

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE EDUCAÇÃO E SAÚDE
UNIDADE ACADÊMICA DE SAÚDE
CURSO DE BACHARELADO EM NUTRIÇÃO

JAYANNY CLAYBIANNY ARAÚJO FERNANDES

ELABORAÇÃO DE UM PRODUTO DE PANIFICAÇÃO, DO
TIPO PÃO, ENRIQUECIDO PELA ADIÇÃO DE *Spirulina*
platensis

Cuité/PB

2016

JAYANNY CLAYBIANNY ARAÚJO FERNANDES

**ELABORAÇÃO DE UM PRODUTO DE PANIFICAÇÃO, DO TIPO PÃO,
ENRIQUECIDO PELA ADIÇÃO DE *Spirulina platensis***

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.

Orientadora: Dra. Nilcimelly Rodrigues Donato.

Cuité/PB

2016

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

F363e Fernandes, Jayanny Claybianny Araújo.

Elaboração de um produto de panificação, do tipo de pão, enriquecido pela adição de spirulina platensis. / Jayanny Claybianny Araújo Fernandes. – Cuité: CES, 2016.

56 fl.

Monografia (Curso de Graduação em Nutrição) – Centro de Educação e Saúde / UFCG, 2016.

Orientadora: Nilcimelly Rodrigues Donato.

1. Dioterapia. 2. Spirulina platensis . 3. Pão. I. Título.

Biblioteca do CES - UFCG

CDU 615.874.2

JAYANNY CLAYBIANNY ARAÚJO FERNANDES

ELABORAÇÃO DE UM PRODUTO DE PANIFICAÇÃO, DO TIPO PÃO,
ENRIQUECIDO PELA ADIÇÃO DE *Spirulina platensis*.

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.

Aprovado em ____ de _____ de _____.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a Dra Nilcimelly Rodrigues Donato
Universidade Federal de Campina Grande
Orientador

Nutricionista Jessica Lima Moraes
Universidade Federal de Campina Grande
Examinador

Nutricionista Mikaelle Albuquerque de Souza
Universidade Federal de Campina Grande
Examinador

Cuité/PB

2016

A minha amada mãe, Rita Bezerra de Araújo, a minha amada irmã Janieli Araújo dos Santos, que estiveram comigo, me encorajando e incentivando a buscar e realizar meus ideais, ideais esses compartilhados por nós, a vocês essa vitória.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela oportunidade concedida, por todas as bênçãos alcançadas, pelo fortalecimento ao longo da caminhada, pela concretização desse sonho, alimentado ao longo dos anos da graduação.

A minha mãe, por tamanho esforço e dedicação, por todo suor derramado em prol do nosso sonho. Obrigada por acreditar, eu a amo!

A minha irmã, por todo companheirismo, por todo apoio durante a jornada, por todas as dificuldades compartilhadas. Obrigada, eu te amo!

Aos meus avós, a minha bisavó (in memoriam), aos meus tios, que estiveram presentes, nos momentos difíceis e agora na vitória dessa caminhada. O meu obrigada.

À Universidade Federal de Campina Grande, campus Cuité, pela oportunidade de crescimento e aprendizado;

À minha orientadora, Prof. Nilcimelly Donato Rodrigues, pelo conhecimento repassado, ensinamento, paciência e disponibilidade. Agradeço por fazer do meu Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), uma tarefa enriquecedora.

Ao corpo docente do curso de Nutrição CES-UFCG, em especial à professora Maria Elieidy Gomes de Oliveira pelo exemplo de dedicação e comprometimento profissional, e por disseminar seus conhecimentos e experiências;

Aos meus amigos que a vida que apresentou e presenteou. Gostaria de agradecer aos que se mostraram tão importantes. Aqui representados por Valéria Lima e Fernanda Souza, obrigada pelo pensamento positivo, e palavras de ajuda.

Em especial à amizade, o companheirismo e parceria de Samaya Salisianne e Raquel Medeiros, vocês contribuíram para o sucesso desse trabalho e de toda essa caminhada. Minha gratidão a vocês.

Pois eu sei que o meu Redentor
vive, e que por fim se levantará
sobre a terra. Jó, 19: 25

RESUMO

FERNANDES, J. C. A. **Elaboração de um produto de panificação, do tipo pão, enriquecido pela adição de *Spirulina platensis***. 2016. 56f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Nutrição) – Universidade Federal de Campina Grande, Cuité, 2016.

Atualmente muitos estudos têm sido desenvolvidos, na área da biotecnologia alimentar, inclusive pela própria indústria alimentícia, visando encontrar novas fontes de alimentos, ou mesmo enriquecer produtos já existentes. Entre as alternativas para a fortificação, por exemplo, estão as microalgas, que vem cada vez mais adquirindo espaço no âmbito alimentar. A *Spirulina platensis* é uma cianobactéria filamentosa que habita meios como solos, pântanos, lagos alcalino e águas salobras, marinhas e doces. Essa microalga tem composição diversificada, estudos indicam altos teores de proteína, importante atividade antioxidante e teores consideráveis de ácidos graxos e micronutrientes. Há uma tendência ao desenvolvimento de produtos com o enriquecimento com *Spirulina platensis*, ou simplesmente o consumo da biomassa ou bebidas já estão sendo disponibilizadas para o consumo doméstico. Desta forma o estudo objetivou-se a produzir um produto de panificação (pão) enriquecido pela adição de *Spirulina platensis*. Elaborou-se quatro formulações de pão com diferentes percentuais de *Spirulina platensis* (0%, 1%, 3% e 5%). Estes pães foram submetidos testes para descrever o perfil físico-químico, microbiológico e análise sensorial, para avaliar sua aceitabilidade para consumo. Os resultados da composição centesimal das formulações mostrou diferença significativa na maioria dos nutrientes, sendo mais evidente foi no percentual proteico, objetivo do enriquecimento. Quanto a sua aceitabilidade, a amostra que obteve melhor aceitação em relação a intenção de compra, foi a amostra com maior porcentagem (5%) de *spirulina*, sendo também a maior média em relação a avaliação global. Porém quanto ao sabor o produto melhor aceito entre os demais foi a amostra com 3% da microalga. Assim a incorporação de *spirulina* na formulação de pães, resultou em produtos resultou em produtos com boa aceitação pelos provadores e com valor nutricional agregado, atendendo a crescente demanda por produtos nutricionalmente melhorados. Há a necessidade de mais estudos, e testes que melhorem a viabilidade do enriquecimento nutricional com *Spirulina platensis*, em produtos de panificação.

