

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE

CENTRO DE EDUCAÇÃO E SAÚDE

UNIDADE ACADÊMICA DE SAÚDE

CURSO DE BACHARELADO EM NUTRIÇÃO

RAQUEL DANTAS DE MELO

**FORMULAÇÃO E CARCTERIZAÇÃO DE MASSA
ALIMENTÍCIA TIPO ESPAGUETE ENRIQUECIDA COM**

***Spirulina platensis*: uma alternativa para o combate a**

desnutrição infantil

CUITÉ/PB

2015

RAQUEL DANTAS DE MELO

**FORMULAÇÃO E CARCTERIZAÇÃO DE MASSA ALIMENTÍCIA TIPO
ESPAGUETE ENRIQUECIDA COM *Spirulina platensis*: uma alternativa para o
combate a desnutrição infantil**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a
Unidade Acadêmica de Saúde da Universidade
Federal de Campina Grande, como requisito
obrigatório para obtenção de título de Bacharel em
Nutrição, com área de concentração em Tecnologia
de Alimentos

Orientadora: Profa Dra. Nilcimelly Rodrigues
Donato.

Cuité/PB

2015

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA NA FONTE
Responsabilidade Msc. Jesiel Ferreira Gomes – CRB 15 – 256

M528f

Melo, Raquel Dantas de.

Formulação e caracterização de massa alimentícia tipo espaguete enriquecida com *Spirulina platensis*: uma alternativa para o combate a desnutrição infantil. / Raquel Dantas de Melo. – Cuité: CES, 2015.

56 fl.

Monografia (Curso de Graduação em Nutrição) – Centro de Educação e Saúde / UFCG, 2015.

Orientadora: Nilcimelly Rodrigues Donato.

1. Desnutrição infantil. 2. *Spirulina platensis*. 3. Massa alimentícia fresca. I. Título.

CDU 615.874.2

RAQUEL DANTAS DE MELO

**FORMULAÇÃO E CARCTERIZAÇÃO DE MASSA ALIMENTÍCIA TIPO
ESPAGUETE ENRIQUECIDA COM *Spirulina platensis*: uma alternativa para o
combate a desnutrição infantil**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a
Unidade Acadêmica de Saúde, da Universidade
Federal de Campina Grande, como requisito
obrigatório para obtenção de título de Bacharel em
Nutrição, com área de concentração em Tecnologia
de Alimentos

Aprovado em ____ de _____ de _____.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Nilcimelly Rodrigues Donato
Universidade Federal de Campina Grande
Orientador

Profa. Dra. Maria Elieidy Gomes de Oliveira
Universidade Federal de Campina Grande
Examinador Interno

Profa. Dra. Juliana Késsia Barbosa Soares
Universidade Federal de Campina Grande
Examinador Interno

Cuité/PB
2015

Dedico

A **Deus** que me guia no caminho pelo qual devo seguir, e sempre demonstrando o quanto é misericordioso, e a **Maria** que com seu coração de mãe sempre me consolou nos momentos de aflição.

Ao meu pai, **Francisco Cezar de Melo**, por ter me possibilitado o aprendizado, nunca medindo esforços para minha formação, sem o teu apoio essa vitória jamais seria alcançada. Ao meu noivo, **Lázaro Marcelo da Silva Oliveira**, um dos principais causadores de minha felicidade. Obrigada por toda dedicação, compreensão, paciência, carinho e amor. As minhas avós, **Delfina Alves de Melo (*In memoriam*)** e **Iracly Dantas**, pelo carinho, dedicação e ensinamentos.

A minha orientadora e além de tudo amiga, **Nilcimelly Rodrigues Donato**, por todo o aprendizado compartilhado, toda paciência, apoio e incentivo. “Só Deus poderá retribuir tamanha dedicação”.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por toda sua generosidade, por me confortar e carregar em seus braços nos momentos em que mais precisei.

A todos os meus familiares e amigos pelas orações e apoio.

Aos meus pais, Francisco Cezar de Melo e Cesileide Dantas, que me ofereceram sempre o melhor que puderam dar, através de seus olhares de apoio, de suas palavras de incentivo, de seus gestos de compreensão, de suas atitudes de segurança mesmo quando veio o desânimo. Deixo aqui o meu “muito obrigada” repleto de amor e gratidão.

À Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), e ao corpo de professores pela compreensão, incentivo e a oportunidade concedida para a realização deste sonho.

À profa. Nilcimelly Rodrigues Donato, pela honra e presteza de fazer-se presente durante toda minha graduação, e mais ainda por fazer-te presente nessa etapa primordial como minha orientadora, com suas valiosas contribuições, por todo auxílio, paciência, palavras de apoio e motivação. Muito obrigada!

À profa. Dra. Elieidy, pela presteza em me ensinar e a disponibilidade. Não teria conseguido sem você. Muito obrigada!

A profa. Dra. Juliana Késsia e ao prof. Renato por conceder a utilização dos laboratórios, além dos reagentes para a realização desta pesquisa. À Anamélia, Bruno Dantas, Jayanny, Jéssica Moraes e Mislene pela disponibilidade e atenção durante a realização das análises desta pesquisa.

À Secretaria de Educação do Município de Cuité, em especial a equipe da Escola Municipal Benedito Venâncio dos Santos representada por Luciana da Costa Silva Farias, que dispuseram o ambiente bem como seus alunos para o desenvolvimento das análises sensoriais, sem impor dificuldades para a execução do mesmo.

Ao meu noivo, Marcelo, por ter compreendido minha ausência, e aturar minha ansiedade e nervosismo e mais que tudo, por todo carinho, força e inspiração que me destes nos momentos em que o desânimo batia. Teu apoio foi fundamental, obrigada por tudo.

Às minhas tias Francisca Alves de Albuquerque e Francisca Cezariana, e primas Heloisa Alves de Albuquerque e Laurineide Dantas Linhares, se hoje estou aqui é porque vocês acreditaram em mim, caminharam ao meu lado e apoiaram-me na luta por esse sonho que é nosso. “Só Deus poderá retribuir tamanho apoio”.

As minhas amigas e companheiras de curso Alana Araújo, Amanda Dantas, Cândida Isabel, Cardinally, Janaina Dayana, Roana Rayara, e Wilândia Andrade, por todos os momentos compartilhado com vocês, pela paciência em ter que me escutar nos momentos de aflição, pelo apoio nos momentos de angustia, incentivo, torcida, conselhos, alegrias compartilhadas, conquistas alcançadas e acima de tudo por toda ajuda concedida.

Aos amigos (as) Ana Cláudia, Kênia, Marton Kaique, Taina Martins e Tamires Alves, que Deus colocou em meu caminho para que a caminhada da construção desse sonho, fosse repleto de bons momentos. Sou grata a vocês por tudo.

A todos que diretamente ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho, aos que torceram e oraram por mim. Sou muito grata a todos vocês.

"O que é nascido de Deus vence o mundo; e esta é a vitória que vence o mundo: a nossa fé."
(1 João 5:4)

RESUMO

MELO, R. D. FORMULAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE MASSA ALIMENTÍCIA TIPO ESPAGUETE ENRIQUECIDA COM *Spirulina platensis*: uma alternativa para o combate a desnutrição infantil. 2015. 56f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Nutrição) - Universidade Federal de Campina Grande, Cuité, 2015.

A microalga do gênero *Spirulina*, apresenta composição atrativa para uso alimentar com percentual proteico de 60-70% do seu peso seco, onde essas oferecem excelente quantidade de aminoácidos essenciais, tendo ainda em sua constituição carboidratos e lipídios, além de minerais e vitaminas, pigmentos, compostos fenólicos, ácido γ -linolênico e outros ácidos graxos essenciais. Podendo ser utilizada no combate de diversas enfermidades, inclusive a desnutrição. Baseando-se nesses achados, no presente estudo tem-se como proposta a elaboração de massa alimentícia do tipo espaguete, adicionada com diferentes concentrações de *Spirulina platensis*. Para isso, foram produzidas e caracterizadas quatro formulações de massa alimentícia com concentrações da matéria prima que melhor atribuíssem ao produto final as características de macarrão fresco. Posteriormente, as formulações de massa alimentícia contendo 0, 5, 10 e 15% de *Spirulina platensis* foram caracterizadas nos parâmetros físico-químicos e sensoriais. Os resultados referentes à caracterização físico-química evidenciaram que a substituição de parte da farinha de trigo por *Spirulina platensis*, reflete no aumento do aporte proteico, lipídico, RMF e promove redução do percentual de carboidratos. Tendo como referência as IDRs, uma porção (100 g) das massas acrescidas de *Spirulina platensis* forneceram o percentual diário de nutrientes para crianças (idades entre 4-10 anos) necessário para que possa ser classificado como massa enriquecida. A análise sensorial, foi realizada com 53 pré-escolares e escolares da rede municipal de ensino não treinados, com idades entre 4 e 9 anos. 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%. O presente trabalho propõe um alimento diferenciado, 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 Chaves: *Spirulina platensis*, Desnutrição infantil, Massa Alimentícia fresca, Enriquecimento.

ABSTRACT

MELO, R. D. **FORMULATION AND CHARACTERIZATION FOOD PASTA TYPE SPAGHETTI ENRICHED WITH *Spirulina platensis*: an alternative to combat malnutrition children.** 2015. 56f. Work Course Conclusion (Undergraduate Nutrition) - Federal University of Campina Grande, Cuité, 2015.

The microalgae of the genre *Spirulina*, presents composition attractive for use as a food supplement with protein percentage of 60-70% of its dry weight, where these offer great amount of essential amino acids, and still in its constitution 20% carbohydrates and 8% lipids, besides minerals, vitamins, pigments, phenolic compounds, γ -linolenic acid and other essential fatty acids. The *Spirulina platensis* can also be used to fight the various diseases, including malnutrition. Based on these findings, the present study proposes the development of nourishment in form of pasta, added with different concentrations of *Spirulina platensis*. In order to proceed, four different formulations of nourishment were produced and characterized with differing concentrations of the raw material that would best attribute to the final product, the aspects of fresh pasta. Afterwards, the pasta formulations containing 0, 5, 10 and 15% of *Spirulina platensis*, were characterized as the physicochemical and sensory parameters. The results regarding the physicochemical characterization showed that replacement of part of the wheat flour by *Spirulina platensis*, reflected in protein, lipid and RMF intake, and promotes reducing the percentage of carbohydrates. With reference to the IDRs, a portion (100 g) of the masses with *Spirulina platensis* provided the daily percentage of nutrients for children (ages 4-10 years), required for it to be classified as pasta enriched. The sensory analysis, the inquiry was conducted with 53 preschoolers and primary students of municipal untrained schools, the inquired aged 4 to 9 years. All formulations showed a review situated in the "indifferent" score it is evident that the formulation containing 15% *Spirulina platensis*, was the one that had best acceptability percentage reaching 60,37%. This endeavor proposes different food with improved nutritional characteristics, easy preparation, low cost and acceptability good, which can be implemented as an alternative to the nutrition of preschoolers and primary students.

