina.

Tratamento	R	G	B
C	177 ^b \pm 2,83	137,6 ^b \pm 3,05	57,8 ^b \pm 8,79
S1	86,6 ^{ab} \pm 8,65	71,6 ^{ab} \pm 8,05	36,4 ^{ab} \pm 5,50
S3	61 ^a \pm 6,36	53 ^{ab} \pm 9,77	33,8 ^{ab} \pm 8,41
S5	50,2 ^a \pm 9,91	42,8 ^a \pm 9,55	30,2 ^a \pm 11,37

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os resultados mostram uma clara tendência de redução nos valores de RGB conforme a concentração de spirulina aumenta nas amostras de broa de milho. A presença de spirulina, que possui pigmentos naturais como ficocianina, pode explicar a diminuição dos valores de vermelho, verde e azul, alterando a coloração das amostras. A diminuição significativa sugere que os pigmentos presentes em spirulina afetam principalmente o componente vermelho, talvez pela absorção de luz nessa faixa do espectro.

Observa-se uma redução significativa nos valores de vermelho com o aumento da concentração de spirulina. O controle tem o maior valor de R, enquanto S5 tem o menor. A diferença é significativa entre C e S3/S5, mas S1 não difere significativamente de nenhum outro tratamento.

Semelhante ao vermelho, os valores de verde também diminuem com o aumento da concentração de spirulina. O controle apresenta o maior valor, enquanto S5 possui o menor. A significância estatística indica que C é significativamente diferente de S5, mas não de S1 e S3.

Os valores de azul também seguem a tendência de redução com o aumento da concentração de spirulina. O controle tem o maior valor de B, enquanto S5 tem o menor. As diferenças significativas indicam que C difere significativamente de S5, mas não de S1 e S3.

Embora também haja uma diminuição nos valores de verde e azul, a magnitude é menor em comparação com o vermelho. Isso pode indicar que os pigmentos de spirulina têm uma menor influência sobre essas faixas de cor ou que a interação com a matriz da broa de milho resulta em menores alterações nesses componentes.

Os desvios padrão indicam uma variação considerável entre as amostras, especialmente nos tratamentos com maiores concentrações de spirulina (S5), o que pode refletir uma heterogeneidade na distribuição do suplemento na massa da broa.

A adição de spirulina à broa de milho resulta em uma mudança perceptível nas cores das amostras, evidenciada pela redução nos valores de RGB. As alterações são mais pronunciadas no componente vermelho, seguido pelo verde e azul. Este estudo demonstra que a concentração de spirulina influencia significativamente a coloração da broa de milho, o que pode ter implicações na aceitação do produto pelo consumidor, além de possíveis benefícios nutricionais associados à incorporação desta microalga.

Segundo Santos (2012), no olho humano, ocorre um fenômeno complexo, o olho, como órgão fotorreceptor, percebe a luz, o brilho, as cores, as formas, os movimentos e o espaço, as características da cor são, essencialmente, o tom ou matiz, a saturação ou grau de pureza e a luminosidade ou brilho.

A coloração é um dos atributos sensoriais mais relevantes nos alimentos, tal fator afeta substancialmente na aceitação dos produtos quando este, originalmente deriva de alimentos comumente ou regionalmente consumido.

As cores influenciam a percepção e o comportamento do consumidor, com 62 a 90% da avaliação do produto condicionada pela preferência de cor (Grigoryan, 2023), a cor influencia as expectativas do consumidor em relação ao sabor (Rebollar et al., 2012), afeta os consumidores através de respostas fisiológicas, efeitos psicológicos e implicações culturais, influenciando suas percepções sobre os produtos (Jing et al., 2018), que pode ser usado para direcionar estratégias de marketing e criar experiências distintas (Ren e Chen, 2018) e afetando seu comportamento de compra (Dai, 2023).

Conclusões

A incorporação de spirulina na broa de milho resulta em um produto nutricionalmente superior, com maior teor de proteínas, lipídeos e minerais. Esses benefícios podem aumentar o valor nutricional da broa, tornando-a uma opção atraente para consumidores preocupados com a saúde.

