



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO REGIONAL
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

ELIANE GOMES GALVÃO

DESENVOLVIMENTO DE PAÇOCA ENRIQUECIDA COM BIOMASSA
DE SPIRULINA (*Arthospira platensis*)

João Pessoa – PB

2024

ELIANE GOMES GALVÃO

**DESENVOLVIMENTO DE PAÇOCA ENRIQUECIDA COM BIOMASSA
DE SPIRULINA (*Arthospira platensis*)**

Trabalho de Conclusão de Curso
Superior em Tecnologia de Alimentos,
do Centro de Tecnologia e
Desenvolvimento Regional, da
Universidade Federal da Paraíba
apresentado como parte dos requisitos
necessários para obtenção do título de
Tecnólogo de Alimentos.

Orientadora: Profa. Dra. Angela Maria Tribuzy de Magalhães Cordeiro

João Pessoa – PB

2024

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

G182d Galvao, Eliane Gomes.

Desenvolvimento de paçoca enriquecida com biomassa
de spirulina (*Arthospira Platensis*) / Eliane Gomes
Galvao. - João Pessoa, 2024.

41 f. : il.

Orientação: Angela Cordeiro.

TCC (Graduação) - UFPB/CTDR.

1. Alimentos proteicos. 2. Alimento funcional. 3.
Proteínas vegetais. 4. Suplementação nutricional. I.
Cordeiro, Angela. II. Título.

UFPB/CTDR

CDU 613.2

Eliane Gomes Galvão

**Desenvolvimento de paçoca enriquecida com biomassa
de spirulina (*Arthospira platensis*)**

João Pessoa, 22 de outubro de 2024.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a Dr^a Angela Maria Tribuzy de Magalhães Cordeiro
Orientadora

Dra Maristela Alves Alcântara
Membro Interno

Dra Tammyrys Maria de Oliveira Dantas Nascimento
Membro Externo

A minha família, meu pai Neurion (in memorian), minha mãe Altamira, meu esposo Alex, meus filhos Alexandre e Alinne, sem vocês nada seria possível.

A minha orientadora Angela Tribuzy e a técnica do laboratório Maristela, a vocês toda minha gratidão.

Nada é pequeno se feito com amor...

Santa Terezinha.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a DEUS, que, diante de tantos desafios ao longo de toda a trajetória, cuidou de mim e me deu forças para superar os obstáculos e concluir minha segunda graduação, depois de vinte e oito anos. A Ti, todo o meu amor e gratidão.

À minha família, que sempre acreditou que eu poderia chegar até aqui. Ao meu esposo, Alex, que sempre me incentivou e não deixou que eu desistisse. Aos meus filhos, Alexandre e Alinne, que são minha fonte de inspiração – estudiosos e dedicados, eles são minha maior e melhor criação. Amo vocês. À minha nora, Duda, e à minha afilhada e filha de coração, Marina; à minha mãe, Altamira, e ao meu pai, Neurion (in memoriam), meu maior incentivador, fica um agradecimento especial e cheio de saudades. Agradeço também às minhas amigas de infância (Ângela, Flávia, Patrícia, Daniele...) e às que a vida me presenteou, como Lélia e Adriana, que são como irmãs. Obrigada por sempre estarem presentes.

Agradeço imensamente a minha orientadora, professora Angela Cordeiro. Acredito que o Senhor coloca pessoas em nossas vidas, para nos dar direcionamento e ela foi uma luz no meu caminho em um momento em que eu estava “perdida”. Obrigada do fundo do meu coração.

Sou muito grata a Deus por ter colocado pessoas maravilhosas ao meu lado. Aos colegas do CTDR (Evelyn, Beto, Maya, Danuza, Helena, Xavier, Amanda...) uma turma muito especial e unida, que, do início ao fim do curso, se apoiou mutuamente. Meu agradecimento especial vai para Eugênia Ribeiro (minha parceira de todos os dias, nos estágios, nas análises, na colação) e para Fernanda Marques, pessoas que levarei para a vida, pois nos tornamos mais que suporte na universidade: tornamo-nos amigas.

Agradeço a todos os professores, especialmente à professora Fernanda Vanessa, ao professor João Paulo e à professora Adriana, que são exemplos de carisma e dedicação à profissão. Agradeço também aos técnicos dos laboratórios, em especial ao laboratório de análises físico-químicas, onde estagiei e passei boa parte do tempo realizando análises, representado por Maristela Alcântara, que foi um verdadeiro anjo e por quem tenho um carinho enorme. Obrigada por tudo!

Enfim, agradeço e reforço que estamos no mundo para deixar nossa marca, fazer a diferença na vida de alguém, seja com um sorriso, uma palavra amiga ou apenas oferecendo um ombro e dizendo: estou aqui! Gratidão me define!

RESUMO

A crescente busca por alimentos alternativos que supram a carência de proteínas animais tem aumentado, especialmente entre indivíduos com restrições alimentares, como veganos e vegetarianos, ou ainda por limitações financeiras. A *Spirulina platensis*, uma cianobactéria rica em proteínas e aminoácidos essenciais, se destaca como uma solução nutricional promissora. Este trabalho teve como objetivo formular e avaliar paçocas enriquecidas com diferentes concentrações de *Spirulina platensis*. Três formulações de paçocas foram produzidas, contendo como base sementes de amendoim (*Arachis hypogaea*), sementes de linhaça (*Linum usitatissimum* L.), sementes de jerimum (*Cucurbita moschata*), sementes de girassol (*Helianthus annuus*), açúcar mascavo e sal. Para o enriquecimento da paçoca foram adicionados 2% e 5% de *Spirulina platensis*. As análises físico-químicas revelaram um aumento no teor proteico, mineral e antioxidante das paçocas conforme a concentração de *Spirulina* aumentava. A amostra com 5% de *Spirulina* apresentou o maior teor de proteínas (25,36%) e atividade antioxidante (1.156,00 mg/L) pelo método DPPH. Esses resultados indicam que a incorporação de *Spirulina platensis* em alimentos como a paçoca pode promover produtos mais nutritivos e saudáveis, contribuindo para a suplementação proteica de forma sustentável.

Palavras-chave: alimentos proteicos, alimento funcional, proteínas vegetais, suplementação nutricional.

ABSTRACT

The increasing demand for alternative foods that compensate for the lack of animal proteins has been growing, especially among individuals with dietary restrictions, such as vegans and vegetarians, or due to financial limitations. . *Spirulina platensis*, a cyanobacterium rich in proteins and essential amino acids, stands out as a promising nutritional solution. This study aimed to formulate and evaluate “paçocas” enriched with different concentrations of *Spirulina platensis*. Three “paçoca” formulations were produced, containing as a base peanut seeds (*Arachis hypogaea*), flax seeds (*Linum usitatissimum* L.), pumpkin seeds (*Cucurbita moschata*), sunflower seeds (*Helianthus annuus*), brown sugar and salt. To enrich the “paçoca”, 2% and 5% of *Spirulina platensis* were added. The physicochemical analyses revealed an increase in the protein, mineral and antioxidant content of the “paçocas” as the concentration of *Spirulina* increased. The sample with 5% *Spirulina* presented the highest protein content (25.36%) and antioxidant activity (1,156.00 mg/L) using the DPPH method. These results indicate that the incorporation of *Spirulina platensis* into foods such as “paçoca” can promote more nutritious and healthy products, contributing to protein supplementation in a sustainable way.

Keywords: protein foods, functional food, vegetable proteins, nutritional supplementation

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - <i>Spirulina platensis</i> vista ao microscópio	15
Figura 2 - Empresa Spigreen.	17
Figura 3 - Fluxograma da paçoca	23
Figura 4 - Ingredientes peneirados	24
Figura 5 - Ingredientes da paçoca	25
Figura 6 - Amostra de <i>Arthrospira</i> (<i>Spirulina platenses</i>)	26
Figura 7 - Materiais utilizados na produção da paçoca de spirulina	26
Figura 8 - Amostras; Paçocas T1 (padrão), T2 (2% spirulina), T3(5% spirulina)	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Formulações empregadas na produção da paçoca por 100g	25
Tabela 2 - Composição proximal da paçoca – umidade, cinza, proteína, lipídeos, carboidratos	31
Tabela 3 - Resultados de pH e acidez da paçoca	33
Tabela 4 - Resultados de atividade antioxidante	34
Tabela 5 - Resultados de fenólicos totais	35

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
CNNPA	Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos
CTDR	Centro de Tecnologia de Desenvolvimento Regional
DPPH	1,1-difenil-2-picrilhidrazil
FAO	Food and agriculture organization
IN	Instrução Normativa
MT	Mato Grosso
NACL	Cloreto de sódio
NASA	National Aeronautics and Space Administration
PH	Potencial Hidrogeniônico
PVC	Policloreto de Vinila
UFPB	Universidade Federal da Paraíba