Keys Words: *Spirulina platensis*, Children malnutrition, Food fresh Pasta, Enrichment.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|---|----|
| Quadro 1 – Informações nutricionais segundo o fabricante da matéria-prima <i>Spirulina platensis</i> | 31 |
| Figura 1 – Fluxo de produção de massa alimentícia tipo espaguete adicionadas de <i>Spirulina</i> | 32 |
| Figura 2 – Foto ilustrativa do processamento do macarrão com diferentes concentrações de <i>Spirulina</i> | 33 |
| Figura 3 – Amostras utilizadas na análise sensorial..... | 35 |
| Figura 4 – Quantidade percentual de macronutriente fornecido pelas formulações de massas alimentícias..... | 41 |
| Figura 5 – Percentual de aceitação, indiferença e rejeição das quatro formulações de massa alimentícia com e sem adição <i>Spirulina platensis</i> | 43 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 – Formulações* dos quatro tipos de massa..... | 31 |
| Tabela 2 – Valores médios das análises físico-químicas realizadas com Macarrão com diferentes concentrações de <i>Spirulina platensis</i> | 37 |
| Tabela 3 – Resultados do perfil de minerais da massa alimentícia com diferentes concentrações de <i>Spirulina platensis</i> | 39 |
| Tabela 4 – Percentual de proteína nas diferentes formulações da massa alimentícia com base na IDR de referência para cada faixa etária..... | 40 |
| Tabela 5 – Comparativo entre as formulações adicionadas de <i>Spirulina platensis</i> em relação a formula industrializada..... | 42 |
| Tabela 6 – Escores médios dos testes de aceitação sensorial de macarrão espaguete adicionado de diferentes concentrações de <i>Spirulina platensis</i> por crianças entre 4 a 9 anos..... | 44 |

LISTA DE SIGLAS

| | |
|----------------------|---|
| AA | Aminoácidos |
| ABIMA | Associação Brasileira das Indústrias de Biscoito, Massas Alimentícias e Pães & Bolos Industrializados |
| ANVISA | Agência Nacional de Vigilância Sanitária |
| ANOVA | Analysis of variance |
| Cal | Caloría(s) |
| CES | Centro de Educação e Saúde |
| DEP | Desnutrição Energético-Proteica |
| EMBRAPA | Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária |
| IAL | Instituto Adolfo Lutz Ingestão Diária Recomendada |
| IDR | Ingestão Diária Recomendada |
| FAD | Food and Drug Administration |
| FAO | Food and Agricultural Organization |
| LABRO | Laboratório de Bromatologia |
| LATED | Laboratório de Técnica Dietética |
| MS | Ministério da Saúde |
| OMS | Organização Mundial de Saúde |
| ONG | Organização Não Governamental |
| PB | Paraíba |
| RDC | Resolução da Diretoria Colegiada |
| <i>Sp. platensis</i> | <i>Spirulina platensis</i> |
| TCL | Termo de Consentimento Livre e Esclarecido |
| UFMG | Universidade Federal de Campina Grande |
| WHO | World Health Organization |

LISTA DE SÍMBOLOS

| | |
|----|---------------|
| Br | Bromo |
| Ca | Cálcio |
| Cl | Cloro |
| Cu | Cobre |
| Fe | Ferro |
| G | Grama (s) |
| K | Potássio |
| ml | Milímetro (s) |
| Mg | Magnésio |
| Mn | Manganês |
| P | Fósforo |
| Rb | Rubídio |
| S | Enxofre |
| Si | Silício |
| Sr | Estrôncio |
| Zn | Zinco |
| % | Porcentagem |
| µm | Micrometro |

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1 INTRODUÇÃO | 16 |
| 2 OBJETIVO | 18 |
| 2.1 OBJETIVO GERAL..... | 18 |
| 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | 18 |
| 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA | 19 |
| 3.1 <i>Spirulina platensis</i> | 19 |
| 3.2 DESNUTRIÇÃO INFANTIL..... | 22 |
| 3.3 TECNOLOGIA DE ALIMENTOS E O USO DA <i>Spirulina platensis</i> NO ENRIQUECIMENTO DE MASSA ALIMENTÍCIAS..... | 25 |
| 4 MATERIAIS E MÉTODOS | 30 |
| 4.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA..... | 30 |
| 4.2 MATÉRIA..... | 30 |
| 4.3 PROCESSAMENTO DA MASSA ENRIQUECIDA COM <i>Spirulina platensis</i> | 31 |
| 4.4 AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS..... | 33 |
| 4.4.1 Extrato Seco Total..... | 33 |
| 4.4.2 Acidez..... | 33 |
| 4.4.3 Resíduo Mineral Fixo..... | 33 |
| 4.4.4 Lipídios Totais..... | 33 |
| 4.4.5 Proteínas Totais..... | 34 |
| 4.4.6 Carboidratos Totais..... | 34 |
| 4.4.7 Quantificação de Energia Fornecida..... | 34 |
| 4.4.8 Determinação do pH..... | 34 |
| 4.4.9 Perfil de Minerais..... | 34 |
| 4.5 AVALIAÇÃO SENSORIAL DA MASSA ALIMENTÍCIA..... | 35 |
| 4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA..... | 36 |
| 4.7 PROCEDIMENTOS ÉTICOS..... | 36 |
| 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 37 |
| 5.1 CARACTÉRIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA..... | 37 |
| 5.2 CARACTÉRIZAÇÃO SENSORIAL..... | 43 |

| | |
|--|-----------|
| 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 46 |
| REFERÊNCIAS..... | 47 |
| APÊNDICES..... | 51 |
| APÊNDICE A FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO SENSORIAL – ESCALA HEDÔNICA DE EXPRESSÃO FACIAL..... | 52 |
| ANEXOS..... | 53 |
| ANEXO A TERMO DE CONCENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO..... | 54 |
| ANEXO B COMPROVANTE DE ENVIO DA PESQUISA AO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA | 56 |

1 INTRODUÇÃO

Entre os vários micro-organismos que vêm sendo estudados como possível alternativa de nutrientes para a dieta humana, a microalga *Spirulina (Sp.)* têm ganhado atenção especial. Por oferecer uma composição adequada para uso como complemento alimentar, podendo ser utilizada no combate à desnutrição (FOX, 1996 apud FIGUEIRA et al., 2011).

A *Sp. platensis* apresenta um elevado teor proteico (60 - 70%) com conteúdo de aminoácidos similar aos recomendados pela FAO (Food and Agricultural Organization) (MORAIS et al., 2006). Além de vitaminas especialmente a B12, sais minerais, pigmentos (como carotenóides, ficocianinas e clorofílas), ácidos graxos poli-insaturados, incluindo os ácidos graxos ômega-3 e outros compostos biologicamente ativos (BARROS, 2010).

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).

Estima-se que cerca de 178 milhões de crianças do planeta apresentam baixa estatura, decorrente de uma alimentação insuficiente, carente em vitaminas e minerais, aliada à presença de doenças (OLIVEIRA et al., 2011).

A redução da desnutrição em crianças menores de cinco anos no Brasil foi intensa nas últimas décadas. Entre os anos de 1989 a 2006, a prevalência de crianças com menos de cinco anos, abaixo do peso, reduziu mais de quatro vezes passando de 7,1% para 1,7%, enquanto o déficit de altura diminuiu para cerca de um terço no mesmo período de 19,6% para 6,7% (BRASIL, 2012). Entretanto, esses avanços são desiguais. Visto que continuam altas prevalências de desnutrição crônica em grupos vulneráveis da população, como entre as crianças indígenas (26%), quilombolas (16%), residentes na região norte do país (15%) e aquelas pertencentes às famílias beneficiárias dos programas de transferência de renda (15%), afetando principalmente crianças e mulheres que vivem em bolsões de pobreza (BRASIL, 2012).

No ano de 1998, em experimentos executados pela Organização Não Governamental (ONG) Antenna Technologie comprovaram que a ingestão diária de 2 a 4 g da microalga *Spirulina* supre as necessidades de ferro, vitamina A e zinco de uma criança em idade escolar (FALQUET, 2000 apud 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 seguros microbiologicamente. Dentro desse contexto surge a microalga *Spirulina* como uma alternativa para auxiliar na reversão desse quadro de desnutrição que associado ao fato do macarrão ser um produto de fácil preparo e amplo consumo, é viável a elaboração de uma massa fresca adicionada de *Sp. platensis* afim de fornecer um melhor aporte nutricional.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Elaborar e caracterizar uma formulação de massa alimentícia do tipo espaguete enriquecida com *Spirulina platensis* destinado ao consumo de crianças.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Produzir formulações de massa alimentícia do tipo espaguete com diferentes concentrações (5, 10 e 15%) de *Spirulina platensis*;
- Realizar análises físico-químicas do produto formulado, afim de determinar a composição centesimal;
- Analisar se o percentual de proteína fornecido corresponde ao que preconiza a portaria 31/98;
- Analisar a aceitabilidade do macarrão elaborado, por meio da realização de testes sensoriais de aceitação entre pré-escolares e escolares.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 *Spirulina platensis*

As cianobactérias são os organismos mais antigos existentes na Terra e remontam registros fósseis de cerca de 3,5 bilhões anos atrás. Estas bactérias evoluíram e produziram uma impressionante variedade de compostos biologicamente ativos (BERRY et al., 2008 apud CARREIRA et al., 2012). Tratam-se de bactérias procariontes do tipo Gram-negativas que realizam fotossíntese oxigênica e usam tipicamente a água como doadora de elétrons (SANTOS, 2013).

O gênero *Spirulina* corresponde a uma cianobactéria verde-azulada microscópica, fotossintética, unicelular, filamentosa, composta por tricomas de 5-6 µm de largura e 20-200 µm de comprimento em forma de um espiral, que tem seu habitat em águas alcalinas. Ao contrário de outras microalgas, esta apresenta reduzida susceptibilidade a contaminação em seu cultivo por outros micro-organismos devido ao alto pH necessário ao seu desenvolvimento, estando inicialmente em torno de 8,0 e podendo atingir pH 11,0 (BARROS, 2010).

O gênero *Spirulina* apresenta diversas espécies, dentre as quais a *Sp. platensis*, *Sp. máxima*, *Sp. fusiformis* e *Sp. major*. Porém as espécies *Sp. platensis* e *Sp. máxima* são as mais utilizadas em estudos para sua inserção na alimentação humana, por apresentarem perfil nutricional que as faz ideal como suplemento alimentar, pois substituem satisfatoriamente as fontes artificiais de nutrientes, por combinar diversos constituintes de maneira equilibrada (AMBROSI et al., 2008).

Por ser facilmente cultivada em águas alcalinas esse tipo de alga aparece em grande quantidade na África, Ásia, América do Norte e Sul (CARREIRA et al., 2012).

A importância nutricional da *Spirulina* é determinada pela variedade dos nutrientes que contém, alguns dos quais não são sintetizados pelo organismo humano (BARROS, 2010).