O enriquecimento da broa de milho com biomassa de spirulina é viável e demonstra um incremento proteico expressivo, além do produto fornecer teores lipídicos favoráveis e a diminuição do consumo de carboidratos, como também de minerais a base de fosfato e de cálcio.

No entanto, é crucial garantir que as mudanças na composição não comprometam as características sensoriais do produto, como sabor, textura e aparência, para assegurar a aceitação do consumidor.

O nível de aceitação expressivo da broa enriquecida com 1% de spirulina e a necessidade do mercado por produtos práticos e saudáveis para consumo humano, motivaram o presente estudo e chamam a atenção para que estes produtos sejam produzidos sem preconceito ou injúrias, pois a spirulina ostenta pontos favoráveis para adjunção em alimentos tradicionais, promovendo a ingestão de um produto de qualidade, visando às estratégias de divulgação do potencial funcional e terapêutico dela.

Referências

- Adefegha, S. (2018). Functional Foods and Nutraceuticals as Dietary Intervention in Chronic Diseases; Novel Perspectives for Health Promotion and Disease Prevention. *Journal of Dietary Supplements*, 15, 977-1009. <https://doi.org/10.1080/19390211.2017.1401573>
- AOAC (2000). ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Moisture in meat. 950.46. In *Official Methods of Analysis* (17th ed.). Gaithersburg, Maryland. Chapter 39 AOAC.
- Arenas, E., Palacio, M., Juantorena, A., Fernando, S., & Sebastian, P. (2017). Microalgae as a potential source for biodiesel production: techniques, methods, and other challenges. *International Journal of Energy Research*, 41, 761 - 789. <https://doi.org/10.1002/er.3663>
- Batista, A., Niccolai, A., Bursic, I., Sousa, I., Raymundo, A., Rodolfi, L., Biondi, N., & Tredici, M. (2019). Microalgae as Functional Ingredients in Savory Food Products: Application to Wheat Crackers. *Foods*, 8(12), 611. <https://doi.org/10.3390/foods8120611>
- Bento-Silva, A., Duarte, N., Mecha, E., Belo, M., Patto, M., & Bronze, M. (2020). Hydroxycinnamic Acids and Their Derivatives in Broa, a Traditional Ethnic Maize Bread. *Foods*, 9(10), 1471. <https://doi.org/10.3390/foods9101471>
- Bento-Silva, A., Duarte, N., Santos, M., Costa, C., Patto, M., Rocha, S., & Bronze, M. (2022). Comprehensive Two-Dimensional Gas Chromatography as a Powerful Strategy for the