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 OBJETIVO GERAL	15
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
2 REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1 <i>SPIRULINA PLATENSIS</i>.....	16
2.2 PAÇOCA	19
2.2.1 Amendoim	20
2.3. Fontes alternativas de oleaginosas	20
2.4. AÇÚCAR MASCADO	21
2.5 DIETA VEGANA.....	22
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	24
3.1 MATERIAL.....	24
3.2. DESENVOLVIMENTO DAS PAÇOCAS	25
3.2.1 Modelagem das paçocas	27
3.3 AVALIAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS.....	28
3.3.1 Determinação de umidade	28
3.3.2 Determinação do teor de cinzas.....	28
3.3.3 Determinação do teor de proteínas	29
3.3.4 Determinação do teor de lipídios.....	29
3.3.5 Determinação do pH.....	29
3.3.6 Determinação de acidez	29
3.3.7 Avaliação bioativa das paçocas.....	30
3.3.7.2 Teor de Fenólicos Totais.....	30
3.3.7.3 Atividade Antioxidante - DPPH	30
3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA	31
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
5. CONCLUSÃO.....	37
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38

1 INTRODUÇÃO

A demanda por alimentos alternativos que supram a carência de proteínas na alimentação está em crescimento, especialmente entre indivíduos que enfrentam restrições alimentares, como veganos e vegetarianos, ou que possuem limitações financeiras. A necessidade de fontes acessíveis e ricas em aminoácidos essenciais é particularmente importante para garantir uma alimentação saudável, sobretudo para crianças e jovens em fase de desenvolvimento. O veganismo é um estilo de vida que exclui todo e qualquer produto de origem animal, seja em vestimentas, cosméticos, fármacos (que foram testados em animais), alimentos ou derivados, como mel, leite e ovos. Os adeptos do veganismo devem atentar-se para não ocorrer carência de nutrientes, muitas vezes recorrendo à suplementação alimentar (Sakkas et al., 2020).

De acordo com Cozzolino (2016), as proteínas desempenham um papel crucial na manutenção e reparação dos tecidos corporais, estando presentes em enzimas, músculos e células. São formadas por 20 aminoácidos, dos quais 9 são essenciais e não são produzidos pelo corpo, devendo ser obtidos através da alimentação. As proteínas de origem vegetal, quando consumidas adequadamente, podem ser tão aproveitadas quanto as de origem animal, sendo fundamentais para o desenvolvimento e crescimento humano. Nesse contexto, a proteína contida na spirulina é citada como uma ótima alternativa para essa suplementação.

A spirulina é uma cianobactéria fotossintetizante, semelhante às algas marinhas, também conhecida como microalga azul-esverdeada ou *Arthrospira*. As espécies mais comuns são a *Spirulina platensis* e *Spirulina maxima* (Trotta et al., 2022). Sua origem está em águas salobras, pântanos, solos, lagos alcalinos e águas marinhas e doces (Richmond, 1990). Desde a década de 1960, a spirulina se destacou como suplemento alimentar por seu alto teor proteico e potencial para substituir proteínas de origem animal, sendo uma opção de baixo custo e com menor impacto ambiental. Pesquisas indicam que alimentos à base de spirulina estão ganhando espaço como alternativas mais sustentáveis e podem ser produzidos em larga escala para atender à demanda por praticidade e alimentação saudável na sociedade moderna (Damasceno et al., 2017).

Com isso, o produto elaborado como suplemento é a “paçoca”, que por sua vez, é um doce típico brasileiro, é amplamente apreciada em todo o país. Feita principalmente com amendoim, ela é reconhecida por seu sabor irresistível, praticidade e facilidade de consumo, tornando-se um alimento popular em diversas ocasiões, como festas juninas e lanches rápidos, conquistando diferentes faixas etárias de pessoas (Wang et al., 1999). De origem indígena

"PA-SOKA", que significa "esmagar com as mãos", era um alimento preparado com farinha e carne, e mais recente, a paçoca foi transformada em sua versão atual, feita com amendoim, açúcar e sal. Além disso, surgiram variações, como a paçoca diet, visando atender a consumidores com restrições alimentares ou que buscam opções mais saudáveis, constituindo-se assim em um produto versátil e de alta aceitação, adaptando-se a diferentes públicos e ocasiões (Damy-Benedetti, 2023). O desenvolvimento de produtos enriquecidos com ingredientes funcionais tem sido uma estratégia para atender à demanda crescente por alimentos que promovam a saúde e o bem-estar (Da Silva; Da Silva, 2019). Um alimento funcional, como as sementes de linhaça (*Linum usitatissimum* L.), de jerimum (*Cucurbita moschata*), e de girassol (*Helianthus annuus*), trazem benefícios fisiológicos comprovados, juntamente com suas funções nutritivas básicas.

Considerando os benefícios das sementes e as potencialidades da spirulina como alimento, o presente estudo teve como objetivo desenvolver uma paçoca funcional adicionada de *Spirulina platensis* para aumentar o teor proteico e melhorar suas características nutricionais.

1.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver e avaliar as características físico-químicas e nutricionais de paçocas com diferentes concentrações de spirulina (*Spirulina platensis*).

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Formular paçocas adicionadas de sementes de linhaça, semente de jerimum, semente de girassol e diferentes concentrações de *Spirulina platensis*;
- Avaliar as características físico-químicas das paçocas com diferentes concentrações de *Spirulina platensis*;
- Avaliar o valor nutricional das paçocas adicionadas de sementes de linhaça, de jerimum, de girassol e diferentes concentrações de *Spirulina platensis*.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 *SPIRULINA PLATENSIS*

A *Spirulina platensis* é uma cianobactéria (Figura 1), considerada um dos grupos mais extensos e antigos de bactérias no planeta, com registros fósseis que datam de aproximadamente 3,5 bilhões de anos (Pagels et al., 2019). Essas microalgas podem ser encontradas flutuando em águas tropicais e subtropicais com elevados teores de sal, algo incomum para esse tipo de organismo, pois também se desenvolvem bem em meios de cultura com níveis de pH entre 8 e 11 (Avila-Leon, 2010).

A *Spirulina platensis* pertence à família Oscillatoriaceae e integra o grupo das cianobactérias filamentosas, também conhecidas como microalgas verde-azuladas. Essa espécie é caracterizada por cadeias de células que formam um filamento em espiral (Figura 1), denominado tricoma (Rout et al., 2015; Ma et al., 2018).

Figura 1. *Spirulina platensis* vista ao microscópio (40x).



Fonte: Silva, 2008.

Segundo León (2010), a cianobactéria *Arthrospira* (*Spirulina platensis*) possui um alto teor proteico, com até 70% em sua massa seca, superando o conteúdo proteico das carnes (15-25%) e da soja (*Glycine max*). Além disso, contém todos os aminoácidos essenciais recomendados pela FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) e apresenta boa absorção e digestibilidade desse potencial proteico.

A composição da spirulina pode ser utilizada como complemento alimentar, sendo uma poderosa aliada no combate à desnutrição (Fox, 1996). Além disso, a spirulina é rica em

vitaminas, especialmente as do complexo B (como B1, B2 e B3) e vitamina A e. Ela também contém minerais essenciais, como ferro, cálcio, magnésio, zinco (Quadro 1).

Quadro 1 - Composição Nutricional - Biomassa de spirulina por 100g

Nutrientes	Concentração	Nutrientes	Concentração
Proteína	56,6 – 70,0g	Vitamina B8	0,005 – 0,008 mg
Carboidrato	11,3 – 22,0g	Vitamina B9	0,05 – 0,09 mg
Lipídios	2,20 – 4,10g	Vitamina B12	0,35 – 0,60 mg
Minerais	7,0 – 8,00 g	Cálcio	1000 – 2000 mg
Fibra alimentar	7,0 – 16,4 g	Fósforo	670 – 800 mg
Vitamina A	212 – 240mg	Magnésio	400 – 480 mg
Vitamina E	10 – 13 mg	Ferro	58 – 62 mg
Vitamina B1	1,4 – 3,5 mg	Zinco	3,00 – 3,30 mg
Vitamina B2	0,4 – 6,9 mg	Cobre	1,10 – 1,20 mg
Vitamina B3	1,3 – 5,9 mg	Manganês	0,50 – 0,70 mg
Vitamina B5	0,2 – 0,3 mg	Cromo	0,03 – 0,05 mg
Vitamina B6	4,0 – 6,0 mg	Potássio	1,4 – 1,5 mg

Fonte: Almeida, 2018.

De acordo com a Instrução Normativa (IN) nº 28, de 26 de julho de 2018, a spirulina (*Arthrospira platensis*) está incluída na lista de constituintes autorizados para uso em suplementos alimentares, exceto para aqueles destinados a lactentes (0 a 12 meses) ou crianças na primeira infância (1 a 3 anos) (ANVISA, 2018). A ingestão de spirulina é permitida com uma recomendação diária máxima de 1,6 g (Brasil, 2005).