O percentual proteico da *Spirulina* atinge de 60-70% do seu peso seco. Estas proteínas oferecem excelente qualidade com um índice balanceado de aminoácidos essenciais. As proteínas presentes possuem digestibilidade de 70%. Entre os aminoácidos não essenciais presentes na *Sp.* estão: alanina, arginina, ácido aspártico, cistina, ácido glutâmico, glicina, histidina, prolina, serina e tirosina. Entre os aminoácidos essenciais, estão a isoleucina, a leucina, a lisina, a metionina, a fenilalanina, a treonina e a valina (AMBROSI et al., 2008).

Tendo ainda em sua constituição 20% de carboidratos e 8% de lipídios, além de minerais e vitaminas, pigmentos, compostos fenólicos, ácido γ -linolênico e outros ácidos graxos essenciais. Os principais minerais presente na *Sp.* são: o cálcio (0,13 a 0,14 %), o fósforo (0,67 a 0,9 %) e o potássio (0,64 a 1,54 %), também estão presentes: o magnésio, o ferro, o zinco, o cobre, o cromo, o manganês e o sódio. As vitaminas presentes na constituição da *Spirulina* são: a vitamina A sob a forma de β -caroteno, vitamina C e vitaminas do grupo B (B1, B2, B3, B6 e B12), a biotina, o ácido fólico, o inositol, vitamina E, além do ácido pantotênico. Entre os pigmentos que constitui a *Sp.*, estão a ficocianina (20%) e carotenoides (0,37%) (BARROS, 2010).

Os primeiros relatos do uso da *Spirulina* como componente da alimentação humana datam da pré-história, a partir da informação de que tribos de caçadores colhiam massas gelatinosas de algas de coloração verde-azuladas e as consumiam na forma bruta ou cozidas. Para enriquecer suas dietas, também consumiam algas filamentosas coletadas em lagos alcalino, as quais eras classificadas no gênero *Spirulina* (RICHMOND, 1990 apud AMBROSI et al., 2008).

A *Sp. platensis* apresenta uma composição apropriada para uso como complemento alimentar, podendo ser empregada no combate à desnutrição (FOX, 1996 apud FIGUEIRA et al,2011). Essa microalga é classificada como GRAS (Generally Recognized as Safe) pelo FDA (Food and Drug Administration), o que garante seu uso como alimento sem riscos à saúde. Na Europa, Japão e Estados Unidos tem seu consumo legalizado como complemento alimentar pelo FDA, sem efeitos tóxicos ao organismo. No Brasil, a ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) admite sua comercialização desde que o produto final no qual o microrganismo tenha sido adicionado esteja devidamente registrado (AMBROSI et al., 2008).

Estudos pré-clínicos e clínicos sugerem que a *Spirulina* possui efeitos terapêuticos, tais como diminuição do colesterol sanguíneo, proteção contra alguns cânceres, aumento do sistema imune, aumento dos lactobacilos intestinais, redução da nefrotoxicidade por metais pesados e medicamentos, proteção contra a radiação, redução da hiperlipidemia e obesidade (VONSHAK, 1997 apud MORAIS et al., 2006).

Em decorrência do seu elevado teor de aminoácidos, carotenoides e minerais como ferro, a *Spirulina* é amplamente usada comercialmente como aditivo alimentar e incorporada, com resultados significativos, à dieta de crianças desnutridas. Estudos também apontam sua eficácia em prevenir anemias e efeitos na redução da replicação viral (CARREIRA et al., 2012).

Experimento realizado por Simpure (2006) a fim de aferir o impacto de integração de *Spirulina* e misola (complexo de milho, soja e amendoim) na dieta de crianças desnutridas. Esse estudo teve como amostra 550 crianças sendo que 455 apresentavam marasmo grave, 57 marasmo de gravidade média e 38 Kwashiorkor (forma de desnutrição decorrente principalmente da falta de proteínas) mais marasmo. A vigência do estudo foi de oito semanas e os resultados assinalaram significativa evolução nutricional e biológica das crianças em questão, tanto na administração de *Spiru* associada à refeição tradicional quanto na sinergia apresentada entre *Spirulina* associada a misola (CARREIRA et al., 2012).

Em outro experimento realizado em 2005 por Simpure, onde a *Spirulina* foi utilizada como complemento nutricional em crianças subnutridas e imunodeprimidas pelo vírus HIV, no experimento referido, dois grupos de crianças foram comparados: 84 estavam infectados com HIV e 86 eram HIV-negativos, ambos desnutridos. O complemento foi incorporado à alimentação oito semanas e os resultados apontaram ganho de peso médio de 15 e 25g por dia nos doentes infectados pelo vírus HIV e naqueles soros negativos, respectivamente. Sendo que 81,8% das crianças não infectadas se recuperaram, enquanto 63,6% dos HIV positivo obtiveram êxito. Assim, nota-se que a *Spirulina* é capaz de contribuir para a recuperação de peso em crianças infectadas pelo HIV e ainda mais rápido naquelas que não possuem o vírus (CARREIRA et al., 2012).

Seshadri (1993) em seu estudo realizado com crianças onde foi realizado administração de 1g/dia de *Sp.*, durante 150 dias a 5000 crianças acometidas por desnutrição enérgica proteica ocasionada por deficiência de vitamina A, levou a um decréscimo de 80% para 10% nas manchas de Bitot, resultante da deficiência desta vitamina. Este pequeno número forneceu o requisito diário de β -caroteno (pró-vitamina A), o qual auxilia na prevenção da cegueira e de outras doenças oculares. Em outro estudo, utilizando 400 crianças em idade escolar, uma dose diária de β -caroteno de *Spirulina* aumentou os níveis de vitamina A ao mesmo nível daquelas crianças que receberam vitamina A pura. A *Spirulina* foi administrada às crianças na forma de massa de macarrão, adoçada com açúcar para preservar o β -caroteno. Esta massa foi bem aceita pelas crianças (AMBROSI et al., 2008).

3.2 DESNUTRIÇÃO INFANTIL

Desnutrição corresponde a uma síndrome multifatorial, caracterizada pelo comprometimento do crescimento linear e/ou pelo emagrecimento extremo da criança. A desnutrição é responsável por mais de um terço das mortes entre crianças do mundo inteiro. Estima-se que 178 milhões de crianças do planeta tenham baixa estatura, resultante de uma alimentação insuficiente, pobre em vitaminas e minerais, aliada à presença de doenças (OLIVEIRA et al., 2011).

Atualmente, sabe-se que o baixo peso para a idade é resultante da desnutrição aguda e a baixa estatura para a idade provem da desnutrição crônica e que essas afetam respectivamente, aproximados 1,7 e 7,0% das crianças brasileiras (MONTEIRO et al., 2009).

A desnutrição decorre da manifestação de sinais clínicos que procedem da inadequação quantitativa (energia) ou qualitativa (nutrientes) da dieta como também de doenças que geram o mau aproveitamento biológico dos alimentos consumidos (BELIK, 2003).

O quadro de subnutrição não decorre unicamente da deficiência energética das dietas, mas sim de manifestações comuns de todas as deficiências nutricionais na criança, que pode ser resultante da deficiência de proteína, vitaminas ou minerais na dieta, sejam essas originárias de práticas alimentares inadequadas e mesmo de processos infecciosos frequentes (MONTEIRO, 1995).

Os principais fatores causadores da desnutrição costumam-se associar à pobreza e à falta de alimentos dela decorrente e seu combate deve levar em consideração, portanto, o conhecimento de seus principais determinantes, como renda, escolaridade, higiene, saneamento, habitação e acesso aos serviços de saúde (BRASIL, 2009 apud OLIVEIRA et al., 2011).

Pela grande susceptibilidade aos fatores ambientais, o déficit na estatura tem sido considerado uma alternativa metodológica para caracterizar a qualidade de vida das populações. Em países economicamente desprivilegiados, ele pode ser usado como um indicador da iniquidade socioeconômica. É o déficit antropométrico mais preocupante, além de mostrar elevadas prevalências, reflete um quadro de privação alimentar de longa data, cujas consequências podem ser irreversíveis (OLIVEIRA et al., 2011).

Considera-se que a desnutrição está mais associada à pobreza do que à fome, devido às carências globais a que a criança está submetida (MONTEIRO, 1995).

A desnutrição nos primeiros anos de vida é um dos maiores problemas de saúde enfrentados por países em desenvolvimento. Há evidências exaustivas de que déficits de crescimento na infância estão associados a maior mortalidade, excesso de doenças infecciosas, prejuízo para o desenvolvimento psicomotor, menor aproveitamento escolar e menor capacidade produtiva na idade adulta (MONTEIRO et al., 2009).

No caso do sexo feminino, o retardo do crescimento na infância determina mulheres adultas de baixa estatura sujeitas a um risco maior de gerar crianças com baixo peso ao nascer. Por sua vez, estas terão um maior risco de apresentar retardo de crescimento e de produzir recém-nascidos de baixo peso, o que caracteriza o efeito intergerações da desnutrição (MONTEIRO, CONDE, 2000).

Por essas razões, e por sua íntima relação com a pobreza, a redução à metade da prevalência de déficits de crescimento em crianças menores de cinco anos é uma das metas de desenvolvimento do milênio, assumidas no ano de 2000 pelas Nações Unidas (MONTEIRO, 2009).

O termo desnutrição calórico-proteica ou energético-proteica (DEP) foi nomeado e oficializado pela FAO para o aspecto resultante das deficiências de proteína e de caloria, ou melhor, como o “espectro de estados patológicos que decorrem da falta, em várias dimensões, de proteínas e calorias com ocorrência mais frequente em pré-escolares e comumente associado a infecções” (OLIVEIRA, 1998 apud GARIB, 2002).

A OMS define desnutrição energético-proteica como sendo uma gama de estados patológicos que surgem por carência de aporte, transporte ou uso de nutrientes (especialmente de energia e proteínas) pelas células do organismo, unidas quase sempre a infecções, tendo maior prevalência em lactentes e pré-escolares (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 1990, AMARAL, 2006).

A desnutrição proteica corresponde a um problema de saúde pública que há tempos ataca parcela considerável da população do mundo, em especial países em desenvolvimento. No Brasil, esse problema atinge até regiões consideradas ricas como, a região Sudeste, apresenta expressiva prevalência de desnutrição (6%). Esses índices são ainda mais preocupante em estados pertencentes às regiões Norte e Nordeste chegando a atingir 17% da população menor de cinco anos de idade (ROGATTO, 2004).

Dados da WHO, 2004 e UNICEF, 2006 apontam que a DEP atualmente, acomete uma entre cada quatro das crianças ao redor do mundo, 150 milhões (26,7%) estão com

baixo peso em relação à idade enquanto 182 milhões (32,5%) apresentam nanismo, 70% destas residem na Ásia, 26% na África e 4% na América Latina e Caribe (AMARAL, 2006).

A deficiência proteica atinge especialmente crianças, em decorrência do aumento dos requerimentos de proteínas e energia por quilograma de peso corporal, e de existir uma grande sensibilidade a fatores como infecção, que eleva as necessidades proteicas, além da incapacidade da criança na aquisição do alimento por seus próprios meios.

