

Desenvolvimento e avaliação física, físico-química e sensorial de massa alimentícia fresca enriquecida com *Spirulina platensis*: uma alternativa para alimentação infantil

Development, physical, physical-chemical and sensory evaluation of fresh pasta enriched with *Spirulina platensis*: an alternative for infant feeding

Desarrollo, evaluación física, físico-química y sensorial de pasta fresca enriquecida con *Spirulina platensis*: una alternativa para la alimentación infantil

Recebido: 21/06/2020 | Revisado: 22/06/2020 | Aceito: 30/06/2020 | Publicado: 11/07/2020

Raquel Dantas de Melo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4102-0772>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: raqueldmnutri@gmail.com

Jaielson Yandro Pereira da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9297-654X>

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

E-mail: jaielson@hotmail.com

Thales Daniel Oliveira de Lima e Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1888-7458>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: thalesdaniel_abc@hotmail.com

Juliana Kessia Barbosa Soares

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4234-1490>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: julianakessia2@gmail.com

Maria Elieidy Gomes de Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9870-9381>

Universidade Federal da Paraíba, Brasil

E-mail: elieidynutri@yahoo.com.br

Nilcimelly Rodrigues Donato

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6707-3031>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: mellydonato@gmail.com

Resumo

Objetivou-se desenvolver e avaliar os parâmetros físicos, físico-químicos e sensoriais de massa alimentícia fresca, do tipo espaguete, enriquecida com diferentes concentrações de *Spirulina platensis*. Para tanto, foram produzidas quatro formulações com 0%, 5%, 10% e 15% de *Spirulina platensis*. Foram avaliados os parâmetros físicos, físico-químicos e sensoriais, sendo este último, realizado com 53 provadores não treinados, compostos pré-escolares e escolares da rede pública de ensino do Curimataú Paraibano, com idades entre 4 e 9 anos. Além disso, foi realizada a análise do percentual do enriquecimento proteico das formulações, tendo como base a Ingestão Dietética de Referência (IDR) para cada faixa etária. Os resultados referentes às avaliações físicas e físico-química evidenciaram que a substituição de parte da farinha de trigo por *Spirulina platensis*, reflete no aumento do aporte proteico, lipídico, cinzas e promove redução do percentual de carboidratos. De acordo com a IDR, uma porção (100g) das massas acrescidas de *Spirulina platensis* forneceram o percentual diário de nutrientes para crianças (idades entre 1-10 anos) necessário para que possa ser classificado como massa enriquecida. Todas as formulações apresentaram sua avaliação situada no escore “indiferente”, evidenciando que a formulação que continha 15% *Spirulina platensis* foi a que obteve melhor percentual de aceitabilidade atingindo 60,37%. Diante disso, constatou-se que o acréscimo de *Spirulina platensis*, em massa alimentícia, tipo espaguete, promove um alimento com características nutricionais melhoradas, de fácil preparo, baixo custo e com boa aceitabilidade, que pode ser inserido como um alimento alternativo na alimentação de pré-escolares e escolares.

Palavras-Chave: Transtornos da nutrição infantil; Alimentos fortificados; Microalga.

Abstract

The objective was to develop and evaluate the physical, physical-chemical and sensory parameters of fresh spaghetti type pasta, enriched with different concentrations of *Spirulina platensis*. For that, four formulations were produced with 0%, 5%, 10% and 15% *Spirulina platensis*. The physical, physical-chemical and sensory parameters were evaluated, the latter, being carried out with 53 untrained tasters, preschool and school compounds from the public school system of Curimataú Paraibano, aged between 4 and 9 years. In addition, an analysis was made of the percentage of protein enrichment in the formulations, based on the Dietary Reference Intakes (IDR) for each age group. The results referring to physical and physical-chemical evaluations showed that the replacement of part of the wheat flour by *Spirulina platensis*, reflects in the increase of the protein, lipid, ash and promotes reduction of the

percentage of carbohydrates. According to the Dietary Reference Intakes, a portion (100g) of the masses plus *Spirulina platensis* provided the daily percentage of nutrients for children (ages 1-10 years) needed to be classified as enriched mass. All formulations presented their evaluation located in the “indifferent” score, showing that the formulation that contained 15% *Spirulina platensis* was the one that obtained the best percentage of acceptability reaching 60.37%. Therefore, it was found that the addition of *Spirulina platensis*, in pasta, spaghetti type, promotes a food with improved nutritional characteristics, easy to prepare, low cost and with good acceptability, which can be inserted as an alternative food in the diet of preschoolers and schoolchildren.

Keywords: Child nutrition disorders; Food fortified; Microalgae.

Resumen

El objetivo fue desarrollar y evaluar los parámetros físicos, físico-químicos y sensoriales de la pasta fresca tipo espagueti, enriquecida con diferentes concentraciones de *Spirulina platensis*. Para esto, se produjeron cuatro formulaciones con 0%, 5%, 10% y 15% de *Spirulina platensis*. Se evaluaron los parámetros físicos, físico-químicos y sensoriales, este último se llevó a cabo con 53 catadores no formados, preescolares y compuestos escolares del sistema de escuelas públicas de Curimataú Paraibano, con edades comprendidas entre 4 y 9 años. Además, se realizó un análisis del porcentaje de enriquecimiento de proteínas en las formulaciones, basado en la ingesta dietética de referencia (IDR) para cada grupo de edad. Los resultados que se refieren a evaluaciones físicas y físico-químicas mostraron que el reemplazo de parte de la harina de trigo por *Spirulina platensis*, se refleja en el aumento de las proteínas, lípidos, cenizas y promueve la reducción del porcentaje de carbohidratos. Según la ingesta diaria de referencia, una porción (100 g) de la pasta más *Spirulina platensis* proporcionó el porcentaje diario de nutrientes para los niños (de 1 a 10 años) que debían clasificarse como pastas enriquecidas. Todas las formulaciones presentaron su evaluación ubicada en el puntaje "indiferente", mostrando que la formulación que contenía 15% de *Spirulina platensis* fue la que obtuvo el mejor porcentaje de aceptabilidad, alcanzando el 60.37%. Por lo tanto, se encontró que la adición de *Spirulina platensis*, en pasta, tipo espagueti, promueve un alimento con características nutricionales mejoradas, fácil de preparar, de bajo costo y con buena aceptabilidad, que puede insertarse como un alimento alternativo en la dieta de preescolares y escolares.