- Exploration of Broas Volatile Composition. *Molecules*, 27(9), 2728. <https://doi.org/10.3390/molecules27092728>
- Biryulina, N., Mazo, V. E Bagryantseva, O. (2022). *Arthrospira platensis* phycocyanins: a perspective for use in foods for special dietary uses (brief review). *Voprosy pitaniia [Problems of Nutrition]*. 2022; 91 (6): 30–6. <https://doi.org/10.33029/0042-8833-2022-91-6-30-36>
- Cardoso, L., Lombardi, A., Silva, J., Lemos, P., Costa, J., Souza, C., Druzian, J., & Chinalia, F. (2021). Scaling-up production of *Spirulina* sp. LEB18 grown in aquaculture wastewater. *Aquaculture*, 544, 737045. <https://doi.org/10.1016/J.AQUACULTURE.2021.737045>
- Dai, L. (2023). The Influence of Color on Human's Purchasing Behavior. *Communications in Humanities Research*. Vol. 14, 37-41. <https://doi.org/10.54254/2753-7064/14/20230402>
- Donato, N., Queiroz, A., Figueirêdo, R., Feitosa, R., Moreira, I., & Lima, J. (2019). Production of Cookies Enriched With *Spirulina platensis* Biomass. *Journal of Agricultural Studies*, 7(4). <https://doi.org/10.5296/jas.v7i4.15483>
- Essa, M., Bishir, M., Bhat, A., Chidambaram, S., Al-Balushi, B., Hamdan, H., Govindarajan, N., Freidland, R., & Qoronfleh, M. (2021) Functional foods and their impact on health. *Journal of Food Science and Technology*, 60, 820 - 834. <https://doi.org/10.1007/s13197-021-05193-3>
- Fogaça, F. H. S.; Legat, A. P.; Pereira, A. M. L.; Legat, J. F. A. (2009) Métodos para análise de pescados. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 40 p. (Documentos / Embrapa Meio-Norte: 189). <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/80694/1/documento-189.pdf>
- Granato, D., Barba, F., Kovačević, D., Lorenzo, J., Cruz, A., & Putnik, P. (2020). Functional Foods: Product Development, Technological Trends, Efficacy Testing, and Safety. *Annual Review Of Food Science And Technology*. Vol. 11:93-118. <https://doi.org/10.1146/annurev-food-032519-051708>
- Grigoryan, S. (2023). The psychological influence of colors on consumer behavior. *Scientific Procedures SUSH*. <https://doi.org/10.54151/27382559-23.1pb-115>
- Ismaiel, M., Piercey-Normore, M., & Rampitsch, C. (2018). Proteomic analyses of the cyanobacterium *Arthrospira* (*Spirulina*) *platensis* under iron and salinity stress. *Environmental and Experimental Botany*, 147, 63-74. <https://doi.org/10.1016/J.ENVEXPBOT.2017.11.013>
- Janda-Milczarek, K., Szymczykowska, K., Jakubczyk, K., Kupnicka, P., Skonieczna-Żydecka, K., Pilarczyk, B., Tomza-Marciniak, A., Ligenza, A., Stachowska, E. E Dalewski, B. (2023). *Spirulina* Supplements as a Source of Mineral Nutrients in the Daily Diet. *Applied Sciences*. 2023, 13(2), 1011. <https://doi.org/10.3390/app13021011>
- Jędrusek-Golińska, A., Górecka, D., Buchowski, M., Wieczorowska-Tobis, K., Gramza-Michałowska, A., & Szymandera-Buszka, K. (2020). Recent progress in the use of functional foods for older adults: A narrative review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 19 2, 835-856. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12530>
- Jing, H., Zhengrong, W., Dechun, Y. E Hongliang, L. (2018). Color Marketing Research: Review and Perspectives. *Economics and Foreign Management*. 40, 40-53. <https://doi.org/10.16538/j.cnki.fem.2018.10.004>
- Koli, D., Rudra, S., Bhowmik, A. E Pabbi, S. (2022). Nutritional, Functional, Textural and Sensory Evaluation of *Spirulina* Enriched Green Pasta: A Potential Dietary and Health Supplement. *Foods*, 11(7), 979. <https://doi.org/10.3390/foods11070979>
- Lucas, B., Morais, M., Santos, T., & Costa, J. (2018). *Spirulina* for snack enrichment: Nutritional, physical and sensory evaluations. *LWT - Food Science and Technology*, 90, 270-276. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2017.12.032>