A DEP é a disfunção nutricional que mais provoca mortes no mundo, segundo dados da OMS, é a culpada por pelo menos a metade das 10.4 milhões de mortes de crianças a cada ano no mundo (WHO, 2004, AMARAL, 2006).

As formas mais graves de manifestação de desnutrição energético- proteica são o marasmo ou deficiência de energia, o kwashiorkor, caracterizado por deficiência de proteína, e o marasmokwashiorkor com deficiências de proteína e energia (GARIB, 2002).

O Kwashiorkor corresponde a uma síndrome clínica ocasionada por uma deficiência de proteínas, e acompanhada de um consumo inadequado de energia. A palavra Kwashiorkor foi inserida na literatura médica para denominar uma síndrome de desnutrição severa observada entre crianças de Gana, cuja dieta era basicamente mingau de milho. Acomete crianças no último período de lactação, desmame e após desmame, comumente de 1 a 4 anos de vida. Edema, infiltração de gordura no fígado, apatia, irritabilidade, comportamento pouco sociável, anorexia e alterações do cabelo são os principais sintomas e aspectos decorrentes desta deficiência. O marasmo, também denominado como a condição de desgaste geral do corpo e magreza, proveniente de uma insuficiência completa de alimento, carência de proteínas e calorias de modo mais ou menos balanceada. É muito comum em crianças cuja família não apresenta poder aquisitivo para aquisição de gêneros alimentícios, afetando não apenas a qualidade mais também a quantidade de alimento afetando todas as faixas de idades. Caracteriza-se por um retardo ou paralisação do crescimento, acompanhado de perdas progressivas da musculatura e das reservas lipídicas, podendo atingir estados alarmantes de magreza. Em suma, os sintomas da DEP são o resultado da adequação do organismo à ingestão insuficiente e às agressões ambientais (GARIB, 2002).

3.3 TECNOLOGIA DE ALIMENTOS E O USO DA *Spirulina platensis* NO ENRIQUECIMENTO DE MASSA ALIMENTÍCIAS

A tecnologia de alimentos é a parte da tecnologia dedicada ao estudo, melhoramento, defesa, aproveitamento e aplicação da matéria-prima para transformá-la, por meio de processos básicos, em produtos alimentícios (EVANGELISTA, 2008 p.3).

Tecnologia de alimentos é a ciência que trata do estudo, aperfeiçoamento e aplicação experimental de processos viáveis, visando ao seu emprego na obtenção, processamento, conservação, preservação, transporte e comércio dos alimentos em geral (1º Conferencia Internacional de Dietética em Amsterdam, EVANGELISTA, 2008, p.3)

“A Sociedade Brasileira de Ciências e Tecnologia de Alimentos define como sendo a aplicação de métodos e da técnica, para o preparo, armazenamento, processamento, controle, embalagem, distribuição e utilização dos alimentos” (EVANGELISTA, 2008, p.3).

As definições impostas ao termo “tecnologia de alimentos” remetem claramente aos objetos desse campo de estudo, que buscam a plena garantia de apresentar ao consumidor, produtos nutritivos, apetitosos, bem apresentados e de tempo maior de vida útil (EVANGELISTA, 2008, p.3).

A busca por alternativas alimentares capazes de diminuir a deficiência nutricional buscando novos processos e matérias-primas vêm aumentando. Pesquisas inovadoras envolvendo a biotecnologia, por meio da utilização de microrganismos ou enzimas para a formulação de novos produtos, inclusive alimentos, estão instigando a sociedade moderna (MULITERNO et al., 2005).

O interesse pela produção de microalgas em escala comercial vem aumentando desde as primeiras pesquisas realizadas por Burlew em 1953. A partir de então, muitos aspectos da biotecnologia foram desenvolvidos buscando aumentar a eficiência de culturas em massa. Com isso a biomassa de microalgas como *Spirulina* pode ser empregada para obtenção de biocompostos, como suplemento alimentar humano, alimento animal ou fonte de biocombustíveis, fonte de pigmentos naturais, vitaminas e ácidos graxos, e para a produção de aditivos utilizados em formulações farmacêuticas e alimentares (BARROS, 2010).

Decorrente ao excelente potencial de coloração da *Spirulina*, essa vem ganhando maior atenção pelas indústrias farmacêuticas, de cosméticos e alimentícias interessadas em seus pigmentos. A substituição dos pigmentos sintéticos, usados em alimentos, por

pigmentos naturais é necessária para que resultem em alimentos mais saudáveis, visto que, além de promover a coloração, muitos colaboram com o enriquecimento do valor nutricional do alimento, além de possuírem propriedades funcionais e/ou terapêuticas, o que sugere a possibilidade de maior exploração (DERNER, 2006).

A *Spirulina* é o principal microrganismo usado na produção comercial de ficobiliproteínas (ficoeritrina – coloração vermelha, ficocianina – coloração azul) e a clorofila. O potencial primário desses pigmentos é o de corantes naturais, que podem ser utilizado na indústria alimentícia como pigmento de alimentos diversos como gomas, sorvetes, doces, bebidas, produtos de panificação substituindo pigmentos sintéticos. Na indústria de cosméticos podendo ser aplicados na elaboração de batons, sombras de olho e lápis delineador. Além de estarem sendo utilizadas pela indústria e laboratórios imunológicos, devido as suas propriedades de alta produção de fluorescência, altos coeficientes de absorvância e fotoestabilidade, mas o crescente número de investigações tem mostrado suas propriedades na saúde, isto é, aplicações farmacêuticas. Dentro da indústria farmacêutica a *Spirulina* tem sido empregada na produção de cápsulas destinadas a dieta de emagrecimento, mas seu campo de utilização está ampliando-se, e vêm sendo indicada como auxiliar de tratamento por médicos homeopáticos, oncologistas, entre outros (BARROS, 2010).

As microalgas também são utilizadas na aquicultura, como alimento para moluscos, microcrustáceos e peixes, uma vez que colaboram para a manutenção da saúde da pele desses animais, ativando sua cor e elevando as taxas de crescimento, sobrevivência e fecundidade. Em alguns países essas algas também são usadas como alimento para aves ornamentais, cães, gatos e como tônico para cavalos, vacas e touros. Tais aplicações são cada vez mais comuns na atualidade, deixando de ser um produto meramente promissor e assumindo papel real na sociedade moderna (ANDRADE, COSTA 2010).

Mudanças no padrão do consumo alimentar, a crescente ingestão de alimentos industrializados, juntamente com as perdas nutricionais nas etapas de processamento e armazenamento, têm ocasionado à prática de adição de vitaminas e minerais aos alimentos processados, de modo a reduzir as deficiências na população. Diversos países da América do Sul e Central também instituíram a fortificação de alimentos como instrumento de combate às deficiências nutricionais. Países como Costa Rica, Chile, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicarágua, Panamá, Porto Rico, entre outros, tem políticas de enriquecimento (VELOSO, 2010).

A Portaria nº 31, de 13 de janeiro de 1998, considera sendo alimento fortificado/enriquecido ou simplesmente adicionado de nutrientes todo alimento no qual for adicionado um ou mais nutrientes essenciais contidos naturalmente ou não no alimento, visando aprimorar o seu valor nutritivo e ou prevenir ou corrigir deficiência(s) demonstrada(s) em um ou mais nutrientes, na alimentação da população ou em grupos específicos da mesma. São classificados conforme sua finalidade em, para fins de programas institucionais e em para fins comerciais (BRASIL, 1998).

Segundo a FDA, alimentos enriquecidos, fortificados e com vitaminas agregadas são nomeações semelhantes que podem ser empregados como alternativa para adição de uma ou mais vitaminas, minerais ou proteínas ao alimento (VELOSO, 2010).

Após as etapas de processamento, o alimento é dito enriquecido ou adicionado de nutrientes desde que o produto final forneça no mínimo 15% em relação à IDR de referência a cada 100ml ou 100g no caso de alimentos líquidos, e 30% da IDR de referência, no caso de alimentos sólidos (BRASIL, 1998).

A ANVISA por meio da portaria nº31/98 instituiu alguns critérios para a adição de nutrientes essenciais aos alimentos: os nutrientes essenciais devem estar presentes em uma proporção que não deva promover em uma ingestão excessiva ou insignificante do nutriente acrescido, tendo por base a quantidade obtida de outras fontes na dieta; a adição de um nutriente à alimentação não deve promover em um efeito adverso sobre o metabolismo dos demais nutrientes ou dos outros componentes do alimento; precisam ser biologicamente disponíveis no alimento e seguros; a adição de nutrientes essenciais não deve obter níveis terapêuticos no alimento em que está sendo adicionado (BRASIL, 1998).

Durante o enriquecimento de alimentos com nutrientes essenciais, nenhuma substância nociva ou imprópria deverá ser introduzida ou formada em decorrência da adição de vitaminas, sais minerais, aminoácidos, ou como consequência de processamento com a finalidade de estabilização (BRASIL, 1998).

A OMS reconhece quatro tipos de fortificação, que são elas: fortificação universal ou em massa que geralmente acontece de maneira obrigatória e corresponde ao acréscimo de micronutrientes a alimentos consumido por grande parcela da população, sendo indicada para países que apresentem grupos populacionais em risco elevado para deficiência de ferro; fortificação em mercado aberto, iniciativa por parte da indústria alimentícia, com o intuito de engrandecer o valor nutricional aos seus produtos; fortificação focalizada ou direcionada, que visa o consumo dos alimentos enriquecidos por grupos populacionais que estejam em

elevado risco de deficiência, podendo ser esta obrigatória ou voluntária, de acordo com a significância em termos de saúde pública; fortificação domiciliar comunitária, tem sido empregada em países em desenvolvimento, pode ter sua composição planejada, o público a que se destina apresenta boa aceitação, entretanto, apresenta ainda custo elevado, divergindo das demais formas e requer que a população seja orientada neste tipo de fortificação normalmente são adicionados suplementos às refeições (VELOSO, 2010).

Massa alimentícia é definida segundo a resolução nº 263 de 2005, como sendo o produto não fermentado, obtido pelo empastamento e amassamento mecânico da farinha de trigo, *Triticum aestivum* L. e/ou de outras espécies do mesmo gênero (BRASIL, 2005).

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) define massa alimentícia como o produto resultante da mistura da farinha ou semolina com água fria ou quente, podendo conter outros ingredientes como corantes e conservantes. Esta massa não é afetada por nenhum processo de fermentação ou aeração durante o processamento. Após a moldagem, as massas adquirem variadas formas, recebendo diversos nomes (EMBRAPA, 1994).

Podendo ainda ser usados outros ingredientes como cereais, leguminosas, raízes e/ou tubérculos, adicionada de complementos permitidos tais como temperos, sal, ovos, óleos e gorduras, recheios e molhos, desde que não descaracterizem o produto (BRASIL, 2005).

A massa alimentícia quando obtida, exclusivamente, de farinha de trigo (gênero *Triticum*) é designada "Macarrão". Quando obtida, exclusivamente, de derivados de farinha de trigo durum (*Triticum durum* L.), utiliza-se a expressão "de trigo durum" na designação. Já a massa alimentícia, quando produzida com substituição parcial da farinha de trigo deve ser acrescentada à designação a expressão "mista" (BRASIL, 2005).