Palavras clave: Trastornos de la nutrición del niño; Alimentos fortificados; Microalgas.

1. Introdução

A desnutrição na infância, diagnosticada diante do retardo no crescimento infantil, caracteriza-se como um dos maiores problemas de saúde enfrentados por países em desenvolvimento. Estando associado ao maior risco de doenças infecciosas e de mortalidade precoce, comprometimento do desenvolvimento psicomotor, menor aproveitamento escolar e menor capacidade produtiva na fase adulta (Lima *et al.*, 2010). No estudo “Situação Mundial da Infância 2019”, realizado pelo Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF), estima-se que uma a cada três crianças menores de cinco anos não recebe o aporte de nutrientes necessários para o seu adequado crescimento e desenvolvimento. Mesmo após a diminuição das taxas de desnutrição no mundo, cerca de 149 milhões de crianças menores de cinco anos apresentam baixa estatura e quase 50 milhões têm baixo peso (UNICEF, 2019).

Entre os vários micro-organismos que vêm sendo estudados como possível alternativa de nutrientes para a dieta humana. A microalga *Spirulina* tem ganhado atenção especial, por oferecer uma composição nutricional adequada para uso como complemento alimentar, podendo ser utilizada no combate à desnutrição (Figueira *et al.*, 2011). Apresenta um elevado teor proteico (60 - 70%) com conteúdo de aminoácidos similar aos recomendados pela *Food and Agricultural Organization* (FAO) (Morais, Miranda & Costa, 2006). Além de vitaminas especialmente a B12, sais minerais, ácidos graxos poliinsaturados, incluindo os ácidos graxos ômega-3, pigmentos (como carotenóides, ficocianinas e clorofílas), e outros compostos biologicamente ativos (Barros, 2010).

Nesse sentido, a tecnologia de alimento tem como uma de suas premissas o desenvolvimento de novos produtos, com a garantia de serem nutritivos e com características sensoriais similares aos já comercializados. Dentro desse contexto surge a microalga *Spirulina* como uma alternativa para auxiliar na alimentação infantil e reversão desse quadro de desnutrição. Podendo ser associada à massa alimentícia fresca, já que trata-se de um produto de fácil preparo e amplo consumo. Tornando-se assim, uma alternativa viável para melhorar as características nutricionais, principalmente com o enriquecimento proteico (Shanthi, Premalatha & Anantharaman, 2018), sem afetar, de forma significativa as características sensoriais típicas do produto, sendo uma temática que vem ganhando destaque nos últimos anos (Pagnussatt *et al.*, 2014; Rabelo *et al.*, 2013).

Diante do exposto, a finalidade desse trabalho foi caracterizar os parâmetros nutricionais e sensoriais de massa alimentícia fresca, do tipo espaguete, enriquecida com

diferentes concentrações de *Spirulina platensis*, como uma possível alternativa para a alimentação infantil e o combate à desnutrição.

2. Metodologia

Caracterização do Estudo

Tratou-se de estudo laboratorial com caráter experimental objetivando caracterizar massa alimentícia fresca, tipo espaguete, enriquecida do com diferentes concentrações de *Spirulina platensis*. Este tipo de pesquisa apresenta resultados mais exatos, pois descreve e analisa o objeto de estudo em situações controladas por meio de instrumentos específicos, precisos e em ambientes adequados (Marconi & Lakatos, 2010).

Matérias-primas e local da pesquisa

A Spirulina® foi obtida na Fazenda Tamanduá, da cidade de Patos, Paraíba, Brasil. A mesma passou por um processo de secagem em uma estufa de circulação forçada de ar a 40°C ($\pm 2^\circ\text{C}$) e triturada até a forma de pó. Os demais ingredientes (água, farinha de trigo sem fermento, óleo de soja, ovo de galinha e sal refinado iodado) foram adquiridos em redes de supermercado da cidade de Cuité, Paraíba.

O processamento da massa alimentícia fresca, tipo espaguete, aconteceu no âmbito do Laboratório de Técnica Dietética do Centro de Educação e Saúde da Universidade Federal de Campina Grande (LATED/CES/UFCG). Quanto às análises físico-químicas, essas aconteceram nas dependências do Laboratório de Bromatologia de Alimentos e no Laboratório de Eletroquímica e Corrosão, ambos da referida instituição.

Processo de fabricação da massa alimentícia

Foram produzidos quatro tipos de massa alimentícia fresca, tipo espaguete, seguindo metodologia adaptada de Barros (2010), sendo elas: 1) massa alimentícia controle com 0% de *Spirulina* (F1); 2) massa alimentícia com 5% de Spirulina® (F2); 3) massa alimentícia com 10% de Spirulina (F3); e 4) massa alimentícia com 15% de Spirulina® (F4) (Tabela 1).

Tabela 1. Formulações das massas alimentícias enriquecidas com diferentes concentrações de *Spirulina platensis*.