Em 2019, os maiores produtores de spirulina no mundo foram os Estados Unidos, Tailândia, Índia, Taiwan, China e Grécia. O cultivo de microalgas é realizado em lagoas artificiais rasas, equipadas com pás giratórias, onde as culturas são constantemente agitadas. A coleta envolve um processo cuidadoso de filtração e desidratação (Ecycle, 2019).

O cultivo de *Arthrospira* (*Spirulina platensis*) tem avançado no Brasil, com a produção em larga escala liderada pelo maior fabricante de spirulina na América Latina (Figura 2), localizado em Diamantino (MT). Essa empresa de tecnologia nutricional, a Spigreen, tem se destacado no cultivo (Figura 2) e produção desse alimento, que gera, por hectare, 400 vezes mais proteína que a carne vermelha, 230 vezes mais que o arroz (*Oryza sativa*) e 30 vezes mais que a soja. Além disso, cada tonelada de spirulina produzida equivale a 450 kg de carbono absorvido e 1200 kg de oxigênio produzido (Bonometti, 2020).

Figura 2. Empresa Spigreen



Fonte: Agrolink & Assessoria, 2020.

Segundo Derner e colaboradores (2006), em seu estudo "**Microalgas, produtos e aplicações**" publicado na revista *Ciência Rural* (v. 36, n. 6, p. 1962) afirma:

A biomassa de *Spirulina platensis* está sendo utilizada na fabricação de alimentos, e seu uso está associado à prevenção de doenças metabólicas, degenerativas e ao estresse oxidativo, incluindo diversos tipos de câncer.

A NASA selecionou a spirulina como uma das plantas mais promissoras para uso em futuras estações espaciais, devido a sua riqueza nutricional. Com um equilíbrio quase perfeito de proteínas, incluindo todos os oito aminoácidos essenciais, a spirulina é de fácil digestão, rapidamente assimilada pelo organismo e proporciona sensação de saciedade de forma eficiente. Além disso, sua quantidade necessária para consumo é significativamente menor em comparação a outros alimentos, sendo naturalmente pobre em colesterol, calorias, gordura e sódio. Rica em carboidratos, na forma de glicogênio e açúcares, a spirulina fornece nove vitaminas essenciais e pelo menos 14 minerais, que, quando combinados com os aminoácidos, favorecem sua rápida e eficiente absorção pelo corpo humano" (Tietze, 2004).

O consumo de spirulina oferece diversos benefícios à saúde, potencializando efeitos como atividades antioxidantes, imunomodulação nutricional, e propriedades antivirais, anticâncer e antibacterianas. Além disso, a spirulina apresenta resultados promissores no combate à desnutrição, obesidade, hiperlipidemia, diabetes, reações alérgicas inflamatórias, toxicidade por metais pesados e anemia (Kumar et al., 2018).

A spirulina e seus componentes possuem uma diversidade de atividades nutricionais e terapêuticas, o que a torna, além de um excelente suplemento alimentar, uma fonte potencial

para a prevenção e tratamento de diversas enfermidades. Dessa forma, constitui uma alternativa eficaz para o desenvolvimento de produtos nutracêuticos, que podem reduzir os efeitos colaterais causados pelos medicamentos usuais. A utilização da spirulina para esses fins tem apresentado ótimos resultados, pois os efeitos adversos dos medicamentos convencionais podem debilitar o paciente, e, com o uso da spirulina, a dosagem dos medicamentos pode ser reduzida (Ambrosi et al., 2008).

2.2 PAÇOCA

A origem da paçoca é rica em história e tradição. O nome vem do termo indígena "PA-SOKA", que significa "esmagar com as mãos", esse termo tem origem ao antigo modo de preparo, os ingredientes eram triturados manualmente em um pilão. No início, a paçoca não era “doce”, mas sim um alimento preparado com farinha e carne, servindo como sustento para os garimpeiros, no Paraná. Com o avanço da industrialização, a paçoca foi transformada em sua versão atual, feita com amendoim, açúcar e sal, mantendo-se como um doce bastante querido entre os brasileiros. Além disso, surgiram variações, como a paçoca diet, visando atender a consumidores com restrições alimentares ou que buscam opções mais saudáveis. A paçoca, portanto, segue como um produto versátil e de alta aceitação, adaptando-se a diferentes públicos e ocasiões (Damy-Benedetti, 2023).

De acordo com Silva et al. (2020), nos últimos anos, o consumo de produtos à base de amendoim, como a paçoca, tem crescido significativamente, impulsionado não só pelo seu sabor, mas também pelos benefícios nutricionais associados ao amendoim, como a presença de proteínas, fibras, vitaminas e minerais. Esse aumento no consumo tem motivado uma série de estudos sobre essa leguminosa, com foco no desenvolvimento de novos produtos e no aproveitamento de suas propriedades funcionais. A paçoca, embora seja um doce tradicional, representa um exemplo de produto tipicamente nordestino que se expandiu para todo o país e, atualmente, é apreciado em diversas ocasiões, sendo consumido como sobremesa ou lanche.

Nesse contexto, torna-se evidente a relevância de pesquisas que investiguem e promovam os benefícios do consumo de paçoca, não apenas como uma iguaria saborosa, mas também como um alimento que pode contribuir para uma dieta equilibrada, integrando-se de forma nutritiva e prática à rotina alimentar dos brasileiros (Alexandre, 2012). Adicionalmente, o consumo de paçoca enriquecida com ingredientes funcionais e/ou proteicos pode proporcionar uma fonte de energia rápida, beneficiando atletas e pessoas com estilo de vida ativo, pois é de fácil absorção pelo organismo (Fernandes et al., 2019).

2.2.1 Amendoim

Dentre os principais constituintes, o amendoim é o principal ingrediente da paçoca, que confere a essa iguaria, um gosto marcante e textura única, tornando-a amplamente apreciada, além de seu valor nutricional, sendo rico em proteínas, gorduras saudáveis (mono e poli-insaturadas), fibras, vitaminas (como E do complexo B), e minerais como magnésio, zinco e ferro (Moreira et al., 2012).

O amendoim (*Arachis hypogaea* L.) é uma leguminosa pertencente à família Fabaceae, originária da América do Sul e cultivada em diversas regiões da África, onde integra várias preparações culinárias. O amendoim possui alto teor de vitamina E, além de ser uma fonte de fósforo e de sais minerais como potássio e zinco. É também uma importante fonte de carboidratos, fornecendo energia para a atividade muscular. Embora seja um alimento altamente calórico, por ser de origem vegetal, não contém colesterol (Dantas, 2023).

A produção global de amendoim é destinada em 53% à alimentação e 47% à indústria de óleo. No setor alimentício, o amendoim se destaca não apenas por seu alto valor nutritivo, mas também por seus atributos sensoriais, como aroma, sabor e textura. Pode ser consumido tanto *in natura* quanto processado em produtos salgados, como aperitivos, fritos ou torrados. Além disso, é amplamente utilizado na culinária, especialmente na confeitaria, em preparações como bolos, doces e pastas (Suassuna, 2006).

2.3. FONTES ALTERNATIVAS DE OLEAGINOSAS

São muitas as fontes de oleaginosas com propriedades nutricionais disponíveis no mercado. Nessa perspectiva, ingredientes saudáveis e/ou alternativos, com apelo de saudabilidade, foram identificados para o incremento e desenvolvimento de uma paçoca funcional.

A linhaça (*Linum usitatissimum* L.) é uma planta pertencente à família Linaceae, popularmente conhecida como linhaça ou linho. É uma das plantas cultivadas mais antigas da história, com sua descoberta datada por volta de 5000 anos antes de Cristo, sendo originária da Ásia (Marques, 2009). Por ser um vegetal, a linhaça apresenta duas variedades, a marrom e a dourada, que são bastante equivalentes em suas propriedades nutricionais e funcionais, diferenciando-se apenas pelas condições de cultivo (Coskuner & Karababa, 2007). No entanto, a linhaça dourada contém menor quantidade de fibra dietética total em comparação à linhaça marrom, que possui teores mais elevados de proteína (Lima, 2008).

A linhaça é um grão oleaginoso que contém quantidades significativas de fibras alimentares solúveis e insolúveis, proteína vegetal, flavonoides, vitaminas, minerais e lignanas. Devido às suas propriedades farmacológicas, esses compostos têm sido associados à redução de doenças crônicas, como câncer de cólon, próstata e mama, além de diabetes, doenças hepáticas, renais e cardiovasculares (Almeida, 2009). Além disso, estudos indicam que o consumo regular de linhaça pode reduzir o colesterol total e o LDL (Bierenbaum et al., 1993).

O jerimum, pertencente à família Cucurbitaceae, é uma hortaliça da espécie *Cucurbita*, amplamente produzido e apreciado no Brasil, sendo muito utilizado na preparação de diversos pratos culinários, tanto doces quanto salgados. As sementes do jerimum também possuem grande importância na dieta devido ao seu elevado valor nutritivo. Elas são ricas em lipídios, proteínas, fibras, tiamina, niacina e micronutrientes (zinco, ferro, manganês e cobre) sendo consumidas em diversos países (Veronezi; Jorge, 2012).