A ANVISA classifica-a quanto ao teor de umidade em seca, fresca e instantânea. A massa alimentícia seca deve apresentar umidade máxima 13% (g/100 g) após o processo de secagem. Quanto à massa alimentícia fresca ou úmida, no produto final umidade não deve ultrapassar 35% (g/100 g). Já a massa alimentícia instantânea ou pré-cozida, que pode ser obtida por desidratação por fritura e por desidratação por ar quente essa deve apresentar umidade máxima de 10% e 14,5% (g/100g) respectivamente (BRASIL, 2000).

Podendo ainda ser classificadas de acordo com seu formato (comprida ou longa, curta e massinha) e ainda quanto a sua composição (mista, recheada e glutinada e super ou hiperglutinadas) (BRASIL, 2000).

Levantamentos da Associação Brasileira das Indústrias de Biscoito, Massas Alimentícias e Pães & Bolos Industrializados (ABIMA), demonstram que o Brasil no ano de 2013 encontra-se entre os cinco maiores produtores mundiais de macarrão no mundo, além de ser o 3º maior consumidor desta massa ficando atrás apenas da Itália e dos EUA. Só em 2013, estima-se que se consumiu cerca de 1,2 milhão de toneladas de macarrão no país, com faturamento de mais de R\$ 6,5 bilhões. ABIMA ainda apontam que o consumo médio per capita no ano de 2013 no país foi 5,99 Kg/ hab./ ano (ABIMA, 2015).

O macarrão tornou-se um alimento rotineiro na dieta das diversas populações em decorrência da sua versatilidade, rapidez de preparo e baixo custo. Entretanto, o valor nutricional deste alimento é deficitário, sendo um alimento rico em carboidratos e deficiente em quantidade e qualidade de proteína (NICOLETTI, 2007).

A inclusão de nutrientes em alimentos básicos, deficientes ou veiculadores, é uma alternativa que tem ganhado considerável destaque em função dos aspectos favoráveis, como por exemplo, a facilidade no controle da produção de alimentos enriquecidos (GARIB, 2002).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Corresponde a uma pesquisa de laboratório com caráter experimental objetivando caracterizar massa alimentícia enriquecida do tipo espaguete com diferentes concentrações de *Spirulina platensis*. Pesquisa laboratorial é um procedimento de excursão complexa, contudo, mais exata. Ela descreve e analisa o que será ou ocorrerá em situações controladas exige instrumentos específicos, precisos e ambientes adequados (MARCONI; LAKATOS, 2010).

4.2 MATÉRIAS-PRIMAS E LOCAL DE EXECUÇÃO

A *Spirulina platensis* utilizada neste experimento foi cedida pela Fazenda Tamanduá (Patos, PB, Brasil). Esta foi desidratada em estufa de circulação forçada de ar a $\pm 40^{\circ}\text{C}$ ($\pm 38/42^{\circ}\text{C}$) e triturada até a forma de pó. A composição centesimal da *Sp. platensis*, fornecida pelo fabricante encontra-se exposto no Quadro 1.

Os demais ingredientes (água, farinha de trigo, óleo de soja, ovo de galinha e sal refinado) foram adquiridos em redes de supermercado e lojas especializadas em tais produtos da cidade de Cuité/PB.

O processamento da massa aconteceu no âmbito do Laboratório de Técnica Dietética (CES/UAS/UFCG). Quanto às análises físico-químicas essas procederam-se no período correspondente ao mês de novembro de 2014 nas dependências do Laboratório de Bromatologia de Alimentos (LABROM) pertencente ao Curso de Nutrição do CES/UFCG e no Laboratório de Eletroquímica e Corrosão pertencente ao Curso de Química ambos da referida instituição.

Quadro 1– Informações nutricionais segundo o fabricante da matéria-prima *Spirulina platensis*.

| INFORMAÇÃO NUTRICIONAL | | |
|--|--------|----------|
| Porção de 1,5g (3 colheres de chá) | | |
| QUANTIDADE POR PORÇÃO | | % VD (*) |
| Valor Calórico | 5 kcal | 0% |
| Carboidratos | 0,3g | 0% |
| Proteínas | 0,8g | 1% |
| Gorduras Totais | 0,1g | 0% |
| Gorduras Saturadas | 0,04g | 0% |
| Fibra Alimentar | 0,09g | 0% |
| Cálcio | 3mg | 0% |
| Ferro | 0,3 mg | 2% |
| Sódio | 19mg | 1% |
| *Valores diários de referência, com base em uma dieta de 2.000kcal ou 8.400KJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores, dependendo de suas necessidades energéticas. | | |

Fonte: Fazenda Tamanduá

4.3 PROCESSAMENTO DA MASSA ENRIQUECIDA COM *Spirulina platensis*

Foram produzidos e caracterizados no mês de novembro do ano de 2014 quatro tipos de formulações diferentes para obtenção da massa, seguindo metodologia adaptada de Barros (2010), a citar: F1- com 0% de *Spirulina* em pó (padrão), F2 - com 5% de *Spirulina* em pó; F3 - com 10% de *Spirulina* em pó F4 - com 15% de *Spirulina* em pó , além dos demais ingredientes, totalizando 4 amostras. As formulações da massa e seu processamento podem ser visualizados na Tabela 1 e na Figura 1 e 2, respectivamente.

Tabela 1 - Formulações* dos quatro tipos de massa. (Adaptada de BARROS, 2010)

| Ingredientes/ Formulações | F1 | F2 | F3 | F4 |
|---------------------------|------|------|------|------|
| Farinha de trigo (g) | 100 | 95 | 90 | 85 |
| Spirulina em pó (g) | --- | 5 | 10 | 15 |
| Óleo de soja (mL) | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| Ovo de Galinha (g) | 16,5 | 16,5 | 16,5 | 16,5 |
| Sal (g) | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| Água (mL) | 33 | 33 | 33 | 33 |

* Quantidades em porcentagem com base no total da farinha de trigo

Fonte: BARROS, 2010 (Adaptada).

A partir da seleção e pesagem de todos os ingredientes, misturou os pós (farinha de trigo, *Spirulina* em pó e o sal refinado); posteriormente, adicionou-se os ingredientes que favoreceram a homogeneização (água, óleo de soja e ovo de galinha). A massa obtida foi sovada e moldada utilizando-se a máquina de 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 de 1 L de água potável para 100 gramas da massa e 2 g de sal.

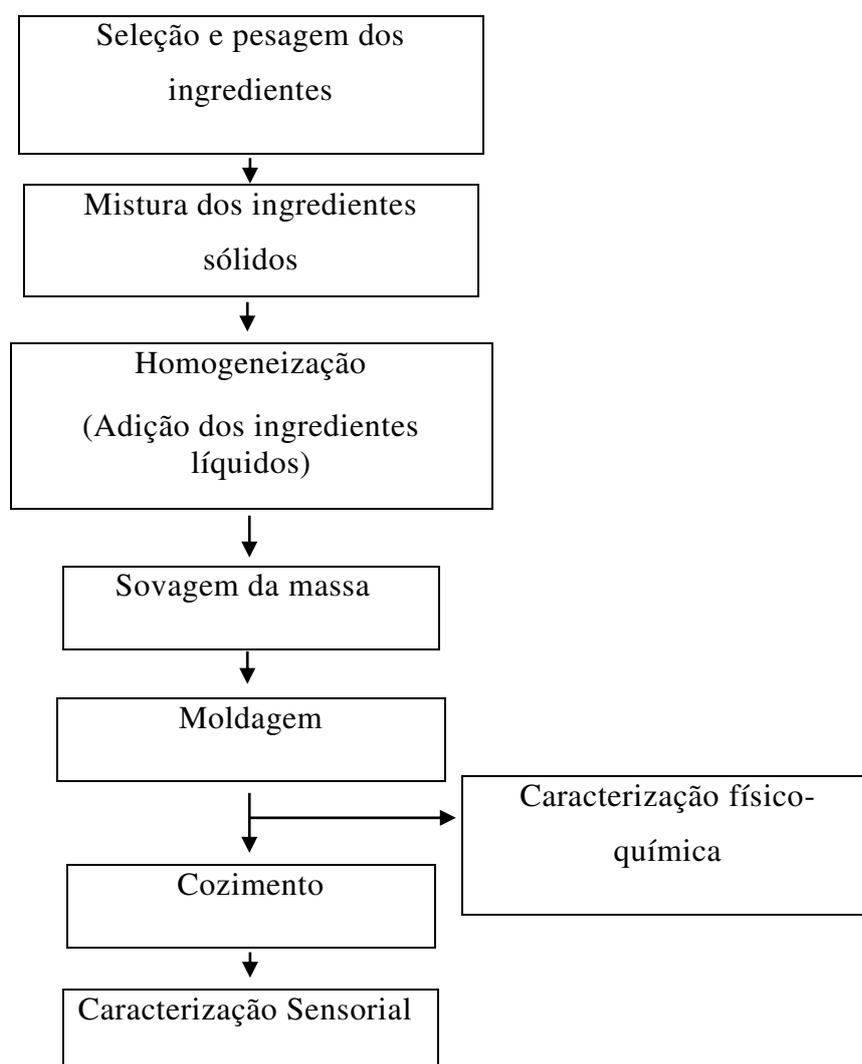


Figura 1 – Fluxo de produção de massa alimentícia tipo espagete adicionadas de *Spirulina*.



Figura 2 – Foto ilustrativa do processamento do macarrão com diferentes concentrações de *Spirulina*.

4.4 AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

As análises físico-químicas seguiram os procedimentos específicos ou adaptados conforme descritos por Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2005) e Folch, Less e Stanley (1957), sendo as mesmas realizadas em duplicatas.

4.4.1 Extrato Seco Total

Realizado pelo método gravimétrico de secagem direta em estufa a 105 °C, até peso constante (métodos IAL, 429 IV).

4.4.2 Acidez

A determinação da acidez molar foi feita por titulação (método IAL, 310 IV).

4.4.3 Resíduo Mineral Fixo

Utilizou-se o método de resíduos por incineração direta em forno mufla a 550 °C após a carbonização da matéria (método IAL, 437 IV).

4.4.4 Lipídios Totais

Para a determinação do quantitativo de lipídeos foi empregado o método de Folch, Less e Stanley (1957).

4.4.5 Proteínas Totais

Determinado pelo método Micro-Kjedahl, com fator 5,75 multiplicado pela porcentagem de nitrogênio (método IAL, 435 IV).

4.4.6 Carboidratos Totais

Os açúcares totais pelo método de diferenciação.

4.4.7 Quantificação de Energia Fornecida

O valor energético total foi calculado pelas somas das multiplicações dos macronutrientes pela quantidade de energia fornecida por cada um ($\% \text{ carboidratos} \times 4 \text{ Kcal} + \% \text{ proteínas} \times 4 \text{ Kcal} + \% \text{ lipídeos} \times 9 \text{ Kcal}$), expressando o valor em Kcal/100g (BRASIL, 2003b).