Ingredientes	Quantidades (%)*			
	F1	F2	F3	F4
Farinha de trigo sem fermento	100	95	90	85
<i>Spirulina platensis</i> em pó	---	5	10	15
Óleo de soja	1,5	1,5	1,5	1,5
Ovo de galinha	16,5	16,5	16,5	16,5
Sal refinado iodado	0,5	0,5	0,5	0,5
Água	33	33	33	33

*Quantidade em porcentagem com base no total de farinha de trigo. Fonte: Barros (2010), com adaptações.

Para tanto, foram utilizados ingredientes base para a elaboração de massas alimentícias, sendo eles: farinha de trigo sem fermento, óleo de soja, ovo de galinha, sal refinado iodado e água. O acréscimo de *Spirulina platensis* utilizada em cada uma das formulações representou na diminuição do total de farinha de trigo utilizada. Os percentuais dos ingredientes, disposto na Tabela 1, se referem à quantidade de farinha de trigo e *Spirulina*® utilizadas.

A partir da seleção e pesagem de todos os ingredientes, misturou os ingredientes secos (farinha de trigo sem fermento, *Spirulina platensis* e o sal refinado iodado); posteriormente, adicionaram-se os ingredientes que favoreceram a homogeneização (água, óleo de soja e ovo de galinha). A massa obtida foi sovada e moldada utilizando-se uma máquina semi portátil do modelo, Máquina e Macarrão Hercules PM30-000 Inox. A cocção úmida ocorreu em temperatura de 180 °C, até atingir a consistência “*al dente*” em água com sal na proporção: 1 litro de água potável para 100 gramas da massa, e 2 g de sal refinado.

Avaliação física e físico-química da massa alimentícia

As análises físicas e físico-químicas seguiram os procedimentos específicos ou adaptados conforme descritos pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL) (2008) e Folch, Less e Sloane-Stanley (1957), sendo as mesmas realizadas em duplicatas. O pH das amostras da massa alimentícia foram determinados por processo eletrométrico em potenciômetro portátil (017/IV) (IAL, 2008). A determinação da acidez molar foi feita por titulação, seguindo a metodologia 310/IV (IAL, 2008). A umidade foi estabelecida pelo método de secagem em estufa a 65°C por 72 horas (012/IV). O extrato seco total (EST) foi realizado pelo método

gravimétrico de secagem direta em estufa a 105 °C, até peso constante (429/IV) (IAL, 2008). As cinzas foram determinadas pelo método de secagem, de acordo com a quantificação dos resíduos minerais fixos após incineração direta em forno mufla a 550 °C, após a carbonização da matéria, seguindo o método 018/IV (IAL, 2008). As proteínas foram determinadas pelo método Micro-Kjeldahl, cujo fator de conversão foi 5,75 (036/IV) (IAL, 2008). Para a determinação do quantitativo de lipídeos foi empregado o método de Folch, Less e Sloane-Stanley (1957).

Os carboidratos foram calculados pelo método de diferenciação, utilizando a seguinte fórmula (1) (Brasil, 2003):

$$\%CHO \text{ “disponíveis”} = 100\% - (\%umidade + \%proteínas + \%lipídios + \%cinzas) \quad (1)$$

O valor calórico total (VET) em quilocalorias foi calculado pelas somas das multiplicações dos macronutrientes pela quantidade de energia fornecida por cada um, de acordo com a equação (2), expressando o valor em kcal/100g. Já para o VET em quilojoule este foi determinado pela multiplicação da energia (em Kcal) pelo fator 4,2, sendo o resultado expresso em kJ/100g (Brasil, 2003):

$$\text{Valor calórico} = \% \text{ proteínas} \times 4 \text{ Kcal} + \% \text{ lipídeos} \times 9 \text{ Kcal} + \% \text{ carboidratos} \times 4 \text{ Kcal} \quad (2)$$

A técnica usada para determinar o perfil de minerais das massas alimentícias foi à fluorescência de raios-X com energia dispersiva (EDS), por meio de um espectrômetro de raios-X por energia dispersiva, modelo EDX-700 da Shimadzu, em que as amostras foram analisadas em forma de cinzas (obtido após queima a 550° C em forno mufla) (Nascimento Filho, 1999).

Avaliação sensorial da massa alimentícia

As quatro formulações de massa foram submetidas ao teste de aceitação realizado com 53 provadores não treinados, compostos por pré-escolares e escolares (com idades 4 até 9 anos), sendo 24 crianças do gênero feminino (45,28%) e 29 do gênero masculino (54,72%), com idades entre 4 e 9 anos, matriculados em uma escola da rede pública de ensino do Curimataú paraibano.

As amostras foram padronizadas numa porção de aproximadamente 15 g de massa alimentícia com molho alho e óleo, em temperatura de consumo usual (aproximadamente 50°C), em bandejas de isopor, apresentadas de forma monódica, acompanhadas de água mineral, e do formulário de avaliação sensorial. O teste ocorreu de forma que cada provador recebeu uma das amostras por vez, e entre a degustação de cada uma das quatro amostras solicitou-se que a cada criança, ingerisse aproximadamente 50 mL da água, para que não houvesse interferência na avaliação da próxima amostra. Cada provador foi instruído a marcar na escala hedônica a expressão facial que melhor demonstrasse sua satisfação depois da ingestão da massa alimentícia fresca, sendo essa escala estruturada em cinco pontos (1 = “Desgostei MUITÍSSIMO”; 2 = “Desgostei muito”; 3 = “Indiferente”; 4 = “Gostei muito”; e 5 = “Gostei MUITÍSSIMO”) (Teixeira, Meinert & Barreta, 1987).