Palavras-chave: *Spirulina platensis*. Pão. Enriquecimento proteico.

ABSTRACT

FERNANDES, J. C. A. **Preparation of a bakery product, bread type, enriched by the addition of *Spirulina* (*Spirulina platensis*)**. 2016. 56f. Completion of Course Work (Degree in Nutrition) - Federal University of Campina Grande, Cuité, 2016.

Currently many studies have been developed in the field of food biotechnology, including by the food industry, aiming to find new sources of food, or enrich existing products. Among the alternatives to fortify, for example, there is the microalgae, which is increasingly gaining space in the food sector. *Spirulina platensis* is a filamentous cyanobacterium that lives in environments such as soils, wetlands, alkaline lakes and brackish, marine and fresh waters. This microalgae has a diversified composition, and studies indicate high protein content, an important antioxidant activity and considerable levels of fatty acids and micronutrients. There is a tendency to develop enriched products with *Spirulina platensis*, or simply the consumption of biomass or drinks are already available for domestic consumption. Thus, the study aimed to produce a bakery product (bread) enriched by the addition of *Spirulina platensis*. It was developed four formulations with different the percentage of *Spirulina platensis* (0%, 1%, 3% and 5%). These breads underwent tests to describe the physical and chemical profile, microbiological and sensory analysis to assess its acceptability for consumption. The results of the centesimal composition of the formulations showed significant differences in most nutrients, and the most evident one was in the protein percentage, which is the enrichment goal. For its acceptability, the sample that had a better acceptance regarding purchase intent was the one with the highest percentage (5%) of spirulina, being also the highest average in relation to overall assessment. However, considering the taste, the best product accepted among other samples was the one with 3% of microalgae. Thus the incorporation of spirulina in the formulation of bread, resulted in products resulted in products with good acceptance by the tasters and with added nutritional value , meeting the growing demand for nutritionally improved products . There is a need for more studies and tests that improve the viability of nutritional enrichment with *Spirulina platensis*, in bakery products.

Keywords: *Spirulina platensis*. Bread. Enrichment-protein.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma da produção dos pães com biomassa de <i>Spirulina platensis</i>	32
Figura 2 – Carbonização das amostras.....	33
Figura 3 – Incineração das amostras.....	33
Figura 4 – Determinação do extrato etéreo.....	34
Figura 5 – Determinação de proteínas totais.....	34
Figura 6 – Determinação de pH.....	35
Figura 7 – Amostras codificadas.....	35
Figura 8 – Realização da análise sensorial.....	36
Figura 9 – Pães embalados a vácuo.....	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Formulação dos pães.....	32
Tabela 2: Resultados da análise físico química: média (\pm desvios-padrão) dos teores de umidade, lipídios, cinzas, proteína e carboidratos totais compra.....	38
Tabela 3: Resultados da análise sensorial	39

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADA	American Diabetes Association
ANVISA	Agência Nacional De Vigilância Sanitária
CA-SP	Cálcio Spirulan
CES	Centro De Educação E Saúde
DM	Diabetes Mellitus
EPS	Polissacarídeos Extracelulares ou Exopolissacarídeos
FAO	Food And Agriculture Organization
FDA	Food Na Drug Administration
GRAS	Generally Reorganized As Safe
HIV	Human Immunodeficiency Virus
IAL	Instituto Adolfo Lutz
IFN- GAMA	Interferon-gama
LASA	Laboratório De Análise Sensorial
LATED	Laboratório de Técnica Dietética
ME OH	Metanol
NCI	National Cancer Institute
NASA	National Aeronautics And Space Administration
NK	Natural Killer
pH	Potencial Hidrogeniônico
RDA	Recommended Dietary Allowance
RMF	Resíduo Mineral Fixo
SBD	Sociedade Brasileira De Diabetes
TCLE	Termo Do Consentimento Livre e Esclarecido
UL	Tolerable Upper Intake Level