4.4.8 Determinação do pH

O pH das amostras da massa alimentícia foram determinados por processo eletrométrico em potenciômetro portátil (método IAL, 017/IV).

4.4.9 Perfil de Minerais

A técnica usada para determinar o perfil de minerais das massas alimentícias elaboradas foi a fluorescência de raios-X com energia dispersiva (EDS). No ensaio de

fluorescência de raios-X (EDS), o equipamento utilizado foi um espectrômetro de raios-X por energia dispersiva, modelo EDX-700 da Shimadzu. As amostras foram analisadas em forma de cinzas, obtido após queima a 550° C em forno mufla.

4.5 AVALIAÇÃO SENSORIAL DA MASSA

As quatro formulações de massa foram submetidas à análise de aceitação sensorial, utilizando escala hedônica de expressão facial com cinco categorias (APÊNDICE A), sendo atribuídos, a esta escala, os seguintes valores: “Desgostei MUITÍSSIMO”: 1; “Desgostei muito”: 2; “Indiferente”: 3, “Gostei muito”: 4; “Gostei MUITÍSSIMO”:5.

Esse teste foi conduzido com pré- escolares e escolares (com idades 4 até 9 anos) de ambos os sexos matriculados na Escola Municipal Benedito Venâncio dos Santos do Município de Cuité, Paraíba. Nesse teste de aceitação as amostras foram padronizadas e apresentadas de forma monódica e individual. O teste ocorreu de forma que cada provador recebeu uma das amostras a serem testadas por vez, e em seguida a outra, numa porção de, aproximadamente, 15 g de cada amostra com molho alho e óleo, em temperatura de consumo usual (aproximadamente 50 °C.), em bandejas de isopor e acompanhadas do formulário de avaliação sensorial. Entre a degustação de cada uma das quatro amostras solicitou-se que a cada criança, ingerisse aproximadamente 50 ml de água, para que não houvesse interferência na avaliação da próxima amostra. Após a ingestão de cada amostra a criança foi instruída a marcar na escala hedônica a expressão facial que melhor demonstrasse sua satisfação depois da ingestão do espaguete.



Figura 3 - Amostras utilizadas na análise sensorial.

4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e o teste de Tukey a 5 % de significância. Aos resultados do teste de aceitação sensorial do espaguete aplicou-se ANOVA de Tukey, recomendado para dados ordinais, sem normalidade e homogeneidade.

4.7 PROCEDIMENTOS ÉTICOS

Considerando a exigência do Conselho de Saúde este estudo foi submetido à apreciação e aprovado pelo Comitê de Ética em pesquisa por meio da Plataforma Brasil de acordo com as normas contidas na resolução CNS 466/12 Conselho Nacional de Saúde (BRASIL/MS, 2012). Tendo em vista a realização de Análises Sensoriais com humanos, os quais assinaram o termo do Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), consentindo em participar da pesquisa (ANEXO B).

A Resolução 466/2012/CNS/MS/CONEP, fundamenta-se nos principais documentos internacionais de que derivaram declarações e diretrizes sobre pesquisas que envolvem seres humanos, e pode ser considerada regulamentação norteadora da ética em pesquisas envolvendo seres humanos no Brasil, incorporando sob a ótica do indivíduo e das coletividades os quatro referenciais básicos da bioética: autonomia, não maleficência, beneficência e justiça, entre outros, e visa assegurar os direitos e deveres que dizem respeito à comunidade científica, aos sujeitos da pesquisa e ao Estado.

Esta resolução 466/2012/CNS/MS/CONEP entende, ainda, que todo procedimento de qualquer natureza envolvendo o ser humano, cuja aceitação não esteja ainda consagrada na literatura científica, será considerado como pesquisa e, portanto, deverá obedecer às diretrizes da presente Resolução. Os procedimentos referidos incluem entre outros, os de natureza instrumental, ambiental, nutricional, educacional, sociológica, econômica, física, psíquica ou biológica, sejam eles farmacológicos, clínicos ou cirúrgicos e de finalidade preventiva, diagnóstica ou terapêutica.

5 RESULTADO E DISCUSSÃO

5.1 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA

Para obtenção das formulações, inicialmente foram determinadas as proporções das matérias primas a serem usadas e que melhor atribuíssem ao produto final às características de macarrão fresco.

Após preparadas, as massas alimentícias foram submetidas às análises físico-químicas, cujos resultados obtidos estão expressos na Tabela 2. A composição centesimal do macarrão apresentou diferença significativa entre as diferentes formulações para as variáveis pH, resíduo mineral fixo, proteína e carboidrato (ANOVA, Teste de Tukey, $p < 0,05$).

Tabela 2 - Valores médios das análises físico-químicas realizadas com macarrão com diferentes concentrações de *Spirulina platensis*.

| Variável (%) | Formulações | | | |
|----------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | F1 | F2 | F3 | F4 |
| pH | 7,15 ^a ±0,00 | 6,92 ^b ±0,00 | 6,74 ^c ±0,00 | 6,56 ^d ±0,00 |
| Acidez Normal | 0,47 ^a ±0,01 | 0,71 ^a ±0,34 | 0,71 ^a ±0,34 | 0,71 ^a ±0,33 |
| Umidade | 31,82 ^a ±0,01 | 31,32 ^a ±0,43 | 31,14 ^a ±0,31 | 31,71 ^a ±0,15 |
| EST* | 68,18 ^a ±0,01 | 68,69 ^a ±0,43 | 68,86 ^a ±0,31 | 68,30 ^a ±0,15 |
| Cinzas | 0,75 ^d ±0,01 | 0,99 ^c ±0,02 | 1,33 ^b ±0,01 | 1,64 ^a ±0,03 |
| Proteínas | 9,09 ^d ±0,02 | 11,93 ^c ±0,08 | 13,29 ^b ±0,24 | 14,72 ^a ±0,04 |
| Lipídios | 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 |
| Calorias (Kcal/100 g) | 276,25 ^a ±2,38 | 277,40 ^a ±0,93 | 278,69 ^a ±1,04 | 276,06 ^a ±0,04 |

Médias ± desvio-padrão com letras diferentes na mesma linha diferiram entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

*Extrato Seco Total

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*.

As médias encontradas para o pH das massas alimentícias apresentaram diferenças significativa em relação ao aumento da concentração de *Sp. platensis*, onde a formulação padrão o pH correspondeu a 7,15 enquanto que a contendo 15% *Sp.* 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 *Sp. 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% *Sp. platensis*; 10% *Sp. platensis* e 15% *Sp. 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 *Sp. 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 resíduo mineral fixo evidencia que o aumento da concentração de *Sp. platensis* resulta na elevação do percentual de RMF. 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 RMF foram encontrados por Barros (2010) onde os valores obtidos para o enriquecimento de macarrão com 5, 10 e 15% de *Sp. platensis* foram 0,96; 1,35; 2,20%, respectivamente, enquanto a amostra controle apresentou 0,67%. O percentual encontrado de RMF 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 *Sp. platensis*. Nota-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.

Tabela 3 - Resultados do perfil de minerais da massa alimentícia com diferentes concentrações de *Spirulina platensis*.

| Elemento | F1 | F2 | F3 | F4 |
|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| K | 0,34 | 0,48 | 0,64 | 0,79 |
| P | 0,15 | 0,17 | 0,19 | 0,21 |
| Ca | 0,13 | 0,08 | 0,17 | 0,17 |
| Cl | 0,05 | 0,14 | 0,19 | 0,33 |
| Mg | 0,04 | 0,04 | 0,06 | 0,05 |
| Fe | 0,02 | 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| S | 0,01 | — | 0,01 | 0,005 |
| Si | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,007 |
| Mn | — | 0,01 | 0,01 | 0,007 |
| Zn | — | 0,01 | — | 0,004 |
| Cu | — | — | — | 0,002 |
| Rb | — | — | — | 0,002 |
| Sr | — | — | — | 0,001 |
| Br | — | — | — | 0,002 |

F1 – Macarrão padrão sem adição de *Spirulina platensis*; F2 - Macarrão com 5% de *Spirulina platensis*; F3 - Macarrão com 10% de *Spirulina platensis*; F4 - Macarrão com 15% de *Spirulina platensis*.

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, 2008).

As amostras 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 *Sp.platensis* 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.

Os percentuais proteicos conferidos pela substituição de parte da farinha de trigo por *Sp. platensis*, fundamentam a proposta do trabalho ao conferir ao produto final as características impostas pela legislação vigente para que o produto possa ser nomeado enriquecido ou adicionado de nutrientes. O produto final deve fornecer no mínimo 15% em relação à IDR de referência 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).

Na Tabela 4 é apresentado o percentual de proteína fornecida pelas diferentes formulações da massa alimentícia tendo como base a IDR de referência para cada faixa etária.

Tabela 4 - Percentual de proteína nas diferentes formulações da massa alimentícia com base na IDR de referência para cada faixa etária.

| Faixa Etária | Recomendação IDR (g) | Padrão (%) | 5% Sp. (%) | 10% Sp. (%) | 15% Sp. (%) |
|--------------------------|---------------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
| Lactente 7-11 | | | | | |
| meses | 11 | 82,64 | 108,45 | 120,82 | 133,82 |
| Crianças 1-3 anos | 13 | 69,92 | 91,77 | 102,23 | 113,23 |
| Crianças 4-6 anos | 19 | 47,84 | 62,79 | 69,95 | 77,47 |
| Crianças 7-10 | 34 | 26,74 | 35,09 | 39,09 | 43,29 |
| anos | | | | | |

F1 – Macarrão padrão sem adição de *Spirulina platensis*; F2 - Macarrão com 5% de *Spirulina platensis*; F3 - Macarrão com 10% de *Spirulina platensis*; F4 - Macarrão com 15% de *Spirulina platensis*.

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 *Sp. platensis* fornece 77,47% e 43,29% para a mesmas faixas etárias. Baseando-se no que preconiza a Portaria nº 31/98, todas as formulações contendo *Sp. platensis* fornecem o percentual de nutriente para que seja denominada enriquecida.

Quanto aos teores de gordura total, os valores médios apresentaram uma variação conforme o aumento das concentrações de *Sp. 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 (AMBROSIO, 2008).

Os carboidratos totais das formulações com substituição de parte da farinha de trigo por *Sp. platensis* corresponderam a 54,45%, 52,52% e 50,05%, para as concentrações de 5, 10 e 15% de *Sp. platensis* respectivamente, que foram consideravelmente menores, em relação a 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 Moraes 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. Na Figura 4 esta o percentual de macronutrientes bem como comportamento da substituição de parte de farinha de trigo por *Sp. platensis*.