Apesar de seu valor nutricional, essas sementes são consideradas resíduos agroindustriais e, por isso, são desperdiçadas em grandes quantidades pelas indústrias processadoras de vegetais (Silva et al., 2011)

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma espécie dicotiledônea pertencente à família Compositae (ou Asteraceae), originária da América do Norte. Trata-se de uma planta anual cuja flor desenvolve aquênios, popularmente conhecidos como grãos, compostos pelo pericarpo (casca) e pela semente propriamente dita (amêndoa) (Porfirio et al., 2014).

As sementes de girassol são ricas em óleo, com diversas características nutricionais, destacando-se pelo alto teor de ácido linoleico e ômega 6. Esses compostos auxiliam na prevenção de doenças como colesterol alto, doenças cardiovasculares e distúrbios metabólicos. O óleo é extraído dos grãos do girassol, enquanto a casca e o farelo são subprodutos amplamente utilizados como base para temperos, massas e doces (Souza et al., 2021).

2.4. AÇÚCAR MASCAVO

A Resolução nº 12/33, de 1978, da Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos (CNNPA), do Ministério da Saúde, define o açúcar como a sacarose extraída da cana-de-açúcar por meio de processos industriais apropriados. No caso do açúcar mascavo, a norma exige que seja produzido a partir de caldo de cana sem sinais de fermentação, livre de

impurezas como matéria terrosa, parasitas e detritos de origem animal ou vegetal, e que contenha no mínimo 90% de sacarose em sua composição (Brasil, 1978).

Quando batido, O açúcar mascavo assemelha-se ao caldo de cana-de-açúcar in natura (garapa), apresentando componentes orgânicos e sais minerais semelhantes. Durante o processo de produção, que envolve aquecimento, pode ocorrer caramelização, resultando no escurecimento do produto. As etapas da fabricação do açúcar mascavo incluem: moagem da cana, limpeza do caldo, cozimento (concentração do xarope), resfriamento, cristalização (bateção), peneiragem e embalagem (Delgado; Delgado, 1999).

O açúcar mascavo apresenta diversos benefícios em comparação ao açúcar refinado, principalmente por ser menos processado e reter mais nutrientes da cana-de-açúcar. Por ser menos refinado, o açúcar mascavo contém pequenas quantidades de sais minerais como cálcio, magnésio, potássio e ferro, que são perdidos durante o processo de refinamento do açúcar branco (Silva; Almeida, 2015).

Embora ainda seja uma fonte de carboidratos simples, o índice glicêmico do açúcar mascavo tende a ser ligeiramente mais baixo em comparação ao açúcar branco, o que pode ajudar a evitar picos de açúcar no sangue (Ferreira; Sousa, 2017).

2.5 DIETA VEGANA

Uma dieta vegana inclui apenas alimentos de origem vegetal, como vegetais, grãos, nozes e frutas. Quem segue essa dieta não consome produtos de origem animal, como laticínios e ovos (Melina, Craig e Levin, 2016).

As dietas veganas e vegetarianas podem enfrentar alguns desafios na obtenção de nutrientes importantes. Pesquisas mostram que essas dietas tendem a ter menor quantidade de cálcio e proteínas, que são essenciais para manter os ossos e os músculos saudáveis (Craig, 2009). A falta desses nutrientes pode prejudicar o fortalecimento dos ossos, aumentando o risco de fraturas e osteoporose. Por isso, é importante que os veganos incluam na alimentação fontes de proteínas vegetais, como feijões, nozes e sementes, além de alimentos fortificados com cálcio ou o uso de suplementos para garantir a ingestão adequada desses nutrientes.

Além da proteína e do cálcio, dietas veganas também podem ter pouca quantidade de vitamina B12, vitamina D, ferro e ômega-3, que são mais comuns em alimentos de origem animal (Melina et al., 2016). Para compensar essa falta, os veganos devem incluir na dieta alimentos enriquecidos, como “bebidas vegetais” com B12 e D, ou considerar o uso de suplementos. É muito importante que quem segue esse estilo de vida tenha um plano

alimentar bem equilibrado e variado, para garantir que está recebendo todos os nutrientes necessários de forma adequada.

Nesse contexto, o desenvolvimento de produtos veganos, como a paçoca enriquecida com *Spirulina platensis*, é uma alternativa promissora. Pois a spirulina é rica em proteínas e aminoácidos essenciais, além de conter minerais como cálcio e ferro, o que a torna uma ótima opção para suprir as necessidades nutricionais de veganos e vegetarianos (Becker, 2007).

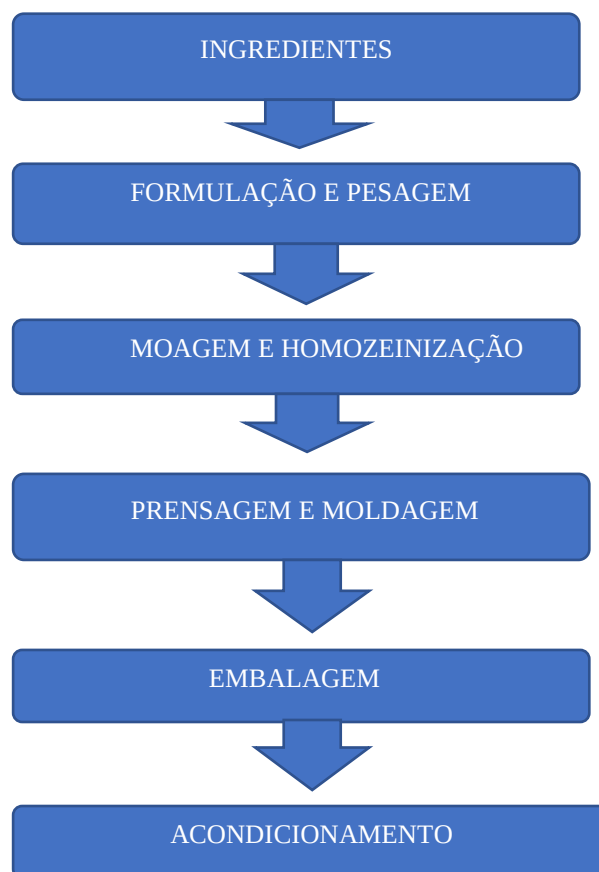
3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 MATERIAL

O desenvolvimento da paçoca foi realizado segundo o fluxograma (Figura 3), utilizando as seguintes matérias-primas: *spirulina* (*Spirulina platensis*) amendoim (*Arachis hypogaea* L.), semente de linhaça (*Linum usitatissimum* L.), semente de jerimum (*Cucurbita moschata*), semente de girassol (*Helianthus annuus*), açúcar mascavo (açúcar não refinado) e sal (cloreto de sódio).

Todos os ingredientes da paçoca, foram adquiridos em uma loja de produtos a granel, Vivenda a Granel, localizada em João Pessoa, Paraíba, que foram pesados e separados em sacos plásticos individuais.

Figura 3 – Fluxograma da paçoca



Fonte: Próprio autor, 2024.

3.2. DESENVOLVIMENTO DAS PAÇOCAS

A elaboração da farinha e fabricação das paçocas seguiu de acordo com as normas de Boas Práticas de Fabricação RDC nº275 (ANVISA, 2002).

Inicialmente, as sementes foram trituradas, individualmente, em micro moinho homogeneizador da BIOFOCO (modelo BF2 MMH 27000), por 3 minutos. O amendoim foi triturado até que soltasse o óleo, sem perder as características de amendoim triturado.

Em seguida, a granulometria dos ingredientes triturados foi padronizada utilizando peneiras inox de análise granulométrica/*laboratory Test Sieve*, de malha 12 (abertura 1,70mm), conforme a Figura 4.

O amendoim foi peneirado por último, pois com a trituração por 3 minutos, foi possível extrair o óleo do amendoim, o que possibilitou uma melhor aderência de todos os ingredientes.

Figura 4 – Ingredientes peneirados (malha 12)



Fonte: Próprio autor, 2024.

Para a elaboração da paçoca enriquecida com spirulina, uma formulação base foi definida conforme Tabela 1 e Figura 5.

Tabela 1 - Formulações empregadas na produção da Paçoca por 100g

Ingredientes %	Tratamento 1	Tratamento 2	Tratamento 3
	Controle	2%	5%
<i>Spirulina Plantensis</i>	-	6g	10g
Amendoim triturado	126g	126g	126g
Linhaça Dourada	6,6g	6,6g	6,6g
Semente de Jerimum	6,6g	6,6g	6,6g
Semente de Girassol	6,6g	6,6g	6,6g
Açúcar Mascavo	53g	53g	53g
Sal	1g	1g	1g

Fonte: Próprio Autor, 2024.