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 OBJETIVOS	17
2.1 OBJETIVO GERAL.....	17
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
3.1 PRODUTOS ENRIQUECIDOS (FORTIFICADOS).....	18
3.2 MICROALGAS.....	19
3.3 MICROALGA SPIRULINA PLATENSIS.....	19
3.4 COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL.....	22
3.4.1 Perfil de aminoácidos	23
3.4.2 Efeito antioxidante	23
3.5 BENEFÍCIOS A SAÚDE	24
3.5.1 Efeitos sobre a obesidade	24
3.5.2 Efeitos sobre a diabetes	24
3.5.3 Efeitos na microbiota intestinal	25
3.5.4 Efeitos antivirais	25
3.5.5 Desnutrição	26
3.6 FORTIFICAÇÃO (ENRIQUECIMENTO DE ALIMENTOS)	28
4 METODOLOGIA	31
4 MATÉRIA PRIMA	31
4.2 ELABORAÇÃO E PROCESSAMENTO DAS AMOSTRAS.....	31
4.3 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS FORMULAÇÕES DE PÃO....	33
4.4 TEOR DE ÁGUA.....	33
4.5 RESÍDUO MINERAL FIXO.....	33
4.6 LIPÍDIOS TOTAIS.....	33
4.7 PROTEÍNAS TOTAIS.....	34
4.8 CARBOIDRATOS TOTAIS.....	34
4.9 ANÁLISE DE pH.....	34
4.10 AVALIAÇÃO SENSORIAL DOS PÃES.....	35
4.11 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	36
4.12 PROCEDIMENTOS ÉTICOS.....	36

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
5.1 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA.....	37
5.2 CARACTERIZAÇÃO MICROBIOLÓGICA.....	39
5.3 CARACTERIZAÇÃO SENSORIAL.....	39
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	42
REFERÊNCIAS.....	43
ANEXOS.....	51

1INTRODUÇÃO

Muitos estudos têm sido desenvolvidos, na área da biotecnologia alimentar, inclusive pela própria indústria alimentícia, visando encontrar novas fontes de alimentos, ou mesmo enriquecer produtos já existentes. Entre as alternativas para a fortificação, por exemplo, estão as microalgas, que tem cada vez mais ganhado espaço no âmbito de tratar déficits nutricionais. A importância econômica desses micro-organismos é determinada pela diversidade de uso das algas, e em vários países no mundo, desde a indústria alimentícia à de medicamentos, de imunostimulantes à biocombustíveis, da cosmética à agricultura (VIDOTTI, 2004).

Algumas microalgas incrementam o conteúdo nutricional de alimentos convencionais, afetando positivamente a saúde de humanos e animais, a partir das suas características bioquímicas, as microalgas despertam a atenção particularmente na produção de proteína, uma vez que algumas espécies podem conter mais de 50% de material proteico como tem sido evidenciado em várias espécies de *Scenedesmus*, *Spirulina* e *Dunaliella* (BECKER, 1994).

O objetivo do cultivo de microalgas é a produção de biomassa com vistas à elaboração de alimentos e também para a obtenção de compostos naturais com alto valor no mercado mundial (DERNER et al., 2006). Dentre estes compostos, destacam-se ácidos graxos poliinsaturados, carotenóides, ficobilinas, polissacarídeos, vitaminas, esteróis e diversos compostos bioativos naturais, sendo que, desta forma, as microalgas apresentam potencial de uso no desenvolvimento de alimentos funcionais, por suas propriedades específicas a exemplo da elevada atividade antioxidante. (MORAIS; COSTA, 2008; MIRANDA et al., 1998; RAYMUNDOHORTA; FETT, 2004).

Há uma facilidade para o cultivo das microalgas que podem ser produzidas em diversificados ambientes como solos impróprios para agricultura e pecuária, utilizando águas salobras, salgada ou resíduos do processo de dessalinização, contribuem para a disponibilidade do uso (ANTENNA TECHNOLOGIES, 2000). Algumas microalgas como *Spirulina* e *Chlorella*, desde 2003 possuem o certificado GRAS (Generally Recognized As Safe), podendo ser utilizadas como alimento sem oferecer risco a saúde. Desde 23 de junho de 1981 a *Spirulina* foi legalmente aceita pelo FDA (Food and Drug Administration) que declarou que "A *Spirulina* é uma fonte de proteínas e contém várias vitaminas e minerais. Ela pode ser legalmente comercializada como alimento ou

complemento alimentar desde que precisamente qualificada e livre de contaminantes e de adulteração com substâncias" (FDA, 2003).

A *Spirulina platensis* é uma cianobactéria filamentosa que habita meios como solos, pântanos, lagos alcalinos e águas salobras, marinhas e doces (RICHMOND, 1990). Por meio de fotossíntese, converte os nutrientes em matéria celular e libera oxigênio. É consumida a milhares de anos por Astecas e Maias como fonte de alimentação primária, que contém elevados níveis de antioxidante, como por exemplo, carotenoides, especialmente beta-caroteno e ficocianina, que é seu pigmento principal (GUARIENTI; BERTOLIN; COSTA, 2010). Também conhecida como algas azuis, verde ou verde azuladas são microorganismos muito antigos com fósseis datados de 3,5 bilhões anos atrás, a evolução ao longo dos anos, promoveu sua variedade de compostos biologicamente ativos, conferindo assim a propriedade funcional, geralmente podem ser encontradas em ambientes aquáticos, terrestres, com neve e até regiões desérticas. Essa microalga tem composição diversificada, estudos indicam altos teores de proteína, importante atividade antioxidante e teores consideráveis de ácidos graxos e micronutrientes (RICHMOND, 1990; OLIVEIRA et al., 2013; MORAES, 2006).

Atualmente muito se tem falado sobre a adição, enriquecimento e até melhoramento de alimentos. Quanto a fortificação segura de produtos o Ministério da Saúde por meio da Secretaria de Vigilância Sanitária disponibiliza a PORTARIA N ° 31, DE 13 DE JANEIRO DE 1998, onde define um produto fortificado como: “Considera-se alimento fortificado/enriquecido ou simplesmente adicionado de nutrientes todo alimento ao qual for adicionado um ou mais nutrientes essenciais contidos naturalmente ou não no alimento, com o objetivo de reforçar 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” (BRASIL, 1998).