Análise estatística

Para o tratamento estatístico dos dados foi utilizado a análise de variância (ANOVA) *one-way*, e o teste de comparação de média, por meio do teste de *Tukey*, considerando um nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

Aspectos éticos

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário Alcides Carneiro, da Universidade Federal de Campina Grande (CAAE, n. 41536814.2.0000.5182). Para realizar a coleta de dados nas escolas, os pais ou um responsável legal foram convidados pelos pesquisadores, onde se explicou os objetivos da pesquisa, e em caso de aceite, o responsável assinou o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

3. Resultados e Discussão

Caracterização físico-química

As massas alimentícias foram submetidas às análises físicas e físico-químicas, cujos resultados obtidos estão expressos na Tabela 2.

Tabela 2. Valores médios da composição físico-química das massas alimentícias enriquecidas com diferentes concentrações de *Spirulina platensis*.

Parâmetros	Formulações			
	F1	F2	F3	F4
pH (g/100 g)	7,15 ^a ±0,00	6,92 ^b ±0,00	6,74 ^c ±0,00	6,56 ^d ±0,00
Acidez (g/100 g)	0,47 ^a ±0,01	0,71 ^a ±0,34	0,71 ^a ±0,34	0,71 ^a ±0,33
Umidade (g/100 g)	31,82 ^a ±0,01	31,32 ^a ±0,43	31,14 ^a ±0,31	31,71 ^a ±0,15
EST* (g/100 g)	68,18 ^a ±0,01	68,69 ^a ±0,43	68,86 ^a ±0,31	68,30 ^a ±0,15
Cinzas (g/100 g)	0,75 ^d ±0,01	0,99 ^c ±0,02	1,33 ^b ±0,01	1,64 ^a ±0,03
Proteínas (g/100 g)	9,09 ^d ±0,02	11,93 ^c ±0,08	13,29 ^b ±0,24	14,72 ^a ±0,04
Lipídios (g/100 g)	1,30 ^a ±0,48	1,32 ^a ±0,14	1,72 ^a ±0,03	1,88 ^a ±0,15
Carboidratos (%)	57,05 ^a ±0,50	54,45 ^b ±0,64	52,52 ^b ±0,57	50,05 ^c ±0,30
VET ¹ (kcal/100 g)	276,25 ^a ±2,38	277,40 ^a ±0,93	278,69 ^a ±1,04	276,06 ^a ±0,04
VET ² (kJ/100 g)	1172,81 ^a ±9,89	1169,11 ^a ±4,31	1176,29 ^a ±4,85	1164,50 ^a ±0,88

Médias ± desvio-padrão com letras diferentes na mesma linha diferiram entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). F1 – Macarrão com 0% de *Spirulina platensis*; F2 – Macarrão com 5% *Spirulina platensis*; F3 – Macarrão com 10% de *Spirulina platensis*; F4 – Macarrão com 15% de *Spirulina platensis*. *Extrato Seco Total; VET¹ = valor energético total médio em kcal/100g; VET² = valor energético total médio em kJ/100g. Fonte: Dados da pesquisa (2016).

A composição centesimal das formulações de massa alimentícia apresentaram diferenças significativas para as variáveis pH, cinzas, proteína e carboidrato ($p < 0,05$). Essas diferenças podem ser justificadas pelas características e composição nutricional da *Spirulina platensis*. À medida que sua concentração foi aumentando, o aporte de minerais (analisados pelas cinzas), assim como de proteínas acompanhou esse acréscimo. Em contrapartida, sua substituição, em determinadas quantidades, pela tradicional farinha de trigo, representou na diminuição do pH e da porcentagem de carboidratos.

As médias encontradas para o pH das massas alimentícias apresentaram diferenças significativa em relação ao aumento da concentração de *Spirulina platensis*, onde a formulação padrão o pH correspondeu a 7,15 enquanto que a contendo 15% *Spirulina* apresentou pH menor (6,56). O resultado assemelhasse ao encontrado por Rocha *et al.* (2008), em um estudo de macarrão adicionado de ora-pro-nóbis, onde o pH da formulação com concentração de 2% foi de 6,26 e a controle 6,31.

A acidez apresentada pelas formulações padrão F1 (0,47) e acrescidas de *Spirulina platensis* F2, F3 e F4 (0,71) encontram-se dentro da faixa de aceitação determinada pela legislação, que admite acidez de no máximo 5% para massa alimentícia e de 3% para massa alimentícia do tipo instantânea (Brasil, 2000).

Evidencia-se que a umidade encontrada nas formulações padrão; 5% *Spirulina platensis*; 10% *Spirulina platensis* e 15% *Spirulina platensis* (31,82; 31,32; 31,14 e 31,71,

respectivamente) encontram-se dentro da faixa estabelecida pela RDC nº 93 (Brasil, 2000). Por se tratar de uma massa alimentícia fresca ou úmida, em que o produto final deve apresentar umidade máxima de 35% (g/100).

Os valores encontrados aproximam-se dos valores encontrados em estudo como o de Maluf *et al.* (2010), que encontrou um percentual de umidade 32,37% para massa fresca enriquecida com pacu defumado. O resultado obtido por Garib (2002), mediante análise da massa alimentícia fresca de farinha mista (milho, trigo e soja) apresentou umidade inferior 28,24%, divergindo das obtidas no estudo. Já os resultados obtidos por Barros (2010) em um estudo com massa alimentícia enriquecida com biomassa de *Spirulina platensis* cultivada em tanque, colhida na fase de crescimento exponencial e seca em secador adiabático, as umidades variaram entre 32,67-34,17 %, situando-se um pouco acima dos obtidos nesse trabalho.