Figura 5 – Ingredientes da paçoca



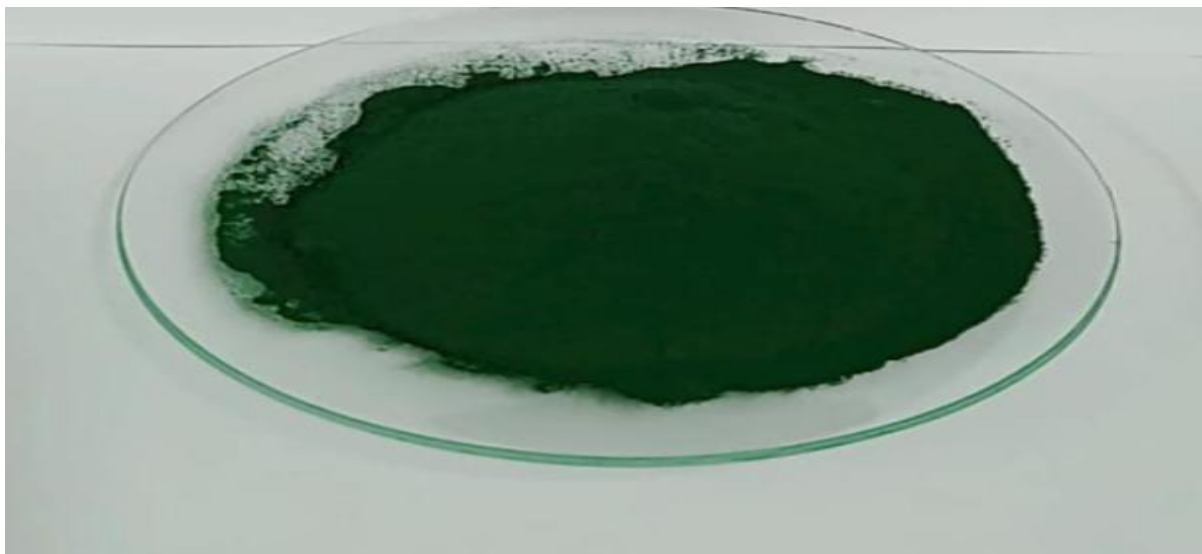
Fonte: Próprio autor, 2024.

Foram elaborados 3 tratamentos, sendo T1 o controle - sem spirulina, T2 - adicionado de 2% de spirulina e T3 - adicionado de 5% de spirulina, conforme a amostra da figura 6.

A formulação base da paçoca, segundo a tabela 1, é composta por: amendoim torrado, triturado (sem casca) com 126g, linhaça dourada (triturada) com 6,6g, semente de jerimum (triturada) com 6,6g, semente de girassol (triturada) com 6,6g, açúcar mascavo com 53g e o sal com 1g.

A partir da formulação base, as paçocas foram enriquecidas com biomassa de *S. platensis*, com variação de teor: 3 e 5%.

Figura 6 – Amostra de *Arthrospira* (*Spirulina plantensis*)



Fonte: Próprio Autor, 2024.

3.2.1 Modelagem das paçocas

Depois de todos os ingredientes peneirados e homogeneizados, com auxílio de formas cilíndricas, provenientes de PVC - policloreto de vinila, segundo figura 7, medindo 25 mm de diâmetro x 30 mm de altura, foi colocado um volume de 20g da mistura de cada tratamento e prensada manualmente, com auxílio de um embolo de seringa de 30 ml, para obtenção das paçocas. Essa tecnologia inovadora foi desenvolvida pela autora no laboratório de Análise físico-química do CTDR, da UFPB

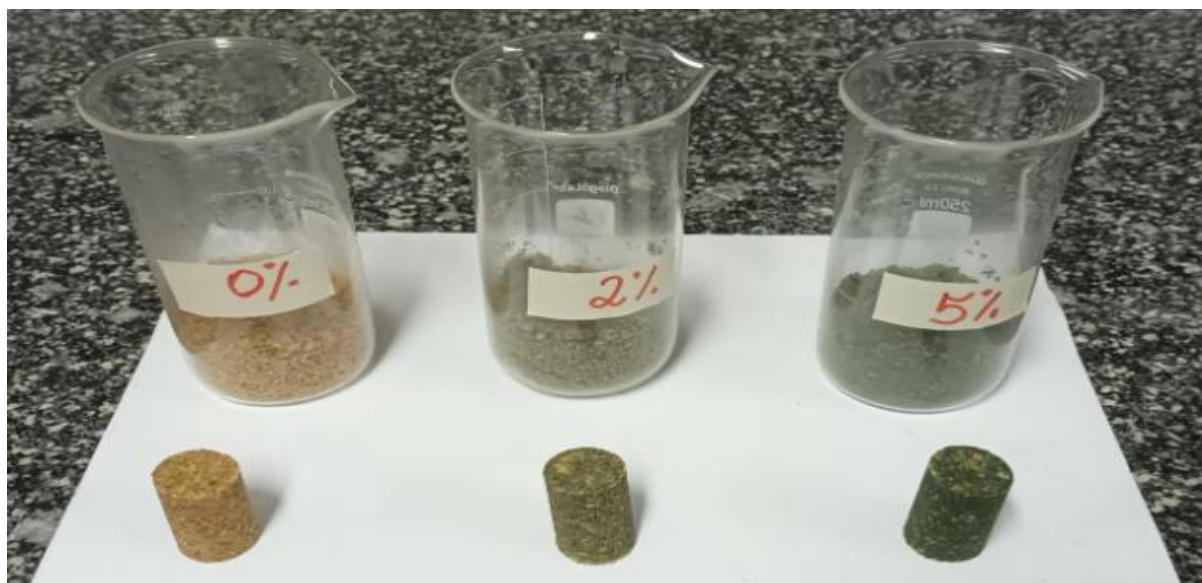
Figura 7: Autor – Materiais utilizados na produção da paçoca de spirulina.



Fonte: Próprio Autor, 2024.

As paçocas foram denominadas de acordo com o percentual de spirulina e após o preparo as amostras foram reservadas para as avaliações físico-químicas. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

Figura 8 – Formulações da Paçocas T 1 (padrão), T 2 (2% spirulina), T 3(5% spirulina)



Fonte: Próprio autor, 2024.

3.3 AVALIAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS

3.3.1 Determinação de umidade

A análise de determinação de umidade foi realizada por meio de secagem direta em estufa a 105°C, até que ocorresse a estabilização, ou seja, quando não houvesse mais perda significativa de peso. A diferença entre o peso inicial e o peso final da amostra é usada para calcular o teor de umidade, expresso em porcentagem segundo o método Adolf Lutz (2008).

3.3.2 Determinação do teor de cinzas

Para determinação de resíduos minerais fixos (cinzas), utilizou-se o método descrito por Instituto Adolfo Lutz (2008). Foram pesados 2g de cada amostra em triplicata e levadas

para mufla com aquecimento de 550 °C por 4 horas. Após o término, os cadinhos foram resfriados no dessecador por 30 minutos e pesados. Os resultados foram usados para calcular o teor de cinzas.

3.3.3 Determinação do teor de proteínas

A análise de proteínas foi determinada pelo método de Kjeldahl, onde o teor de nitrogênio obtido, foi então utilizado para estimar a quantidade de proteína total. Foi utilizado o valor 6,25, já que a maioria das proteínas contém aproximadamente 16% de nitrogênio ($100/16 = 6,25$). Os resultados foram expressos em % para a amostra de massa seca.

3.3.4 Determinação do teor de lipídios

Os lipídios foram determinados pelo Método Folch, onde a amostra foi homogeneizada em uma mistura de clorofórmio e metanol na proporção de 2:1, onde foram pesados 2g de cada formulação, em triplicata. A mistura foi agitada, filtrada e lavada com mais 10 ml da solução. Após adicionar sulfato de sódio, as fases foram separadas, a fase inferior foi anotada e a superior descartada. Por fim, 5 ml do extrato, foram levados à estufa para evaporar solventes e o resíduo foi pesado. Os cálculos de quantificação lipídica foram realizados.

3.3.5 Determinação do pH

A análise de determinação do pH das amostras, foram efetuados pelo método potenciométrico, segundo Adolf Lutz (2008). O eletrodo do pHmetro foi limpo com água destilada antes da calibração, e entre as medições, para evitar contaminações. As análises foram feitas em triplicata para garantir a reprodutibilidade dos resultados.

3.3.6 Determinação de acidez

O método titulométrico foi utilizado na determinação de acidez das amostras (Adolf Lutz). Foram pesados 3g de cada amostra, em triplicata, e adicionadas 3 gotas de fenolftaleína. A amostra foi diluída em 50 ml de água destilada, agitada e titulada com NaOH

0,1 mol/L até mudança de cor para rosa claro, indicando o ponto final. O volume de NaOH consumido foi utilizado para os cálculos.