Atualmente tem sido desenvolvido produtos com o enriquecimento com *Spirulina platensis*, ou mesmo a microalga em pó ou bebidas já estão sendo disponibilizadas para o consumo doméstico. No campo científico o intuito da fortificação é agregar a produtos todo o potencial nutricional da microalga ou repor substâncias perdidas no processo de fabricação.

Desta forma o presente trabalho pretendeu elaborar um produto de panificação, do tipo pão, enriquecido pela adição de *S. platensis* em diferentes concentrações.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Produzir um produto de panificação (pão) enriquecido proteicamente pela adição de *Spirulina platensis*.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desenvolver formulações com diferentes concentrações de adição de *Spirulina platensis*;
- Determinar a composição físico química e realizar análises microbiológicas das diferentes formulações com *Spirulina platensis*;
- Analisar a aceitação sensorial dos pães com diferentes concentrações de *Spirulina plantesis*;
- Estabelecer fluxograma de processamento aplicável a população em geral.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 PRODUTOS ENRIQUECIDOS (FORTIFICADOS)

Nos dias atuais é crescente a preocupação com a saúde e com fatores que possam garanti-la ou melhorá-la, muito se tem discutido sobre o papel da alimentação nesse âmbito. A busca por novas fontes alimentares, com a aplicação da biotecnologia moderna, demanda alimentos que sejam considerados nutricionalmente completos ou alimentos que sejam fortificados para um maior aporte de substâncias benéficas.

O interesse de diferentes segmentos, dentre eles a indústria de alimentos, medicamentos e cosméticos por componentes bioquímicos ativos, tem sido crescente pelos resultados positivos que os mesmos tem apresentado. Outro fator importante é a disponibilidade desses compostos, e a gama extraordinária de diversas substâncias bioativas.

Tem aumentado o interesse mundial para melhorar a qualidade da nutrição e reduzir os gastos com saúde por meio da prevenção de doenças crônicas, da melhoria da qualidade e da expectativa de vida ativa. Assim, surge um novo desafio de identificar ingredientes alternativos que aliem uma alimentação equilibrada nutricionalmente a baixo custo e mínima interferência nas características sensoriais das formulações alimentícias atualmente disponíveis no mercado (GARCIA, 2003; KAC; VELASQUEZ-MELÉNDEZ, 2003).

A evolução dos conhecimentos sobre o papel dos componentes fisiologicamente ativos dos alimentos, de fontes vegetais e animais tem mudado o entendimento do papel da dieta sobre a saúde (ADA, 2004).

O ramo da biotecnologia tem desenvolvido pesquisas inovadoras e surpreendentes, envolvendo a utilização micro-organismos diversos, ou enzimas. A partir de tais estudos, tem sido possível produzir vários produtos novos, melhorar produtos já existentes, incluindo os alimentícios, fazendo o ramo industrial evoluir, nas suas ofertas aos consumidores. Tem se transformando até em questão de marketing, onde os produtos com adicionais bioativos ou com reposição de nutrientes têm nas prateleiras.

As pesquisas em biotecnologia alimentar empregando microalgas vêm ganhando especial atenção, principalmente devido à identificação de diversas substâncias sintetizadas por estes organismos; no entanto, a coleta e o cultivo para utilização na alimentação humana são realizados há séculos (RICHMOND, 1988). Segundo o mesmo

autor, povos nativos do Chade, na África, e do lago Texcoco (Astecas), no México, alimentavam-se de produtos feitos com biomassa de *Spirulina* spp. Bory, (Cyanophyceae) e, ainda hoje, os nativos do Chade, em determinadas épocas do ano, dependem quase que exclusivamente da coleta desta microalga para sua alimentação (BARROS, 2010; JOURDAN, 1996).

3.2 MICROALGAS

Microalgas são organismos predominantemente microscópicos unicelulares, procariontes ou eucariontes, dotados de pigmentos e foto autotróficos, O número exato de espécies microalgas ainda é desconhecido. Atualmente são encontradas citações relatando que podem existir entre 200.000 até alguns milhões de representantes deste grupo, elas apresentam grande potencial para produção de ácidos graxos além de pigmentos, como os carotenoides e a clorofila, de interesse na indústria de alimentos, farmacêutica e de cosméticos, tem sido utilizada como suplemento alimentar, pois possui alta quantidade de minerais e ácidos graxos poli-insaturados (NORTON et al., 1996; PULZ e GROSS, 2004).

As microalgas possuem grande importância, tanto biológica, quanto ecológica e econômica, de acordo com VIDOTTI (2004), a importância econômica é determinada pela diversidade de usos das algas em vários países no mundo, desde a indústria alimentícia à de medicamentos, de imunostimulantes a biocombustíveis, da cosmética à agricultura.

3.3 MICROALGA *SPIRULINA PLATENSIS*

Ambrosi (2008), relata que a habilidade da *Spirulina* spp. em combater vírus, câncer, desnutrição, diabetes, hipercolesterolemia e outros, além de proporcionar melhorias na saúde como um todo, destaca sua utilização como nutracêutico e desperta o interesse no seu emprego como uma fonte farmacêutica em potencial. Apesar de ter sido utilizada como alimento pela população da África e Ásia há muito tempo, cientistas constataram os benefícios desta microalga somente no final do século passado, quando começou a ser usada como suplemento nutricional por conter diversas substâncias benéficas para o ser humano (BEZERRA, 2006).