Segundo Brasil (2000) em massas alimentícias quando adicionadas de outros componentes, além dos derivados de trigo, excluindo-se o sal, o teor de cinzas pode ser alterado de acordo com a composição do produto. Os resultados das análises de cinzas evidenciam que o aumento da concentração de *Spirulina platensis* resulta na elevação de seu percentual. As formulações F2, F3 e F4 demonstram isso, por apresentarem valores superiores (0,99; 1,33 e 1,64 %, respectivamente) em relação a F1 (0,75%). Concentrações similar de cinzas foram encontrados por Barros (2010) onde os valores obtidos para o enriquecimento de macarrão com 5, 10 e 15% de *Spirulina* foram 0,96; 1,35; 2,20%, respectivamente, enquanto a amostra controle apresentou 0,67%. O percentual encontrado de cinzas no produto desenvolvido por Garib (2002) foi de 1,10% que não se distancia do alcançado no estudo.

Na Tabela 3 é apresentado o perfil de minerais das cinzas das formulações de massas alimentícias com diferentes concentrações de *Spirulina platensis*. Verifica-se a predominância do potássio, fósforo, cálcio e cloro, além de outros micronutrientes como: magnésio, ferro, enxofre, silício, manganês e zinco. Quantidades traços de cobre, rubídio, estrôncio, bromo, foram determinadas para amostras avaliadas. Ressalta-se que o aumento da variedade, assim como, da concentração dos minerais foi acompanhando o acréscimo de *Spirulina platensis*.

Tabela 3. Resultados da composição mineral da massa alimentícia com diferentes concentrações de *Spirulina platensis*.

Minerais (mg/ 100 g)	Formulações			
	F1	F2	F3	F4
Potássio	0,34	0,48	0,64	0,79
Fósforo	0,15	0,17	0,19	0,21
Cálcio	0,13	0,08	0,17	0,17
Cloro	0,05	0,14	0,19	0,33
Magnésio	0,04	0,04	0,06	0,05
Ferro	0,02	0,05	0,05	0,05
Enxofre	0,01	-	0,01	0,005
Silício	0,01	0,01	0,01	0,007
Manganês	-	0,01	0,01	0,007
Zinco	-	0,01	-	0,004
Cobre	-	-	-	0,002
Rubídio	-	-	-	0,002
Estrôncio	-	-	-	0,001
Bromo	-	-	-	0,002

F1– Macarrão com 0% de *Spirulina platensis*; F2 – Macarrão com 5% *Spirulina platensis*; F3 – Macarrão com 10% de *Spirulina platensis*; F4 – Macarrão com 15% de *Spirulina platensis*. Fonte: Dados da pesquisa (2016).

Os minerais presentes nas massas alimentícias assemelham-se aos encontrados na matéria-prima *Spirulina* que são: o cálcio, o fósforo, o magnésio, o ferro, o zinco, o cobre, o cromo, o manganês, o sódio e o potássio, sendo que os predominantes são o cálcio (1,3 a 1,4 g/Kg de *Spirulina*), o fósforo (6,7 a 9,0 g/ Kg de *Spirulina*) e o potássio (6,4 a 15,4 g/Kg de *Spirulina*) (Ambrosi *et al.*, 2008). C

Com relação ao enriquecimento proteico, as formulações em que houve substituição de parte da farinha de trigo por *Spirulina platensis*, ocasionou uma elevação satisfatória no percentual proteico (F2-11,93% F3-13,29% e F4- 14,72% quando comparado à massa padrão (F1- 9,09%). Esse resultado assemelha-se ao alcançado pelas amostras de macarrão com *Spirulina* de Barros (2010) em que 5% *Spirulina* 11,67%, 10% *Spirulina* 12,86% e 15% *Spirulina* 14,68%. Maluf *et al.* (2010), encontraram um teor proteico um pouco mais satisfatório (15,21%) para o macarrão adicionado de peixe defumado.

Para que um alimento possa ser considerado como enriquecido ou adicionado de nutrientes, o produto final deve fornecer no mínimo 15% em relação à Ingestão Dietética de Referência (IDR) a cada 100 mL ou 100 g no caso de alimentos líquidos, e 30% da IDR de referência, no caso de alimentos sólidos (Brasil, 1998). Os percentuais proteicos fornecidos pela substituição de parte da farinha de trigo por *Spirulina platensis* fundamentam a proposta

do trabalho ao conferir ao produto final as características melhoradas e dentro do que preconiza a legislação vigente em relação ao enriquecimento proteico (Donato *et al.*, 2019). (Tabela 4).

Tabela 4. Percentual de proteína nas diferentes formulações da massa alimentícia com base na ingestão diária recomendada para lactentes e crianças.

Faixa Etária	Formulações				Recomendação IDR (g)*
	F1	F2	F3	F4	
Lactente 7-11 meses	82,64%	108,45%	120,82%	133,82%	11
Crianças 1-3 anos	69,92%	91,77%	102,23%	113,23%	13
Crianças 4-6 anos	47,84%	62,79%	69,95%	77,47%	19
Crianças 7-10 anos	26,74%	35,09%	39,09%	43,29%	34

F1– Macarrão com 0% de *Spirulina platensis*; F2 – Macarrão com 5% *Spirulina platensis*; F3 – Macarrão com 10% de *Spirulina platensis*; F4 – Macarrão com 15% de *Spirulina platensis*. * Ingestão Diária Recomendada para Lactentes e Crianças (Brasil, 2005). Fonte: Dados da pesquisa (2016).

Na Tabela 4 é apresentado o percentual de proteína fornecida pelas diferentes formulações da massa alimentícia tendo como base a IDR para cada faixa etária. Verifica-se que as três formulações em que houve o acréscimo de *Spirulina platensis*, conforme preconiza a Portaria nº 31/98, fornecem o percentual de nutriente para que seja denominada enriquecida. Tendo como referência as IDRs, uma porção de (100 g) do macarrão padrão atende a 47,84% das recomendações diárias de proteínas em crianças de 4-6 anos, e a 26,74% das necessidades de diária de crianças de 7-10 anos; enquanto o macarrão com 15% de *Spirulina platensis* fornece 77,47% e 43,29% para as mesmas faixas etárias.