- Lupatini, A., Colla, L., Canan, C., & Colla, E. (2017). Potential application of microalga *Spirulina platensis* as a protein source. *Journal of the science of food and Agriculture*, 97 3, 724-732. <https://doi.org/10.1002/jsfa.7987>
- Mathieu-Rivet, E., Mati-Baouche, N., Walet-Balieu, M., Lerouge, P., & Bardor, M. (2020). N- and O-Glycosylation Pathways in the Microalgae Polyphyletic Group. *Frontiers in Plant Science*, 11. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.609993>
- Nakib, D., Ibrahim, M., Mahmoud, N., Rahman, E., & Ghaly, A. (2019). Incorporation of *Spirulina (Athrospira platensis)* in Traditional Egyptian Cookies as a Source of Natural Bioactive Molecules and Functional Ingredients: Preparation and Sensory Evaluation of Nutrition Snack for School Children. *European Journal of Nutrition & Food Safety*, 9(4) 372-397. <https://doi.org/10.9734/EJNFS/2019/V9I430084>
- Niccolai, A., Zittelli, G., Rodolfi, L., Biondi, N., & Tredici, M. (2019). Microalgae of interest as food source: Biochemical composition and digestibility. *Algal Research*, 42, 101617. <https://doi.org/10.1016/J.ALGAL.2019.101617>
- Rebollar, R., Lidón, I., Serrano, A., Martín, J., & Fernández, M. (2012). Influence of chewing gum packaging design on consumer expectation and willingness to buy. An analysis of functional, sensory and experience attributes. *Food Quality and Preference*, 24, 162-170. <https://doi.org/10.1016/J.FOODQUAL.2011.10.011>
- Ren, L. & Chen, Y. (2018). Influence of Color Perception on Consumer Behavior. *HCI in Business, Government, and Organizations*, 413-421. https://doi.org/10.1007/978-3-319-91716-0_32
- Şahin, O. (2020). Functional and sensorial properties of cookies enriched with SPIRULINA and DUNALIELLA biomass. *Journal of Food Science and Technology*, 57, 3639 - 3646. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04396-4>
- Santos Cunha, D.A.; Coelho, A.V.; Ferreira, L.K.S; Santos, E.C.B., & Torres Junior, A.R. (2024) Características físicas e bioquímicas do filé de *Pangasius bocourti* cultivado em Bom Jardim, Estado do Maranhão, Brasil. *ActaPesca* 12(2), 12-22. <https://doi.org/10.46732/Actafish.2024.12.2.12-22>
- Santos, E. C. B. (2012) Análise sensorial de alimentos. - São Luís: UemaNet.
- Silva, D. J.; Queiroz, A. C. (2009) Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos). 3.ed. Viçosa.
- Silva, S., Valle, A., & Perrone, D. (2021). Microencapsulated *Spirulina maxima* biomass as an ingredient for the production of nutritionally enriched and sensorially well-accepted vegan biscuits. *LWT - Food Science and Technology*, 142, 110997. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2021.110997>
- Soni, R., Sudhakar, K., & Rana, R. (2017). *Spirulina* – From growth to nutritional product: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 69, 157-171. <https://doi.org/10.1016/J.TIFS.2017.09.010>
- Stringueta, P., Amaral, M., Brumano, L., Pereira, M., & Pinto, M. (2012). Public Health Policies and Functional Property Claims for Food in Brazil. *Structure and Function of Food Engineering*, 12. <https://doi.org/10.5772/50506>
- USDA. Padrão de Referência Nacional da Base de Dados de Nutrientes do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, em sua versão 25. Disponível em: <http://tabnut.dis.epm.br/Documentation> Acesso em 08 de jun. 2021.
- Wu, H., Li, T., Lv, J., Chen, Z., Wu, J., Wang, N., Wu, H., & Xiang, W. (2021). Growth and Biochemical Composition Characteristics of *Arthrospira platensis* Induced by Simultaneous Nitrogen Deficiency and Seawater-Supplemented Medium in an Outdoor Raceway Pond in Winter. *Foods*, 10(12), 2974. <https://doi.org/10.3390/foods10122974>

- Zlateva, D., Petrova, M., & Štefanová, D. (2019). Influence of Spirulina Platensis on the content of iron and zinc in wheat bread. Food Science and Applied Biotechnology, 2(2). <https://doi.org/10.30721/fsab2019.v2.i2.55>
- Ziena, H., Rozan, M. E Ghozlan, H. (2020). Utilization of Spirulina (*Arthrospira platensis*) in The Production of Functional Biscuits and its Effect on Product Quality. Alexandria Science Exchange Journal, 41(4), 447-453. <https://doi.org/10.21608/asejaiqjsae.2020.123819>
-