A *Spirulina platensis* como as microalgas em geral, destacam-se principalmente por apresentarem elevado valor proteico (50–70%), aminoácidos essenciais, vitaminas (especialmente B12), sais minerais, além de pigmentos (carotenoides, ficocianinas e clorofilas), ácidos graxos poli-insaturados, incluindo os ácidos graxos ômega-3 e outros compostos biologicamente ativos (AARONSON; BERNER; DUBINSKY, 1980; BOROWITZKA, 1999; COLLA et al., 2007).

O aumento da população mundial e a predição de suplemento de proteína insuficiente têm dirigido para a busca de fontes alternativas de proteína. *Spirulina platensis* poderia ser útil neste objetivo (SPOLAORE et al., 2006). A incorporação de sua biomassa transmiti, além dos nutrientes básicos, componentes bioativos funcionais muito importantes para a nutrição humana (ANUPAMA, 2000; IYER; DHRUV; MANI, 2008.)

Shweta (2011), relata um fato muito interessante, que *Spirulina* já foi inclusive utilizada como fonte de alimento e suplemento primordial em programas espaciais da NASA - National Aeronautics and Space Administration – agência do Governo americano encarregada de pesquisa e desenvolvimento da exploração espacial.

Spirulina platensis, é uma microalga, do filo das cianobactérias, conhecidas popularmente como algas azuis, são microorganismos muito antigos com fósseis datados de 3,5 bilhões anos atrás, a evolução ao longo dos anos, promoveu sua variedade de compostos biologicamente ativos, conferindo assim a propriedade funcional. Em geral as cianobactérias, estão amplamente distribuídas em ambientes aquáticos e terrestres incluindo habitats extremos como desertos, fontes termais e regiões polares.

É sabido que *Spirulina platensis* é uma microalga filamentosa que habita meios como solos, pântanos, lagos alcalinos e águas salobras, marinhas e doces (RICHMOND, 1990), geralmente é de livre flutuação, ocorrendo naturalmente em lagos tropicais e subtropicais com pH elevado e concentrações elevadas de carbonato e bicarbonato, com composição apropriada para uso como complemento alimentar, podendo ser empregada no combate à desnutrição (FOX, 1996). Em sua composição em base seca, destacam-se os altos teores de proteínas (64-74%), ácidos graxos poli-insaturados e vitaminas (COHEN, 1997), além de compostos antioxidantes.

De acordo com Pelizer (2003), a microalga *Spirulina* apresenta vantagens devido ao elevado teor proteico (60 - 70%) com conteúdo de aminoácidos similar aos recomendados pela FAO (Food and Agricultural Organization). Além disto, possui em sua biomassa vitaminas (especialmente B12 e Beta-caroteno), minerais e pigmentos, como clorofila, carotenoides e ficocianina (ANNAPURA, 1991).

Lourenço (2006), afirma ainda que: diante da grande quantidade de espécies de microalgas já pesquisadas, a cianobactéria *Spirulina platensis* apresenta um papel de destaque por ser de alto valor biológico devido ao seu alto teor proteico, presença de ácidos graxos poliinsaturados, pigmentos, minerais e vitaminas.

Quanto à digestibilidade, o fato de as cianobactérias não possuírem celulose em sua parede celular como as microalgas eucarióticas favorece o aproveitamento de nutrientes, o que pode melhorar a qualidade proteica.

Com relação a composição de carboidratos, a parede celular da *Spirulina* é constituída de polissacarídeos digeríveis (86%). Os polissacarídeos extracelulares ou exopolissacarídeos (EPS) podem ser facilmente recuperados e possuem potencial de utilização pela indústria farmacêutica, cosmética e alimentícia como estabilizantes, emulsificantes e espessantes (HABIB, 2008; GOMEZ, 2007).

As paredes de células de *Spirulina* são semelhantes aos de bactérias gram-positivas, uma vez que eles consistem em glucosaminas e ácido murâmico associada com peptídeos. Embora não digerível, estas paredes são frágeis e fazer o conteúdo da célula de fácil acesso para as enzimas digestivas; isto é uma grande vantagem em comparação com os organismos com paredes celulares de celulose (isto é, leveduras, *Chlorella*), (FALQUET, 2006).

A Food and Drug Administration (FDA) conferiu a Algumas microalgas como *Spirulina* e *Chlorella* o certificado GRAS (Generally Recognized As Safe), podendo ser utilizadas como alimento sem oferecer risco a saúde. Desde 23 de junho de 1981 a *Spirulina* foi legalmente aceita pelo FDA (Food and Drug Administration) que declarou que "A *Spirulina* é uma fonte de proteínas e contém várias vitaminas e minerais. Ela pode ser legalmente comercializada como alimento ou complemento alimentar desde que precisamente qualificada e livre de contaminantes e de adulteração com substâncias" (FOX, 1996).

Morais, Colla (2006), também reafirmam que essa microalga classificada como GRAS pelo FDA, garante seu uso como alimento sem riscos à saúde. Podendo ser inclusa nos mais variados produtos, desde apenas o uso como corante ou para a fortificação de alimentos com deficiências ou mesmo ausências de micronutrientes ou macronutrientes ou outros compostos ativos.