Determinação de carboidrato

O teor de carboidrato foi calculado pela diferença entre 100 e a soma das porcentagens de umidade, cinzas, proteína e lipídio.

3.3.7 Avaliação bioativa das paçocas

3.3.7.1 *Obtenção dos extratos fenólicos:*

Os extratos fenólicos foram obtidos utilizando 10 g de amostra adicionados de 40 mL de etanol 50% e deixados sob agitação mecânica a 120 rpm por 60 minutos à temperatura ambiente. Depois desse período foram centrifugadas a 5000 rpm durante 15 minutos e o sobrenadante transferido para um balão volumétrico de 100 mL. A partir do resíduo foi realizado uma reextração nas mesmas condições, juntando os sobrenadantes e completando o volume final do balão volumétrico de 100 mL com água destilada.

3.3.7.2 *Teor de Fenólicos Totais*

O conteúdo fenólico total das amostras foi determinado de acordo com o método de Folin-Ciocalteu (Slinkard; Singleton, 1977) com modificações. Uma alíquota de 300 µL do extrato foi transferido para um tubo de ensaio e adicionado 2,5 mL do reagente Folin-Ciocalteu 10%. A mistura foi agitada e após 2 minutos foram adicionados 2 mL de carbonato de sódio 7,5%. Após a incubação a 50 °C das amostras por 15 minutos, a leitura das absorbância das amostras foram medidas em 760 nm. O ácido gálico foi usado na curva padrão (1–100 µg/mL) e os resultados foram expressos em termos de equivalente de ácido gálico (mg GAE/g amostra).

3.3.7.3 *Atividade Antioxidante - DPPH*

Os extratos fenólicos foram obtidos utilizando 10 g de amostra adicionados de 40 mL de etanol 50% e deixados sob agitação mecânica a 120 rpm por 60 minutos à temperatura ambiente. Depois desse período foram centrifugadas a 5000 rpm durante 15 minutos e o sobrenadante transferido para um balão volumétrico de 100 mL. A partir do resíduo foi realizado uma reextração nas mesmas condições, juntando os sobrenadantes e completando o volume final do balão volumétrico de 100 mL com água destilada.

3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Todos as análises foram realizadas em triplicata. Os resultados são apresentados como média $\pm$ desvio padrão.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição proximal das paçocas formuladas com diferentes concentrações de spirulina são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Composição proximal da “paçoca” enriquecida com *Spirulina platensis*, em porcentagem (%).

	Composição centesimal (g 100 g ⁻¹)		
	T1 (0%)	T2 (2%)	T3 (5%)
Umidade	2,71±0,18	3,06±0,02	3,24±0,04
Cinzas	2,53±0,07	2,56±0,11	2,94±0,04
Proteína	21,36±1,98	22,88±1,89	25,36±0,29
Lipídeos	31,19±1,46	28,21±1,56	29,90±1,73
Carboidratos	42,21±3,69	43,29±3,58	38,56±2,10

Fonte: Próprio autor, 2024.

Os valores de umidade variaram de 2,71% (T1) a 3,24% (T3). A amostra T3 apresentou a maior umidade, possivelmente devido à maior concentração de biomassa de spirulina, que pode influenciar na capacidade de retenção de água, porém não se refletiu em diferença significativa, pois todos os valores ficaram abaixo de 15%, o que é preconizado pela Resolução da Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos (CNNPA) nº12 de 1978, referente aos produtos à base de cereais (BRASIL, 1978).

Estudo realizado por Santana e colaboradores (2015) elaboraram paçocas de amêndoa de castanha-de-caju e compararam com paçocas comerciais (amendoim). Os resultados mostraram que a umidade da paçoca de castanha-de-caju foi 2,79% superior aos das paçocas comerciais X (1,85%) e Y (1,01%), ambas de amendoim. Os autores justificam que o maior teor de umidade da paçoca amêndoa de castanha-de-caju pode ser atribuído ao tempo de exposição ao ambiente com alta umidade relativa (~80%), antes da embalagem, já que o processo foi manual e lento.

O teor de cinzas, da análise da paçoca de spirulina, variou de 2,53% (T1) a 2,94% (T3). A amostra T3, paçoca adicionada de 5% de *Spirulina*, teve o maior teor de cinzas, sugerindo um enriquecimento maior em minerais, o que pode ser atribuído à adição da biomassa de *S. platensis*, rica em minerais como cálcio, magnésio e potássio.

Prado (2019), avaliando a adição de amêndoas de pequi em paçoca, também se verificou a concentração maior de cinzas nas formulações da amostra 1 (1,88%), e da amostra 2 (2,88%) em relação a amostra padrão de amendoim (1,76%), comprovando um enriquecimento em minerais das paçocas de amêndoas de pequi.

Em relação ao teor proteico das paçocas elaboradas, é possível constatar o aumento em função da adição de spirulina. Os resultados revelam um teor de proteína é 22,88% maior para T2 e 25,36% maior para T3, em relação ao controle (T1), confirmando o impacto positivo da adição dessa biomassa , reconhecida por seu alto conteúdo proteico. A maior inclusão dessa biomassa em T3 foi fundamental para o aumento do teor de proteínas, tornando a paçoca uma fonte mais rica deste nutriente.

A barra de cereal com 6% de biomassa de spirulina (SOUZA, 2016) apresentou 15,3% de proteína, um maior teor proteico em relação a amostra padrão de 10,8% (sem adição de biomassa), comprovando que o teor proteico da barra de cereal aumenta, a medida que são acrescidas de spirulina, reconhecendo seu valor proteico.

Na análise do teor de lipídeos nas diferentes formulações de paçoca, observou-se variação significativa entre as amostras T1, T2 e T3. A amostra T1 (paçoca padrão) apresentou o maior percentual de lipídeos, com 31,19%, em relação as amostras T2 (28,21%) e T3(29,90%) . Esses resultados sugerem que a adição de spirulina nas formulações T2 e T3 pode ter influenciado a redução do teor lipídico, porém o amendoim é uma semente oleaginosa conhecida por seu alto teor de gordura de 45-50% de lipídios, em comparação ao teor lipídico da *Spirulina platensis* que contém aproximadamente 6-8% de lipídios. Portanto, o teor de lipídios no amendoim é substancialmente maior do que o da spirulina, que se destaca mais pelo seu conteúdo proteico do que pelo conteúdo de gorduras. O mesmo ocorreu segundo análises de lipídeos de QUEIROZ, 2020, observou-se que as amostras diferiram estatisticamente entre si, conforme indicado pelos valores de lipídeos. A amostra padrão de paçoca de amendoim apresentou 30,98%, enquanto que a amostra de paçoca de castanha de caju, obteve 26,39% de teor de lipídeos. As amostras com adição de farinha de ora-pro-nóbis e de paçoca de castanha de caju, adicionada de farinha de ora-pro-nóbis, exibiram valores de 29,71% e 22,63%, respectivamente. Esses dados indicam que a adição de farinha de ora-pro-nóbis nas formulações, promoveu uma redução significativa no percentual de lipídeos, da amostra de castanha de caju comparadas às demais amostras, comprovando que o teor de lipídios no amendoim é substancialmente maior se comparada a castanha de caju.

Na análise do teor de carboidratos nas diferentes amostras de paçoca, também foram observadas variações relevantes. A amostra T2 apresentou o maior percentual de carboidratos, com 43,29%. Em contrapartida, a amostra T1 (paçoca padrão) registrou 42,21%, enquanto a amostra T3 obteve um valor de 38,56%. Esses resultados indicam que a adição de *Spirulina* na proporção de 2% para 5%, a fração proteica na mistura total aumenta consideravelmente. Isso faz com que, proporcionalmente, a quantidade de carboidratos na amostra como um todo pareça menor, em relação a quantidades de proteínas adicionadas. Em outra análise, as amostras comerciais e a paçoca de torta de amêndoa de castanha-de-caju. (SANTANA et al.,2015), apresentaram teores de carboidratos totais superiores aos das paçocas com spirulina. A amostra comercial X (amendoim) obteve 54,07%, enquanto a amostra comercial Y (amendoim), obteve 51,21% e a paçoca de amêndoa de castanha-de-caju, mostraram valores próximos, com 50,21 % e 50,38%, respectivamente. Assim, enquanto as paçocas com spirulina mantêm teores mais baixos de carboidratos (porque a medida que aumenta o teor proteico, diminui o carboidrato), as amostras comerciais e a paçoca de amêndoa de castanha-de-caju, que utilizam ingredientes distintos, apresentam teores consideravelmente mais altos.

Tabela 3: Resultados de acidez e pH das paçocas controle e enriquecidas com *Spirulina platensis*, em porcentagem (%).

Características	T1 (0%)	T2 (2%)	T3 (5%)
pH	6,36±0,04	6,65±0,01	6,98±0,03
Acidez	2,59±0,02	3,36±0,16	3,23±0,02

Fonte: Próprio autor, 2024.