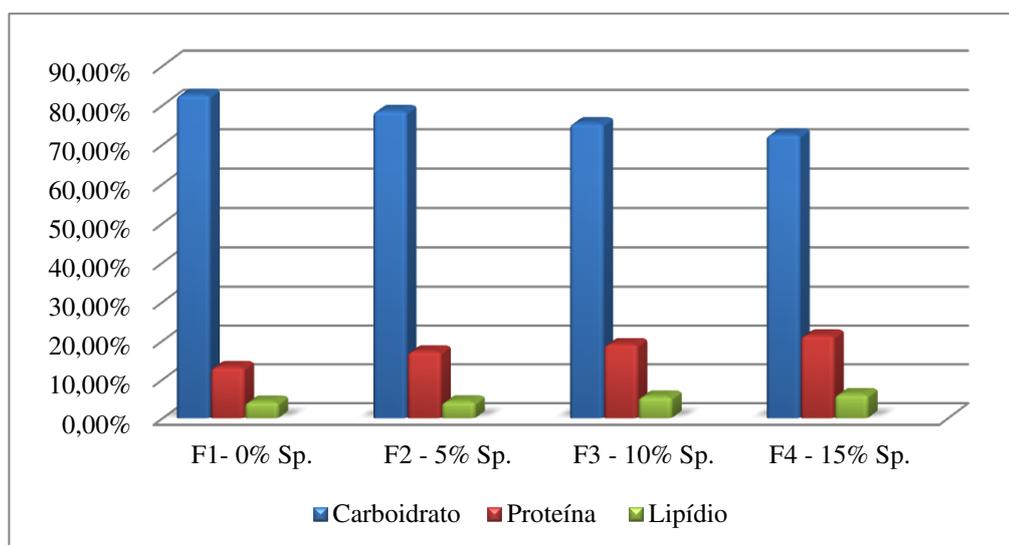


Figura 4 - Quantidade percentual de macronutrientes fornecidos pelas formulações de massas alimentícias.

F1 – Macarrão padrão sem adição de *Spirulina platensis*; F2 - Macarrão com 5% de *Spirulina platensis*; F3 - Macarrão com 10% de *Spirulina platensis*; F4 - Macarrão com 15% de *Spirulina platensis*.

O valor calórico médio para as formulações acrescidas de *Sp. platensis* foi 277,38 kcal/100g, valor esse que não se distancia de forma significativa da formulação padrão (276,25 kcal). 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).

As formulações em que houve o enriquecimento com *Spirulina platensis*, quando comparadas com a amostra comercial de macarrão, evidenciou-se que as formulações contendo 5, 10 e 15% de *Spirulina* apresentaram valores diferenciados e menores aos do macarrão industrializado, 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 1 prato raso, como demonstrado na Tabela 5.

Tabela 5 – Comparativo entre as formulações adicionadas de *Sp. platensis* em relação a fórmula industrializada.

| Porção de 80 g (1 prato raso) | Massa Industrializada * | Massa com 5% de <i>Sp.</i> | Massa com 10% de <i>Sp.</i> | Massa com 15% de <i>Sp.</i> |
|----------------------------------|----------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 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 |

Vale salientar que as massas alimentícias acrescidas de *Sp. platensis* apresentaram alterações físicas, similares ao produto convencional durante e após o processo de cocção úmida, não havendo desprendimento de pigmentos na água de cozimento. O tempo médio de cozimento foi igual há 7 minutos, e o fator térmico médio calculado com base em Ornelas (2000) [Fator Térmico-FT= rendimento/peso líquido] das massas alimentícias correspondeu a 2,2.

5.2 CARACTERIZAÇÃO SENSORIAL

Todas as formulações de macarrão foram submetidas à avaliação sensorial por 53 pré-escolares e escolares da rede municipal de ensino não treinados. A equipe foi composta por 24 crianças do gênero feminino (45,28%) e 29 do gênero masculino (54,72%) com idades entre 4 e 9 anos.

Na Figura 5 pode ser observado o percentual de aceitação, indiferença e rejeição das quatro formulações de massa alimentícia com e sem adição *Spirulina platensis*. Evidencia-se que a formulação que continha 15% *Spirulina platensis* (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 adicionadas de *Spirulina platensis*.

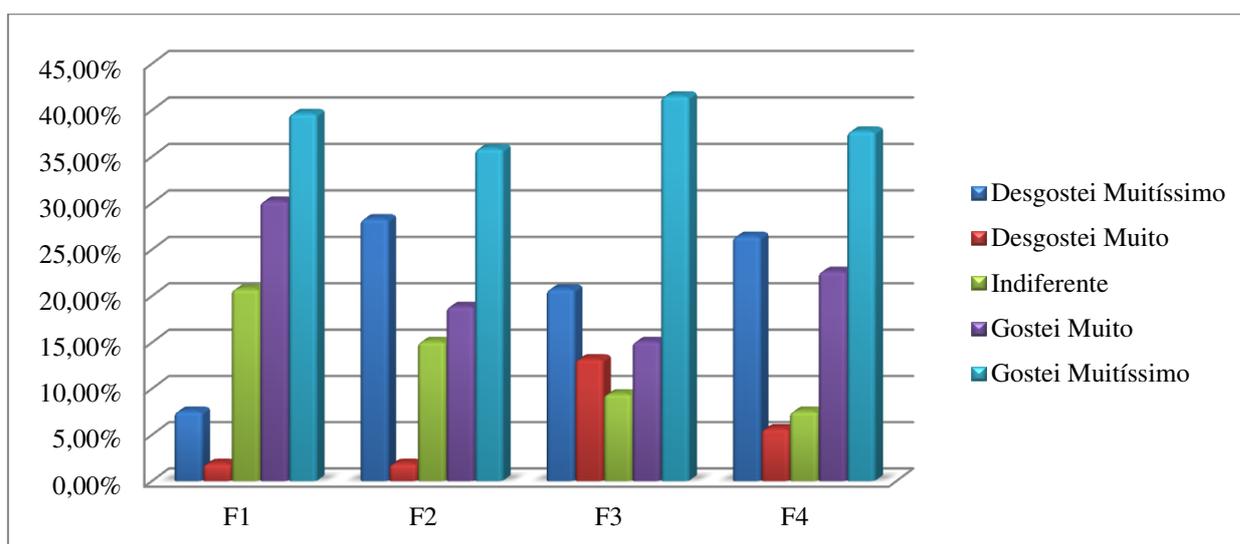


Figura 5 - Percentual de aceitação, indiferença e rejeição das quatro formulações de massa alimentícia com e sem adição *Spirulina platensis*.

F1 – Macarrão padrão sem adição de *Spirulina platensis*; F2 - Macarrão com 5% de *Spirulina platensis*; F3 - Macarrão com 10% de *Spirulina platensis*; F4 - Macarrão com 15% de *Spirulina platensis*.

Barros (2010) obteve resultados semelhantes ao avaliar macarrão enriquecido com *Spirulina*, 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* 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 a 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 quirera 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*, os produtos podem alterar a coloração afetando diretamente sua aparência e, conseqüentemente, ocasionando a rejeição por parte dos julgadores.

Na Tabela 6 são apresentados os escores médios da avaliação de aceitabilidade das formulações 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.

Tabela 6 - Escores médios dos testes de aceitação sensorial de macarrão espaguete adicionado de diferentes concentrações de *Spirulina platensis* por crianças entre 4 a 9 anos.

| Formulação | Aceitação Geral |
|-------------------|------------------------|
| F1 | 3,93 ±1,17 |
| F2 | 3,32 ±1,65 |
| F3 | 3,43 ±1,62 |
| F4 | 3,40 ±1,66 |

Médias ± desvio-padrão pelo teste de Tukey (p<0,05).

F1 – Macarrão padrão sem adição de *Spirulina platensis*; F2 - Macarrão com 5% de *Spirulina platensis*; F3 - Macarrão com 10% de *Spirulina platensis*; F4 - Macarrão com 15% de *Spirulina platensis*.

Todas as formulações (padrão, 5, 10, 15% de adição de *Spirulina*) 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 *Sp. 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 *Sp. platensis* apresentou o escore cujo termo hedônico foi “gostei moderadamente”.

Na pesquisa com biscoito de chocolate enriquecidos com *Spirulina* desenvolvida por Morais et al. (2006), a análise sensorial expõem que as três amostras adicionadas de *Spirulina* 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.

No mesmo estudo de Garib (2002) quando a formulação foi analisada sensorialmente por uma equipe de painelistas treinados, utilizando escala hedônica de 5 pontos, o resultados alcançado (média de 3,3, equivalente ao conceito “gostei ligeiramente”) assemelhasse a média obtida pelas formulações de macarrão acrescidas de *Sp. 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 *Sp. 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”.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

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.

As massas alimentícias frescas enriquecidas com *Sp. platensis* desenvolvidas 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 quantificação percentual de vitaminas e fibras.

REFERÊNCIAS

AMARAL, M. J. C. S. **Avaliação dos fatores de risco individuais e familiares para desnutrição energético proteica em crianças com até 60 meses de idade, em Berilo, MG.** 2006. 145p Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Medicina. 2006.

AMBROSI, M. A.; REINEHR, C. O.; BERTOLIN, T. E.; COSTA, J. A. V.; COLLA, L. M. Propriedades de saúde de *Spirulina* spp. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, v. 29, n.2, p. 109 - 117, 2008.

ANDRADE, M. R.; COSTA, J. A. V. Cultivo da microalga *Spirulina platensis* em fontes alternativas de nutrientes. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 5, p. 1551-1556, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MASSAS ALIMENTÍCIAS. **Dados.** Disponível em: <http://abima.com.br/> Acesso em: 05 de fevereiro 2015.

BARROS, K. K. S. **Produção de biomassa de *Arthrospira platensis* (*Spirulina platensis*) para alimentação humana.** 2010. 111 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. INAN. Pesquisa nacional sobre saúde e nutrição. Perfil de crescimento da população brasileira de 0 a 25 anos. Ministério da Saúde. Brasília, 1990. 60f.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº 31, de 13 de janeiro de 1998. Aprova o Regulamento Técnico referente a Alimentos Adicionados de Nutrientes Essenciais. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília (DF); 1998.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 93 de 31 de Outubro de 2000.** Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Massa alimentícia. **Diário Oficial [da] União.** Brasília, Novembro de 2000. Seção I.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC n. 263, 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo,** Brasília, DF, 23 set. 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4. ed. **Instituto Adolfo Lutz**. Brasília: Ministério da Saúde, 2005. 1018 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Política Nacional de Alimentação e Nutrição / Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. – Brasília: **Ministério da Saúde**, 2012.

BELIK, Walter. Perspectivas para segurança alimentar e nutricional no Brasil. **Saúde e Sociedade** v.12, n.1, p.12-20, janeiro-junho 2003.

CARREIRA, C.M, ROBEIRO, L.R, MAURO, M.O, POMIN, R, OLIVEIRA, R.J. Efeitos biológicos da *Spirulina Sp.* e suas possíveis implicações na prevenção do câncer. **Revista Terra e Cultura**- Caderno de Ensino e Pesquisa- Centro Universitário Filadélfia, Nº 54 - Ano 28 – Jan/jun. de 2012.

DERNER, R. B. **Efeito de fontes de carbono no crescimento e na composição bioquímica das microalgas *Chaetoceros muelleri* e *Thalassiosira fluviatilis*, com ênfase no teor de ácidos graxos poliinsaturados**. 2006. 140 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologia de farinhas mistas**: uso de farinhas mistas na produção de massa alimentícia. Editores: Ahmed El-Dash e Rogério Germani - Centro Nacional de Pesquisa e Tecnologia Agroindustrial de Alimentos: Brasília, 1994.