A *Spirulina platensis* é legalmente autorizada como complemento alimentar na Europa, Japão e Estados Unidos pelo FDA (Food and Drug Administration), sem efeitos tóxicos ao organismo (BELAY et al., 1993; Von Der Weid et al., 2000). No Brasil, a

ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) permite sua comercialização desde que o produto final no qual o microrganismo tenha sido adicionado esteja devidamente registrado (HENRIKSON, 1994). Os estudos com *Spirulina platensis* indicam que doses diárias entre 1 e 10 g/dia garantem benefícios e uma dosagem é bem recomendada para adultos, geralmente na faixa de 3 a 10 g/dia para um aporte benéfico ao organismo.

Para Sotiroudis; Sotiroudis, (2013), há um grande número de publicações em revistas científicas, periódicos e capítulos de livros que abrangem aspectos de saúde da *Spirulina* têm aparecido durante as últimas três décadas. Estes artigos descrevem abordagens experimentais envolvendo preparações de células inteiras de *Spirulina*, vários extractos de células e biomoléculas purificadas, com o objetivo de elucidar os potenciais benefícios para a saúde do consumo desta microalga, até agora, com resultados animadores. Efeitos potenciais à saúde incluíram: imunomodulação, antioxidante, anticancerígena, antiviral e atividades antibacterianas, bem como efeitos positivos contra a desnutrição, hiperlipidemia, diabetes, obesidade, reações alérgicas inflamatórias, metal pesado / toxicidade induzida quimicamente, os danos da radiação e anemias”.

3.4 COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL

As vitaminas são necessárias para o nosso crescimento, elas nos trazem vitalidade e bem-estar, regular nossas funções corporais e aumenta a nossa resistência. As vitaminas que podem estar presentes na *Spirulina* são a biotina, o ácido fólico, o inositol, as vitaminas B12, B6, B3, B2, B1, vitamina E, vitamina C, além do ácido pantotênico. A quantidade de vitamina E presente é de aproximadamente 190 mg/Kg de *Spirulina*. (RICHMOND, 1990; HENRIKSON, 1995). Ainda ao que diz respeito ao teor vitamínico, o β -caroteno compreende 80% do conteúdo de carotenoides da *Spirulina*. Um estudo com cinco mil crianças indianas que receberam uma dose diária de 1 grama de *Spirulina* demonstrou diminuição da deficiência crônica de vitamina A de 80% para 10%, após cinco meses de tratamento. Este carotenoide extraído de microalgas já vem sendo aplicado comercialmente como corante natural, antioxidante, pró-vitamina A, e em ensaios clínicos contra doenças degenerativas, visando o tratamento de morbidades de grande impacto social e econômico, como as neoplasias.

Spirulina platensis também contém todos os elementos minerais e traços essenciais para o nosso corpo tal como ferro, magnésio, cromo, manganês, molibdênio, selênio, zinco, cobre, para evitar deficiências nutricionais, outros minerais em

quantidades bem consideráveis, com o cálcio (0,13 a 0,14%), o fósforo (0,67 a 0,9%) e o potássio (0,64 a 1,54%). Alguns autores relatam que a microalga parece ser duas vezes mais eficiente do que o sulfato de zinco para curar a deficiência deste mineral em crianças. Além disso, a dose efetiva de *Spirulina platensis* foi de duas a quatro vezes menores que a dose necessária de sulfato de zinco (HENRIKSON, 1995).

3.4.1 Perfil de aminoácidos

Para BELAY *et al.*, (1993), o consumo diário de *Spirulina* necessário para suprir as recomendações de aminoácidos essenciais em um adulto seria de 25 g/dia. Já foi sugerido que a ingestão diária de *Spirulina* de 6 g/dia para um adulto seria caracterizado como alto consumo; 3 g/dia, consumo médio e 3 - 12 g/ mês, baixo consumo sendo a ingestão contemporânea de 1 – 5 g/dia 23. As proteínas presentes possuem digestibilidade de 70%. Entre os aminoácidos não essenciais presentes na *Spirulina* 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. A fim de suprir as necessidades diárias de aminoácidos essenciais requeridas por um adulto saudável, seria necessário o consumo de 25 g/dia de *Spirulina* spp. (BELAY *et al.*, 1993; HENRIKSON, 1995).

3.4.2 Efeito antioxidante

Os antioxidantes são um conjunto heterogêneo de substâncias formado por vitaminas, minerais, pigmentos naturais e outros compostos vegetais e, ainda, enzimas, que bloqueiam o efeito danoso dos radicais livres. Os radicais livres são os principais responsáveis pelo envelhecimento precoce, pelo aparecimento de cancro (câncer), doenças cardiovasculares e doenças degenerativas, como a Alzheimer (FINALYS TEA SOLUTIONS, 2009).

A microalga *Spirulina* tem sido pesquisada em função de suas propriedades nutricionais e antioxidantes, evidências de seu potencial terapêutico na prevenção e diminuição dos danos causados por dislipidemias e sua atuação como composto com atividade antioxidante.

GUARIENTI; BERTOLIN; COSTA (2010), comentam que: a atuação da microalga *Spirulina* na manutenção dos parâmetros avaliados em seu estudo mostra uma

atenuação dos radicais livres e dos danos gerados. Essa proteção antioxidante reforça a teoria de Pompella, que ressalta a importante relação entre a inclusão de antioxidantes na dieta e a diminuição do risco do desenvolvimento de doenças associadas ao acúmulo de radicais livres. Ainda nesse estudo a *Spirulina* foi capaz de proteger as células da levedura dos danos oxidativos causados pelo paraquat em ambas as concentrações testadas.