Quanto aos teores de gordura total, os valores médios apresentaram uma variação conforme o aumento das concentrações de *Spirulina platensis*. No entanto mantiveram-se em quantidades reduzidas (F2- 1,32%, F3-1,72% e F4-1,88%). Garib (2002) obteve um teor lipídico bem menor em seu estudo (0,11%). O resultado do teor lipídico da análise de macarrão adicionado de peixe defumado de Maluf *et al.* (2010), foi superior (9,73%) aos encontrados no presente estudo. Já Barros (2010) em um estudo com o mesmo produto seguindo metodologia semelhante, obteve um teor de lipídio médio similar 2,6%. Entre os ácidos graxos que compõem a *Spirulina*, o gama-linolênico destaca-se representando de 20 a 25% dos lipídios (Ambrosi *et al.*, 2008).

Os carboidratos totais das formulações com substituição de parte da farinha de trigo por *Spirulina platensis* corresponderam a 54,45%, 52,52% e 50,05%, para as concentrações de 5, 10 e 15% de *Spirulina*, respectivamente, que foram consideravelmente menores, em relação à formulação com 0% (57,05%). Barros (2010), obteve um resultado parecido, de modo que os teores de carboidratos reduziram conforme o aumento das concentrações de *Spirulina* no produto (controle - 53,11% e 15% *Spirulina* - 47,75%). Comparando com o estudo de biscoito de chocolate enriquecidos com *Spirulina*, desenvolvido por Morais *et al.* (2006), os resultados do teor de carboidrato apresentaram um comportamento diferente, em que a formulação controle obteve uma média de 67,9%, enquanto que o biscoito com 5% de *Spirulina* apresentou 68,6% de carboidratos.

O valor calórico médio para as formulações acrescidas de *Spirulina platensis* foi 277,38 kcal/100g/ 1169,97 kJ/100g, valor esse que não se distancia de forma significativa da formulação padrão (276,25 Kcal/100g/ 1172,81 kJ/100g). Os valores encontrados assemelham-se aos valores obtidos por Garib (2002), em que seu produto final forneceu um quantitativo calórico de 280,89 Kcal/100 g. No macarrão desenvolvido por Nicoletti (2007), utilizando ingredientes não convencionais como quirera de arroz e farelo de soja integral foi encontrado em um teor calórico bem superior ao obtido nesse estudo (427,55 Kcal).

Na Tabela 5 pode ser visto o comparativo do Valor Energético e dos macronutrientes das formulações em que houve o enriquecimento por meio do uso da *Spirulina platensis* em relação a uma fórmula industrializada.

Tabela 5. Comparativo entre as formulações adicionadas de *Spirulina platensis* em relação à fórmula industrializada.

Porção de 80 g (1 prato raso)	Massa Industrializada	Formulações enriquecidas com <i>Spirulina platensis</i>		
		F2	F3	F4
Valor Energético	288 kcal	221,92 kcal	222,95 kcal	220,85 kcal
Carboidrato	61 g	43,56 g	42,01 g	40,04 g
Proteína	8,8 g	9,54 g	10,63 g	11,78 g
Lipídio	0,8 g	1,05 g	1,38 g	1,51 g

F2 - Macarrão com 5% de *Spirulina platensis*; F3 - Macarrão com 10% de *Spirulina platensis*; F4 - Macarrão com 15% de *Spirulina platensis*. Fonte: Dados da pesquisa (2016).

Evidencia-se que as formulações contendo 5, 10 e 15% de *Spirulina* apresentaram valores diferenciados e menores aos da fórmula industrializada, no que se refere ao aporte

calórico e teor de carboidratos, e valores superiores no tocante a proteínas e lipídios, em uma porção per capita de 80 gramas, equivalente a um prato raso, como demonstrado na Tabela 5.

Avaliação sensorial

Na Tabela 6 pode ser observado o percentual de aceitação, indiferença e rejeição das quatro formulações de massa alimentícia com e sem adição *Spirulina platensis*.

Tabela 6. Percentual de aceitação das quatro formulações de massa alimentícia com e sem adição de *Spirulina platensis*.

Parâmetros	Formulações			
	F1	F2	F3	F4
Desgostei MUITÍSSIMO	7,55% (n=4)	28,30% (n=15)	20,75% (n=11)	26,42% (n=14)
Desgostei Muito	1,89% (n=1)	1,89% (n=1)	13,21% (n=7)	5,66% (n=3)
Indiferente	20,75% (n=11)	15,09% (n=8)	9,43% (n=5)	7,55% (n=4)
Gostei Muito	30,19% (n=16)	18,87% (n=10)	15,09% (n=8)	22,64% (n=12)
Gostei MUITÍSSIMO	39,62% (n=21)	35,85% (n=19)	41,51% (n=22)	37,74% (n=20)

F1– Macarrão com 0% de *Spirulina platensis*; F2 – Macarrão com 5% *Spirulina platensis*; F3 – Macarrão com 10% de *Spirulina platensis*; F4 – Macarrão com 15% de *Spirulina platensis*. Fonte: Dados da pesquisa (2016).