Os valores de pH aumentaram de 6,36 (T1) para 6,98 (T3), conforme a concentração de spirulina aumentou em porcentagem (5%), ficando mais próximo do neutro (pH 7).

A acidez variou entre 2,59% (T1) e 3,36% (T2). A T2 apresentou a maior acidez, enquanto T1 teve a menor. A variação na acidez pode estar relacionada à interação dos ingredientes da formulação com a biomassa, que pode influenciar os valores de acidez. As proteínas presentes na spirulina, que são compostos capazes de atuar como ácidos ou bases, também podem influenciar a acidez. Em concentrações mais altas de spirulina (5%), a presença dessas proteínas e aminoácidos podem desempenhar um papel no equilíbrio do pH, neutralizando parte dos ácidos que seriam liberados (Becker, E. W. (2007).

Tabela 4: Resultados Antioxidante das paçocas enriquecidas com *Spirulina platensis*, em (%)

Características	T1 (0%)	T2 (2%)	T3 (5%)
Antioxidante	3,91±0,10	4,80±0,05	5,47±0,11

Fonte: Próprio autor, 2024.

A atividade antioxidante, medida pelo método DPPH, variou de 3,91 mg/mL (T1) a 5,47 mg/mL (T3), indicando que a amostra T3 apresentou maior capacidade antioxidante. Isso pode ser diretamente associado à maior quantidade de biomassa de *Spirulina platensis* adicionada, uma vez que essa microalga é rica em compostos antioxidantes como ficocianinas e clorofilas, capazes de neutralizar radicais livres.

Tabela 5: Resultados de Fenólicos Totais das paçocas enriquecidas com *Spirulina platensis*, em mg/mL.

Características	T1 (0%)	T2 (2%)	T3 (5%)
Fenólicos Totais	883,50	978,50	1156,00

Fonte: Próprio autor, 2024.

Os valores de fenólicos totais para as três amostras analisadas variaram entre 883,50 mg/L e 1156,00 mg/L. A T1 apresentou o menor valor de fenólicos totais, enquanto a T3 teve a maior concentração. Esses resultados indicam uma variação nos níveis de compostos fenólicos entre as diferentes amostras. Embora a spirulina seja mais conhecida por seu alto teor de proteínas, ela também contém quantidades relevantes de compostos fenólicos, como ácidos fenólicos e flavonoides, que possuem propriedades antioxidantes. À medida que a concentração de spirulina na formulação aumenta, mais compostos fenólicos são adicionados, resultando em um aumento direto no valor de fenólicos totais. Esses resultados indicam que a spirulina pode ser utilizada como um ingrediente funcional para enriquecer o conteúdo de compostos fenólicos e, consequentemente, aumentar o potencial antioxidante de produtos alimentares. (Colla et al., 2007).

Dessa forma, a adição de 5% de spirulina na paçoca (T3), apresentou um aumento significativo no teor de proteínas e minerais, além de uma capacidade antioxidante superior.

Esses benefícios fazem da paçoca enriquecida com *Spirulina platensis*, uma opção nutritiva e funcional, especialmente para o mercado vegano, oferecendo uma alternativa saudável que contribui tanto para o equilíbrio nutricional quanto para a proteção contra o estresse oxidativo, atendendo à demanda por produtos alimentares mais completos e bioativos.

5. CONCLUSÃO

A adição de *Spirulina platensis* nas formulações de paçoca foi eficaz em promover melhorias nutricionais e funcionais. A inclusão deste ingrediente resultou em um produto enriquecido com proteínas, minerais e compostos bioativos como polifenóis e carotenoides com propriedades antioxidantes. Além disso, o impacto positivo na atividade antioxidante e no teor de compostos fenólicos, reforça a ideia de que a spirulina pode atuar como um importante ingrediente funcional para o desenvolvimento de alimentos mais saudáveis e com valor agregado.

Os ajustes observados em parâmetros como umidade, pH, acidez e teor de lipídeos sugerem que a spirulina não só altera a composição nutricional, mas também pode modificar as propriedades físico-químicas do produto, o que deve ser considerado no desenvolvimento de novas formulações. Dessa forma, a *Spirulina platensis* se mostra uma excelente opção para o enriquecimento de alimentos, especialmente em produtos voltados para consumidores preocupados com a saúde, nutrição, ou dietas especiais, como vegetarianos e veganos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEXANDRE, P. A. **Paçoca e seus benefícios nutricionais: uma análise de seu valor na dieta brasileira**. São Paulo: Editora Nutrição em Foco, 2012. 198 p
- ALMEIDA, C. L.; BOAVENTURA, G. T.; GUZMAN-SILVA, M. A. A linhaça (*Linum usitatissimum*) como fonte de ácido α -linolênico na formação da bainha de mielina. **Nutrição**, v. 22, n. 5, p. 123-130, set.-out. 2009.
- ALMEIDA, M. E. **Propriedades funcionais da linhaça: impactos na saúde**. São Paulo: Editora Saúde em Foco, 2009. 200 p.
- AMBROSI, M. A.; REINEHR, C. O.; COLLA, L. M.; RUBENICH, L. A.; COSTA, J. A. V. Potencial terapêutico da *Spirulina platensis* e seus componentes. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 18, n. 2, p. 207-214, 2008.
- AMMAR, T.; KHAN, S. H.; SINGH, P. Development of High Protein Nutrition Bar Enriched with *Spirulina plantensis* for Undernourished Children. **Journal of Food and Nutrition Sciences**, 2015. Disponível em: <https://www.foodandnutritionjournal.org>.
- ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa nº 28, de 26 de julho de 2018. **Dispõe sobre as listas de constituintes, de limites de uso, de alegações e de rotulagem complementar dos suplementos alimentares**. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 27 jul. 2018. Seção 1, p. 276.
- ARAÚJO, C. D. A.; DAMY-BENEDETTI, P. C. **Desenvolvimento e aceitação de paçoca diet**. União das Faculdades dos Grandes Lagos – UNILAGO, 2023.
- AVILA-LEON, P. Composição e produção de microalgas em ambientes alcalinos: uma abordagem biotecnológica. **Journal of Applied Phycology**, v. 22, n. 4, p. 389-398, 2010.
- BECKER, E. W. Microalgae as a source of protein. **Biotechnology Advances**, v. 25, n. 2, p. 207-210, 2007.
- BIERENBAUM, M. L.; ZWEIG, S.; STONE, N. J. Reduction of serum lipids by dietary flaxseed. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 58, n. 5, p. 560-565, 1993.
- BONOMETTI, L. **Spirulina: o superalimento sustentável do futuro**. São Paulo: Editora Alimentos do Bem, 2020. 185 p.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. **Resolução RDC nº 27, de 6 de agosto de 2005**. Aprova o regulamento técnico sobre o uso de substâncias e produtos de origem vegetal e animal. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 8 ago. 2005. Seção 1, p. 44-46.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 130, de 26 de maio de 2003**. Regulamento técnico sobre a fortificação obrigatória de sal com iodo destinado ao consumo humano. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 29 maio 2003. Seção 1, p. 23.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução CNNPA n. 12, de 1978:** Normas Técnicas Especiais. Disponível em:<
<http://www.anvisa.gov.br/anvisaegis/resol/1278.pdf>>. Acesso em 24 de jun. 2016.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Resolução CNNPA nº 12/33, de 24 de julho de 1978.** Aprova normas técnicas para a produção de açúcar. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 18 out. 1978. Seção 1, p. 12225.

CARTER, J. F. Sensory evaluation of flaxseed of different varieties. **Proceedings of the Flax Institute**, v. 56, p. 201-203, 1996.

COLLA, L. M.; REINEHR, C. O.; COSTA, J. A. V. Production of biomass and nutraceutical compounds by *Spirulina platensis* under different temperature and nitrogen regimes. **Bioresource Technology**, v. 98, n. 7, p. 1489-1493, 2007.

COSKUNER, Y.; KARABABA, E. Physical properties of flaxseed (*Linum usitatissimum* L.). **Journal of Food Engineering**, v. 78, n. 3, p. 1067-1073, 2007.

COZZOLINO, S. M. F. **Biodisponibilidade de nutrientes.** 5. ed. Barueri: Manole, 2016. 1176 p.

CRAIG, W. J. Health effects of vegan diets. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 89, n. 5, p. 1627S-1633S, 2009.

DA SILVA, M. A.; DA SILVA, R. C. Alimentos funcionais: inovação e desenvolvimento de produtos saudáveis. **Revista de Alimentos e Saúde**, v. 15, n. 1, p. 45-60, 2019.

DAMASCENO, D. G.; SANTOS, J. P.; SILVA, M. S. Produção de alimentos à base de microalgas: sustentabilidade e inovação. **Revista Brasileira de Alimentos Funcionais**, v. 5, n. 2, p. 65-78, 2017.

DAMASCENO, I. A. M. **Desenvolvimento de barra de cereal enriquecida com biomassa de *Arthospira platensis*.** 2016. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2016.