3.5 BENEFÍCIOS A SAÚDE

3.5.1 Efeitos sobre a obesidade

O excesso de peso ocorre como resultado de um desequilíbrio entre o consumo alimentar e a atividade física. A obesidade é uma questão complexa relacionada ao estilo de vida, ao meio ambiente e aos genes, (KRAUSE, 2013).

Na conjuntura atual busca-se uma fórmula mágica para o emagrecimento, através de produtos em geral, dietas, alimentos e receitas, uma rapidez para solucionar e acelerar a perda de peso. Muito se tem difundido sobre extratos e compostos naturais, extraídos de plantas, extratos algas, para garantir um emagrecer saudável.

Ambrosi et al., 2008, relata que os componentes antioxidantes existentes na *Spirulina* spp., exercem uma importante função na manutenção da hiperlipidemia, sendo que impedem o desenvolvimento e o agravamento de complicações decorrentes desta.

Outro mecanismo que pode estar associado à redução de peso proporcionada pela *Spirulina* é o efeito da proteína na saciedade. Segundo alguns autores, a elevação do nível de aminoácidos plasmáticos, observada após a ingestão de proteínas, estimula a liberação de hormônios anorexígenos e insulina, os quais irão atuar sobre o centro da saciedade, resultando na redução do apetite (LANG et al., 1998; PAIVA; ALFENAS; BRESSAN, 2007).

3.5.2 Efeitos sobre a diabetes

A diabetes *mellitus* (DM), problema de saúde pública mundial, atualmente com alto índice de morbidade e mortalidade, trata-se de um grupo heterogêneo de distúrbios metabólicos que apresenta em comum à hiperglicemia, resultada de defeitos na ação da insulina, na secreção de insulina ou em ambas. Os níveis de glicose alterados estão

associados ao desenvolvimento de complicações cardiovasculares, retinopatias, neuropatias e perda progressiva da função renal, além da predisposição de desenvolvimento de infecções (SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2014).

Sabe-se que a ficocianina é facilmente extraída da *Spirulina* em sistema aquoso, sendo assim, a fração hidrossolúvel é rica neste componente. Por outro lado, a fração lipossolúvel é rica em ácidos graxos poliinsaturados, já que estes são facilmente extraídos em sistemas graxos. Dessa forma, a diminuição dos níveis de glicose sérica e a redução dos estoques de glicose podem ser atribuídas a ficocianina e aos ácidos graxos poliinsaturados, respectivamente (AMBROSI et al., 2008).

3.5.3 Efeitos na microbiota intestinal

Os microrganismos presentes no intestino humano são cruciais para a saúde humana, eles colonizam o intestino participação em mecanismos que favorecem saúde ou doença. Em geral, a microbiota intestinal é composta em sua maioria por bactérias não patogênicas e promotoras de saúde, mas, em pequena parte, por bactérias potencialmente patogênicas, (MORAES et al, 2014).

A *Spirulina* pode apresentar efeito positivo no aumento da viabilidade de microrganismos como *Bifidobacterium* e *Lactobacillus*, presentes na flora intestinal (BELAY et al., 1993; PELCZAR et al., 2005).

Sendo assim, este estudo sugere que ingerir *Spirulina* aumenta a quantidade de *Lactobacillus* no intestino e pode tornar a absorção de vitamina B1 e de outras vitaminas provenientes da alimentação, muito mais eficiente (TSUCHIHASHI; WATANABE; BELAY et al., 1993).

3.5.4 Efeitos antivirais

As doenças por vírus estão em todos os organismos vivos, sejam plantas, animais e humanos. Na atualidade se busca a prevenção da transmissão dos vírus, tomando algumas medidas importantes como a criação de sensibilização sobre transmissão e patologia. Os vírus são amplamente difundidos por muitos fatores, como fatores ambientais, contaminado, água, alimentos, infectado vetor, pessoa para pessoa e para os animais.

Para superar este problema, uma das formas alternativas é a identificação de compostos biológicos no desenvolvimento de drogas antivirais e eles são produtos naturais, especialmente de plantas e algas. Produtos naturais são eficazes contra muitos vírus e agir como medicamentos antivirais. Por conseguinte, existe uma necessidade de se concentrar em atividades antivirais dos produtos naturais identificados a partir de plantas de fornecer mais baixas e eficazes medicamentos seguros, para controlar doenças virais de humano” (RAMAKRISHNAN, 2013).

Patterson et al.,1993, cita: estudos desenvolvidos na descoberta de compostos antivirais, potentes extratos de algas verdes azuis, incluindo *Spirulina platensis* estudada por pesquisadores do National Cancer Institute (NCI), nos Estados Unidos. O grupo de pesquisa do NCI rastreou compostos antivirais a partir de cerca de 600 cepas de cianobactérias cultivadas que representam cerca de 300 espécies e 10% das culturas produzidas, as substâncias causou efeito antiviral significativo por reduzir os efeitos citopáticos induzidos por infecções virais.

Os inibidores potentes contra vários vírus de vírus de envelope são os polissacarídeos acídicos tais como cálcio spirulan (Ca-SP) a partir de *Spirulina platensis* (HAYASHI, 2008). Esse mesmo polissacarídeo sulfatado, o Ca-SP, quando isolado a partir de um extrato de água quente de *Spirulina platensis* exibe anticâncer atividade. O autor relata ainda os efeitos antivirais no vírus influenza A, confirmado tanto *in vitro*, como *in vivo*. Porém como explica HAYASHI *et al.*, (1993), extrato não é virucida, mas interfere com a entrada do vírus nas células hospedeiras, sendo assim, atuando de maneira importante na não propagação nos organismos estudados.