Evidencia-se que F4, foi a que obteve melhor percentual de avaliações positivas, atingindo 60,37% (nas categorias gostei muitíssimo e gostei muito), quando comparado às demais formulações. Barros (2010) obteve resultados semelhantes ao avaliar macarrão enriquecido com *Spirulina platensis*, em adultos de ambos os sexos onde na avaliação global é possível considerar que, de acordo com as médias obtidas, as três formulações apresentaram um bom resultado. No entanto, a formulação contendo 10% de *Spirulina platensis* foi a que obteve melhor índice de aceitação (93,10% das avaliações positivas) bem como médias superiores as demais em todos os atributos analisados.

Trabalhando com 35 crianças pertencentes à creche da Universidade Federal de Santa Maria com idades de 5 e 6 anos, Nicoletti (2007), obteve um resultado bem mais satisfatório mediante análise sensorial do macarrão produzido utilizando ingredientes não convencionais

como quivera de arroz e farelo de soja integral cozido em água e sal e adicionado de molho de carne e tomate, (97,30% gostei muitíssimo/ 2,70% desgostei muito).

Garib (2002), em um estudo que também teve objetivo de melhoramento nutricional de um macarrão, sendo este elaborado a base de farinha de trigo especial, farinha de milho pré-gelatinizada e farinha de soja desengordurada acrescido de tiamina, riboflavina, niacina e ferro, alcançou uma aceitabilidade bastante satisfatória (índice de aceitação de 75,5%), mediante análise sensorial com 150 escolares não treinados da rede pública de ensino de Curitiba de ambos os sexos com idades entre 5-10 anos.

A alteração mais perceptível em estudos com a adição da microalga é a cor. De acordo com Moraes et al. (2006), dependendo da quantidade adicionada de *Spirulina platensis*, os produtos podem alterar a coloração afetando diretamente sua aparência e, conseqüentemente, ocasionando a rejeição por parte dos julgadores.

De acordo com os escores médios da avaliação de aceitabilidade das formulações de macarrão, os resultados obtidos na avaliação sensorial não diferiram significativamente para as quatro formulações. As diferenças nos valores médios entre os grupos de tratamento, não são grandes o suficiente para excluir a possibilidade de que a diferença pode fundamentar-se a variabilidade de amostragem aleatória.

Todas as formulações (padrão, 5, 10, 15% de adição de *Spirulina platensis*) apresentaram sua avaliação situada no escore “indiferente”. A avaliação sensorial com escala de 9 pontos do macarrão enriquecido com *Spirulina platensis* realizada por Barros (2010), mostra a que a formulação com 5,0 % de *Spirulina platensis* apresentou o escore cujo termo hedônico foi “gostei ligeiramente”. O mesmo também foi obtido para amostra que continha 15,0%. A formulação com 10,0% de *Spirulina platensis* apresentou o escore cujo termo hedônico foi “gostei moderadamente”.

Na pesquisa com biscoito de chocolate enriquecidos com *Spirulina platensis* desenvolvida por Moraes et al.(2006), a análise sensorial expõem que as três amostras adicionadas de *Spirulina platensis* não apresentaram diferença ($p > 0,05$) nos atributos aroma, cor, maciez, mastigabilidade e sabor; no entanto observaram que houve diferença ($p > 0,05$) perceptível para o atributo aparência entre as três amostras. Tais amostras diferiram da amostra padrão no atributo aroma.

Garib (2002), quando a formulação foi analisada sensorialmente por uma equipe de provadores treinados, utilizando escala hedônica de 5 pontos, o resultado alcançado (média de 3,3, equivalente ao conceito “gostei ligeiramente”) assemelhasse a média obtida pelas formulações de macarrão acrescidas de *Spirulina platensis*. Neste caso, a autora considerou

um bom grau de aceitação, tendo em vista que corresponde a um produto com algumas características físicas e sensoriais a serem melhoradas.

As massas alimentícias frescas enriquecidas com *Spirulina platensis* desenvolvidas obtiveram boa aceitabilidade pelo público a que se destina, uma vez que apresentação suas avaliações situadas no mesmo escore que a formulação sem adição da microalga cujo termo hedônico “indiferente”.

Os resultados expostos confirmam a potencialidade do acréscimo da microalga *Spirulina platensis*, no processamento de massas alimentícias, tendo em vista as melhorias nutricionais conferidas ao produto, não afetando de forma significativa, os aspectos sensoriais característicos.

4. Considerações Finais

As massas alimentícias frescas enriquecidas com *Spirulina* obtiveram boa aceitabilidade pelo público a que se destina, podendo ser consideradas de elevada qualidade nutritiva, por apresentar alto teor de proteína e menor teor de carboidratos e lipídeos bem como concentrações elevadas de micronutrientes, como potássio, fósforo, cálcio entre outros importantes para o organismo humano.

Considerando-se que a desnutrição decorrente da carência energético e proteico, todas as massas elaboradas com substituição de parte da farinha de trigo por *Spirulina platensis* forneceram um percentual significativo de proteína necessário para atender as necessidades diárias de crianças na fase lactente (7-11 meses) até os 10 anos de idade, que supostamente combinados às demais fontes alimentares (cereais, leguminosas, vegetais e frutas) ocasionaram uma reversão no estado nutricional.

O presente trabalho propõe um alimento diferenciado, com características nutricionais melhoradas, de fácil preparo, baixo custo e com aceitabilidade, que pode ser inserido como um alimento alternativo na alimentação de pré-escolares e escolares, seja no âmbito domiciliar, bem como escolar, visando promover melhorias no perfil alimentar e nutricional.

Os resultados obtidos sugerem a continuidade de estudos que caracterizem a vida útil do produto e a análise dos aminoácidos, vitaminas e fibras, além dos compostos antioxidantes. Sugere-se ainda que mais estudos com essa temática sejam incentivados, analisando a viabilidade do enriquecimento proteico em outros alimentos, a exemplo, produtos de panificação, como: pães, bolos, biscoitos, entre outros, promovendo assim a segurança alimentar e nutricional por meio do combate à desnutrição infantil, além de contribuir para a

geração de renda para pequenos produtores, ou até mesmo em matérias-primas para a indústria de alimentos.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer a Fazenda Tamanduá pelo suporte dado para a realização dessa pesquisa.