DAMY-BENEDETTI, M. História e evolução da paçoca: de alimento de sustento a doce tradicional. **Revista Brasileira de Cultura Alimentar**, v. 12, n. 4, p. 120-135, 2023.

DANTAS, M. P. **Propriedades nutricionais do amendoim e sua importância na alimentação.** Rio de Janeiro: Editora Saúde e Nutrição, 2023. 250 p.

DELGADO, Afranio Antonio. **Produção do açúcar mascavo, rapadura e melado.** Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 1999. Disponível em: <https://www.esalq.usp.br>. Acesso em: 06 set. 2024.

DELGADO, M. C. F.; DELGADO, R. C. A. **Processos e técnicas de produção de açúcar mascavo no Brasil.** São Paulo: Editora Agroindustrial, 1999. 240 p.

DERNER, R. B.; OHSE, S.; FURLAN, S. A.; COLLA, L. M.; ABREU, P. C. Microalgas, produtos e aplicações. **Ciência Rural**, v. 36, n. 6, p. 1959-1967, 2006.

ECYCLE. **Produção de Spirulina: como ocorre e quem são os maiores produtores.** Disponível em: <https://www.ecycle.com.br>. Acesso em: 15 out. 2019.

ERQUIZ, Alexandre Coelho. **Efeito sacietogênico de um novo inibidor de tripsina da paçoca do amendoim com aumento plasmático de colecistocinina (CCK).** 2012. 97 p. Dissertação (Mestrado em Bioquímica) – Programa de Pós-graduação do Departamento de Bioquímica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2012.

FERNANDES, A. C.; SOUZA, C. A.; et al. Produtos à base de amendoim: análise nutricional e perspectivas funcionais. **Jornal de Nutrição e Saúde**, v. 10, n. 2, p. 45-52, 2019.

FERREIRA, M. T.; SOUSA, G. L. Comparação do índice glicêmico entre o açúcar mascavo e o açúcar refinado. **Revista de Alimentação e Saúde**, v. 12, n. 4, p. 45-52, 2017.

FERRI, P. H.; SOUZA, J. A.; MENDONÇA, C. G. Estudo comparativo de paçocas elaboradas com amêndoa de baru e amendoim. **Revista Brasileira de Produtos Naturais**, v. 5, n. 2, p. 45-52, 2012.

FOX, R. D. **Spirulina: production & potential.** New York: Edisud, 1996. 215 p.

KUMAR, N.; MINOCHA, R.; SINGH, P. K. Therapeutic applications of *Spirulina* and its biomolecules. **Springer Nature Applied Sciences**, v. 1, n. 2, p. 1-12, 2018.

LEÓN, P. A. Composição e produção de microalgas em ambientes alcalinos: uma abordagem biotecnológica. **Journal of Applied Phycology**, v. 22, n. 4, p. 389-398, 2010.

LIMA, T. L. **Avaliação dos efeitos da ingestão de semente de linhaça (*Linum usitatissimum*) em ratos Wistar fêmeas.** 2008. Monografia (Graduação em Nutrição) – Faculdade Assis Gurgacz, Cascavel, 2008.

MA, Z.; GONG, G.; LIU, X.; ZHOU, W. Spirulina cultivation in photobioreactors: an efficient approach for sustainable production. **Biotechnology and Bioengineering**, v. 115, n. 8, p. 1898-1908, 2018.

MARQUES, A. C. **Propriedades funcionais da linhaça (*Linum usitatissimum* L.) em diferentes condições de preparo e de uso em alimentos.** 2008. 123 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

MARQUES, J. P. **A linhaça: história, cultivo e usos na alimentação.** São Paulo: Editora Nutrição e Saúde, 2009. 150 p.

MELINA, V.; CRAIG, W.; LEVIN, S. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: vegetarian diets. **Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics**, v. 116, n. 12, p. 1970-1980, 2016.

MOREIRA, A. V. B.; et al. Composição nutricional do amendoim: uma abordagem para a saúde. **Revista Nutrição em Pauta**, v. 20, n. 113, p. 32-36, 2012.

PAGELS, C. N.; SANTOS, M. P.; OLIVEIRA, L. S. Evolução e adaptação das cianobactérias: uma análise paleontológica. **Revista Brasileira de Microbiologia**, v. 50, n. 2, p. 333-340, 2019.

PORFIRIO, C.; LOPES, A. V.; SILVA, J. P. Características morfológicas e estruturais do girassol (*Helianthus annuus* L.). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 37, n. 1, p. 45-52, 2014.

PRADO, M. S. **Avaliação físico-química de produtos à base de amêndoa de pequi e amendoim**. 2019. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2019.

QUEIROZ, Tiago Linhares. **Desenvolvimento e análise físico-química de paçoca de amendoim e castanha de caju adicionada de ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Miller)**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Nutrição) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Educação e Saúde, Unidade Acadêmica de Saúde, Cuité, PB, 2020.

RICHMOND, A. **Handbook of microalgal mass culture**. Boca Raton: CRC Press, 1990. 528 p.

ROUT, J. R.; KUMAR, P.; DAS, D. Microalgae—a potential source of green energy. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 49, p. 109-116, 2015.

RUFINO, M. D. S. M., Alves, R. E., De Brito, E. S., De Moraes, S. M., Sampaio, C. D. G., Pérez-jiménez, J., & Saura-Colixto, F. D. **Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre DPPH**. Comunicado Técnico Embrapa, 127,1–4, 2007.

SAKKAS, H.; MANTADAKI, E.; STAVROPOULOU, E.; VOUDOURI, A.; KRETZOUMENI, V.; KOUVELAS, D.; GAMBOA-PERERA, M. Vitamin B12 deficiency in omnivores, vegetarians, and vegans: a cross-sectional study. **European Journal of Nutrition**, v. 59, n. 1, p. 541-548, 2020.

SANTANA, L. F.; SILVA, R. A.; MENDES, J. P. **Avaliação de paçocas feitas com amêndoa de castanha-de-caju: umidade e propriedades sensoriais**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2015.

SANTOS, L. R.; OLIVEIRA, M. T. Funções do sal de cozinha e sua importância para a saúde. **Revista Brasileira de Ciências da Saúde**, v. 22, n. 1, p. 67-74, 2014.

SILVA, J. F.; OLIVEIRA, M. P.; SANTOS, R. A.; ALMEIDA, L. P. Consumo de amendoim e seus derivados no Brasil: tendências e benefícios nutricionais. **Revista Brasileira de Alimentos Funcionais**, v. 12, n. 4, p. 123-135, 2020.

SILVA, M. A.; OLIVEIRA, R. C.; SANTOS, J. P. Aproveitamento de resíduos agroindustriais: potencial nutricional e ambiental. **Revista de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 31, n. 2, p. 456-463, 2011.

SILVA, R. A.; ALMEIDA, C. N. Açúcares e seus efeitos nutricionais. **Revista Brasileira de Alimentos Funcionais**, v. 12, n. 3, p. 45-52, 2015.

SLINKARD, K.; SINGLETON, V. L. Total phenol analyses: automation and comparison with manual methods. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 28, n. 1, p. 49–55, 1977.

SOUZA, Adriana Régia Marques de. **Desenvolvimento de barra de cereal enriquecida com biomassa de *Arthospira platensis***. 2016. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2016.

SOUZA, A. P.; SILVA, L. F.; MENDES, R. F. Propriedades nutricionais e usos alimentares do girassol. **Revista de Nutrição e Saúde**, v. 37, n. 2, p. 115-123, 2021.

SOUZA, Rosana de Cássia; FELICIANO, Yury Tom Keith Ferreira; BESSA, Martha Eunice de. **Farinha de semente de girassol: opção de substituição do trigo em elaborações culinárias para produtos de cafeteria**. Juiz de Fora: Centro de Ensino Superior de Juiz de Fora (CES/JF), 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Gastronomia).

SUASSUNA, N. D. **Produção e utilização do amendoim no Brasil**. Brasília: Embrapa, 2006. 150 p.

TIETZE, H. W. **Spirulina: Micro Food Macro Blessing**. 3. ed. Australia: Harald W. Tietze Publishing, 2004. 186 p.

TROTTA, A. Y.; LEMOS, A. F.; FERREIRA, D. J.; GONÇALVES, R. L. G.; SOUZA, M. F. *Spirulina platensis*: produção, composição e propriedades funcionais. **Revista Brasileira de Engenharia e Sustentabilidade**, v. 11, n. 2, p. 85-92, 2022.

VERONEZI, C. M.; JORGE, N. Caracterização física e química de sementes e óleo de diferentes variedades de abóbora (*Cucurbita spp.*). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 14, n. 2, p. 163-168, 2012.

WANG, S.; GOMES, P. A.; SILVA, C. P. S. Características sensoriais e nutricionais da paçoca: um estudo de caso. **Revista de Nutrição e Alimentos**, v. 10, n. 3, p. 45-52, 1999.