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de alimentos**. 2^a ed. São Paulo: Atheneu, 2008.

FIGUEIRA, F. S, CRIZEL, T.M, SILVA, C. R, MERCEDES, M. Pão sem glúten enriquecido com a microalga *Spirulina platensis*. **Braz. J. Food Technol.**, Campinas, v. 14, n. 4, p. 308-316, out./dez. 2011.

FOLCH, J., LESS, M., STANLEY, S. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **Journal of Biological Chemistry**, v. 226, n. 1, p. 497-509. 1957.

GARIB, C. C. **Alimentação balanceada: uma proposta alternativa de merenda escolar**. 2002. 82f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, 2002.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, N.A. **Fundamentos da metodologia científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010, 320p.

LIMA, A.L.L., SILVA, A.C.F., KONNO, S.C., CONDE, W.L., BENICIO, M.H.A., MONTEIRO, C.A. Causas do declínio acelerado da desnutrição infantil no Nordeste do Brasil (1986-1996-2006). **Revista Saúde Pública** 2010, v. 44, n.1, p.17-27. 2010.

MALUF, M. L. F.; WEIRICH, C. E.; DALLAGNOL, J. M.; SIMÕES, M. R.; FEIDEN, A.; BOSCOLO, W. R. Elaboração de massa fresca de macarrão enriquecida com pescado defumado. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 69, n. 1, 2010.

MONTEIRO, C. A. A dimensão da pobreza, da fome e da desnutrição no Brasil. *Estudos Avançados*, São Paulo, v. 9, n. 24, 1995.

MONTEIRO, CA, CONDE, WL. Tendência secular da desnutrição e da obesidade na infância na cidade de São Paulo (1974-1996). **Revista de Saúde Pública**. v. 34, n. 6, p. 52-61. 2000

MONTEIRO CA, BENÍCIO MHD, KONNO SC, SILVA ACF, LIMA ALL, CONDE WL. Causas do declínio da desnutrição infantil no Brasil, 1996-2007. **Revista de Saúde Pública**. v. 43, n. 1, p. 35-43. 2009.

MORAIS, M.G.; MIRANDA, M.Z.; COSTA, J.A.V. Biscoitos de chocolate enriquecidos com *Spirulina platensis*: características físico-químicas, sensoriais e digestibilidade. **Alimentação e Nutrição**, Araraquara, v. 17, n. 3, p. 323-328, jul./set. 2006.

MULITERNO, A.; MOSELE, P. C.; COSTA, J. A. V.; HEMKEMEIER, M.; BERTOLIN, T. E.; COLLA, L. M. Cultivo mixotrófico da microalga *Spirulina platensis* em batelada alimentada. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 6, p. 1132 - 1138, 2005.

NICOLETTI, A. M. **Enriquecimento nutricional de macarrão com uso de subprodutos agroindustriais de baixo custo**. 2007. 77 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2007.

OLIVEIRA, F. C.C; COTTA, R.M.M.; RIBEIRO, A.Q; SANTA'ANA, L.F.R; PRIORE, S.E; FRANCESCHINI,S.C.C. Estado nutricional e fatores determinantes do déficit

estatural em crianças cadastradas no Programa Bolsa Família. **Epidemiologia Serviço de Saúde**, Brasília, v.20, n.1, p.7-18, jan/mar. 2011.

ORNELLAS, L. H. **Técnica Dietética: Seleção e Preparo de Alimentos**. 8ª ed. São Paulo: Atheneu, 2000.

ROCHA, D. R. C; PEREIRA JÚNIOR, G. A; VIEIRA, G; PANTOJA, L; SANTOS, A.S; PINTO, N.A.V.D. Macarrão adicionado de Ora-Pro-Nóbis desidratado. **Alimentação e Nutrição**, Araraquara, v. 19, n.4, p 459-465, out/dez.2008.

ROGATTO, G. P; OLIVEIRA, C. A. M; SANTOS, J. W; MACHADO, F. B; NAKAMURA, F.Y; MORAIS, C; ZAGATTO, A. M; FARIAS, M.C; AFONSO, M; MELLO, M.A.R. Influência da ingestão de espirulina sobre o metabolismo de ratos exercitados. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte** .Vol. 10, Nº 4 – Jul/Ago, 2004.

SANTOS, K. R. S. **Estudos de desenvolvimento, moleculares e do potencial biotecnológico em cepas de cianobactérias provenientes de lagoas salinas do Pantanal da Nhecolândia, MS, Brasil: *Anabaenopsis elenkinii* (Nostocales) e *Arthrospira platensis* (Oscillatoriales)**. 2013. 194f. Tese (Doutorado), Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, São Paulo.

VELLOZO, E.P; FISBERG, M. O impacto da fortificação de alimentos na prevenção da deficiência de ferro. **Revista Brasileira Hematologia e Hemoterapia**. v. 32, n. 2, p. 134-139, 2010.

APÊNDICES

APÊNDICE A : FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO SENSORIAL – ESCALA HEDÔNICA DE EXPRESSÃO FACIAL.

| | | | | |
|---|---|---|--|---|
| AVALIAÇÃO SENSORIAL | | | | |
| Nome: _____ | | Data: __/__/____ | | |
| Idade: _____ | | | | |
| Faça um X dentro do quadrado abaixo da figura que melhor descreve sua opinião sobre o produto: | | | | |
|  |  |  |  |  |
| () | () | () | () | () |

Escala hedônica facial para criança

Fonte: Gastaldon, 2007.

ANEXOS

ANEXO A

Termo do Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Prezado (a) Senhor (a)

Esta pesquisa é sobre massa alimentícia enriquecida com *Spirulina* e está sendo desenvolvida por Raquel Dantas de Melo, aluna de Graduação em Nutrição da Universidade Federal de Campina Grande/CES, sob a orientação da Professora Msc. Nilcimelly Rodrigues Donato.

A realização desta pesquisa é justificada pela necessidade de avaliar a aceitação sensorial de preparações obtidas pelo enriquecimento de massa alimentícia do tipo espaguete, tendo em vista o elevado teor proteico e nutricional da *Spirulina*, que pode ser adicionada a alimentação humana através da fortificação de alimentos, e como o espaguete faz parte do consumo usual das famílias além de ser um produto de baixo custo.

Objetivos do Estudo:

Analisar o nível de aceitação sensorial de diferentes amostras de massa alimentícia enriquecida com *Spirulina* com diferentes proporções desta, destinado ao consumo humano, com características nutricionais e organolépticas satisfatórias.

Para tanto, V. Sa. receberá 04 preparações obtidas a partir da *spirulina*, onde deverá avaliar a aceitação sensorial dos atributos aparência, cor, aroma, sabor, textura e fará uma avaliação da aceitação global, além comparação entre as amostras de massas alimentícias submetidas à avaliação sensorial.

Informamos que essa pesquisa não oferece riscos, previsíveis, para a sua saúde. Todavia, por as preparações serem elaboradas a partir de algas que são consideradas como alimentos perecíveis e, portanto, na ocasião da aplicação das análises sensoriais, as preparações deverão estar isentas de qualquer risco de contaminação para os provadores. Estas contaminações poderão também ser provenientes do processamento das amostras. Para amenizar este fator de contaminação, haverá todo um procedimento asséptico na elaboração dos produtos. Além disto, antes da aplicação das análises sensoriais as amostras serão submetidas às análises microbiológicas que deverão demonstrar a qualidade higiênico-sanitária dos produtos elaborados, sendo descartados e não submetidos aos testes sensoriais quando os resultados estiverem acima dos valores permitidos pela legislação específica.

Desta forma, o protocolo metodológico utilizado tanto durante o processo de elaboração das preparações, assim como antes da aplicação da análise sensorial, garantirá que o provador estará recebendo amostras sem nenhum risco de contaminação microbiológica.

Igualmente, os benefícios que a pesquisa poderá trazer para população, como a oferta de um alimento com propriedades nutritivas superam todos os possíveis riscos que possam ocorrer, mas que serão a todos os momentos contornados e controlados.

Solicitamos a sua colaboração na avaliação sensorial, como também sua autorização para apresentar os resultados deste estudo em eventos e publicar em revista científica, bem como da realização de imagens (fotos). Por ocasião da publicação dos resultados, seu nome será mantido em sigilo. Só deve participar desta pesquisa quem for consumidor de massa alimentícia do tipo espaguete.

Esclarecemos que sua participação no estudo é voluntária e, portanto, o(a) senhor(a) não é obrigado(a) a fornecer as informações e/ou colaborar com as atividades solicitadas pelo Pesquisador(a). Caso decida não

participar do estudo, ou resolver a qualquer momento desistir do mesmo, não sofrerá nenhum dano, nem haverá modificação na assistência que vem recebendo na Instituição.

Os pesquisadores estarão a sua disposição para qualquer esclarecimento que considere necessário em qualquer etapa da pesquisa.

Diante do exposto, declaro que fui devidamente esclarecido(a) e dou o meu consentimento para participar da pesquisa e para publicação dos resultados. Estou ciente que receberei uma via desse documento.

Assinatura do Participante da Pesquisa
ou Responsável Legal

Assinatura da Testemunha

Contato com o Pesquisador (a) Responsável:

Caso necessite de maiores informações sobre o presente estudo, favor ligar para as Pesquisadoras Nilcimelly Rodrigues Donato e Raquel Dantas de Melo.

Endereço (Setor de Trabalho): Universidade Federal de Campina Grande-UFCG. Centro de Educação e Saúde. Unidade Acadêmica de Saúde. Rua Olho D'Água da Bica, s/n. Cuité/PB. Telefone: (83) 9616-0053

HUAC - Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos. Rua: Dr. Carlos Chagas, s/n, São José. Campina Grande- PB. Telefone: (83) 2101-5545

Atenciosamente,

Assinatura do Pesquisador Responsável

Assinatura do Pesquisador Participant

ANEXO B

| | |
|--|---|
| HOSPITAL UNIVERSITÁRIO ALCIDES CARNEIRO / UNIVERSIDADE FEDERAL DE |  |
|--|---|

COMPROVANTE DE ENVIO DO PROJETO**DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

Título da Pesquisa: ENRIQUECIMENTO DE MASSAS ALIMENTÍCIAS COM SPIRULINA
PLATENSIS: UMA ALTERNATIVA PARA O COMBATE DE DESNUTRIÇÃO.
Pesquisador: Nilcimeily Rodrigues Donato
Versão: 1
CAAE: 41536814.2.0000.5182
Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE

DADOS DO COMPROVANTE

Número do Comprovante: 007636/2015
Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

| | |
|---|-------------------------------------|
| Endereço: Rua Dr. Carlos Chagas, s/n | CEP: 58.107-870 |
| Bairro: São José | Município: CAMPINA GRANDE |
| UF: PB | E-mail: cep@fuec.ufcg.edu.br |
| Telefone: (83)2101-5545 | Fax: (83)2101-5523 |