Referências

Ambrosi, M. A., Reinehr, C. O., Bertolin, T. E., Costa, J. A. V., & Colla, L. M. (2008). Propriedades de saúde de *Spirulina* spp. *Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada*, 29(2),109–117.

Barros, K. K. S. (2010). *Produção de biomassa de Arthrospira platensis (Spirulina platensis) para alimentação humana*. Dissertação de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba.

Brasil. (2000). Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução - RDC nº 93, de 31 de outubro de 2000. *Dispõe sobre o Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Massa alimentícia*. Diário Oficial da União, 31 out. 2000.

Brasil. (1998). Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº 31, de 13 de janeiro de 1998. *Dispõe sobre o Regulamento Técnico referente a Alimentos Adicionados de Nutrientes Essenciais*. Diário Oficial da União, 13 jan. 1998.

Brasil.(2003). Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Resolução - RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. *Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Rotulagem de Alimentos Embalados*. Diário Oficial da União, 23 dez. 2003.

Brasil. (2005). Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005. *Regulamento Técnico sobre Ingestão Diária Recomendada (IDR) para proteína, vitaminas e minerais*. Diário Oficial da União, 23 set. 2005.

Donato, N. R., Queiroz, A. J. M., Figueirêdo, R. M. F., Feitosa, R. M., Moreira, I. S., & Lima J. F. (2019). Production of Cookies Enriched with *Spirulina platensis* Biomass. *Journal of Agricultural Studies*, 7 (4), 323-42.

Figueira, F. S., Crizel, T. M., Silva, C. R., & Mercedes, M. (2011). Pão sem glúten enriquecido com a microalga *Spirulina platensis*. *Brazilian Journal of Food Technology*, 14(4), 308-316.

Folch, J., Less, M., & Stanley, S. (1957). A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry*, 226(1), 497-509.

Garib, C. C. (2002). *Alimentação balanceada: uma proposta alternativa de merenda escolar*. Dissertação de Mestrado em Engenharia da Produção. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina.

Instituto Adolfo Lutz (IAL). (2008). *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1020 p.

Lakatos, E. M., & Marconi, N. A. (2010). *Fundamentos da metodologia científica*. 7. ed. São Paulo: Atlas, 320.

Lima, A. L. L., Silva, A. C. F., Konno, S. C., Conde, W. L., Benicio, M. H. A., & Monteiro, C. A. (2010). Causas do declínio acelerado da desnutrição infantil no Nordeste do Brasil (1986-1996-2006). *Revista Saúde Pública*, 44(1), 17-27.

Maluf, M. L. F., Weirich, C. E., Dallagnol, J. M., Simões, M. R., Feiden, A., & Boscolo, W. R. (2010). Elaboração de massa fresca de macarrão enriquecida com pescado defumado. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, 69(1), 84-90.

Morais, M. G., Miranda, M. Z., & Costa, J. A. V. (2006). Biscoitos de chocolate enriquecidos com *Spirulina platensis*: características físicoquímicas, sensoriais e digestibilidade. *Alimentação e Nutrição*, 17(3), 323-328.

Nascimento Filho, V. F. (1999). *Técnicas analíticas nucleares de fluorescência de raios X por dispersão de energia (EDXRF) e por reflexão total (TXRF)*. Piracicaba: Departamento de Ciências Exatas, Laboratório de Instrumentação Nuclear, 63

Nicoletti, A. M. (2007). *Enriquecimento nutricional de macarrão com uso de subprodutos agroindustriais de baixo custo*. Dissertação de mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Rio Grande do Sul: Universidade Federal de Santa Maria.

Pagnussatt, F. A., Spier, F., Bertolin, T. E., Costa, J. A. V., Gutkoski, L. C. (2014). Technological and nutritional assessment of dry pasta with oatmeal and the microalga *Spirulina platensis*. *Brazilian Journal of Food Technology*, 17(4), 296-304.

Rabelo, S. F., Lemes, A. C., Takeuchi, K. P., Frata, M. T., Carvalho, J. C. M. D., Danesi E. D. G. (2013). Development of cassava doughnuts enriched with *Spirulina platensis* biomass. *Brazilian Journal of Food Technology*, 16(1), 42-51.

Rocha, D. R. C., Pereira Júnior, G. A., Vieira, G., Pantoja, L., Santos, A. S., & Pinto, N. A. V. D. (2008). Macarrão adicionado de Ora-Pro-Nóbis desidratado. *Alimentação e Nutrição*, 19(4), 459-465.

Shanthi, G., Premalatha, M., & Anantharaman, N. (2018). Effects of l-amino acids as organic nitrogen source on the growth rate, biochemical composition and polyphenol content of *Spirulina platensis*. *Algal research*, 35, 471-478.

Teixeira, E., Meinert, E., & Barreta, P. A. (1987). *Análise sensorial dos alimentos*. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 182 p.

Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF). (2019). *Situação Mundial da Infância 2019 - Crianças, alimentação e nutrição: crescendo saudável em um mundo em transformação*. UNICEF/Vilca, 24 p.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Raquel Dantas de Melo – 50%

Jaielson Yandro Pereira da Silva – 7%

Thales Daniel Oliveira de Lima e Silva – 3%

Juliana Kessia Barbosa Soares – 10%

Maria Elieidy Gomes de Oliveira – 10%

Nilcimelly Rodrigues Donato – 20%