Sayda, et al.,(2012), mostra que o metanol (Me OH) , água e extratos de *Spirulina plantensis* foram ativos contra Adenovírus tipo 40, que é uma causa comum de gastroenterite aguda em crianças em todo o mundo, têm sido identificados em 9% de crianças com diarreia. Eles são a terceira causa mais comum de gastroenterite infantil depois de rotavírus e norovírus. A suplementação dietética de *spirulina* ativa a produção de interferon-gama (IFN - gama), citocinas, células NK, células B e células T de células imunitárias e, portanto, estimula a resposta imune.

3.5.5 Desnutrição

Desequilíbrios alimentares, como a desnutrição e a má alimentação, são um problema atual em todo o mundo. Há a necessidade da produção de alimentos que

possuam perfis nutricionalmente balanceados. Além disso, devido ao crescimento populacional, as demandas alimentícias são cada vez mais elevadas (MOURTHÉ, 2010).

Durante a infância, a desnutrição provoca problemas irreversíveis de retardo do crescimento e doenças. Sob condições desfavoráveis, as crianças não podem estudar adequadamente e se desenvolver cognitivamente. Mulheres gestantes acometidas por desnutrição tendem continuar o ciclo vicioso da desnutrição dando à luz a bebês com baixo peso ao nascer.

Como uma alternativa para combater esse mal, alguns autores tem apresentado uma alga azul, a *spirulina platensis* como uma das melhores e mais eficazes maneiras de atuar contra a desnutrição. No entanto, Rouhier (2006), alerta que, mesmo contendo um grande pool de aminoácidos essenciais, a *Spirulina platensis* deve ser associada com outras fontes de proteínas ricas em aminoácidos pois, sua composição da é muito baixa em enxofre e aminoácidos com cisteína e metionina, que são essenciais para as pessoas desnutridas e especialmente as crianças. Outro ponto da biomassa de *Spirulina platensis* é não preencher algumas deficiências por exemplo de iodo, mineral tão importante na síntese dos hormônios produzidos pela tireoide.

Spirulina platensis é naturalmente rica em alguns minerais essenciais que são particularmente importantes no caso de desnutrição, logo porque ela traz toda a vitamina A, vitamina B, as necessidades de ferro e uma quantidade significativa de outros minerais essenciais como o bronze, o magnésio e o cálcio. De acordo com Gibson (2006), o zinco é considerado como um dos principais micronutrientes na desnutrição, a *Spirulina platensis* geralmente contém apenas vestígios de zinco (21 - 40 ug / g), mas pode ser facilmente enriquecido (COGNE et al., 2003).

A prevenção de infecção por HIV e supressão de partículas virais em animais já infectados foi observada através do consumo regular de algas dietéticas. O suplemento de *Spirulina platensis* para crianças subnutridas parece normaliza anemia e causa ganho de peso em crianças infectadas pelo HIV, e até mesmo em crianças subnutridas HIV-negativos muito rapidamente (SIMPORE et al., 2005).

Estudos foram e tem sido desenvolvido em áreas de vulnerabilidade como na República Centro-Africano, com 6 meses de um estudo prospectivo e randomizado foi realizado com pessoas infectadas pelo HIV, 160 pacientes foram divididos em dois grupos. Os pacientes do primeiro grupo receberam 10 gramas de *Spirulina* por dia, enquanto que os pacientes no segundo grupo receberam um placebo. Este estudo mostrou uma melhoria significativa nos critérios (peso, braço cintura, número de episódios

infeciosos, contagem de CD4, protidemia), por parte dos que fizeram uso da microalga, (YAMANI et al., 2009).

Hug e Weid et al., (2011), descrevem um estudo similar em 52 pacientes HIV-positivos, realizou-se uma comparação, um grupo suplementado com *spirulina* e um grupo suplementado com grãos de soja, (AZABJI et al., 2010). O trabalho mostrou uma eficácia comparável para *spirulina* e grãos de soja, no que se refere o ganho de peso, mas também um significativo aumento dos marcadores imunológicos para o grupo tratado com a *Spirulina*, o que não ocorreu para o grupo tratado com grãos de soja.

Finalmente, um artigo recente indica que a suplementação de 12 semanas de *spirulina* melhora anemia em indivíduos mais velhos (SELMÍ et al., 2011).

3.6 FORTIFICAÇÃO (ENRIQUECIMENTO DE ALIMENTOS)

A fortificação, enriquecimento ou simplesmente adição é um processo no qual é acrescido ao alimento, dentro dos parâmetros legais, de um ou mais nutrientes, contidos ou não naturalmente neste, com o objetivo de reforçar seu valor nutritivo e prevenir ou corrigir eventuais deficiências nutricionais apresentadas pela população em geral ou de grupos de indivíduos (VELLOZO; FISBERG, 2010).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), na sua Portaria n ° 31, de 13 de janeiro de 1998:

“Define como alimento fortificado/enriquecido ou simplesmente adicionado de nutrientes todo alimento ao qual for adicionado um ou mais nutrientes essenciais contidos naturalmente ou não no alimento, com o objetivo de reforçar 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”.

A mesma resolução por meio da Portaria n ° 31, de 13 de janeiro de 1998, ressalta ainda que:

“Para Alimentos Enriquecidos ou Fortificados é permitido o enriquecimento ou fortificação desde que 100mL ou 100g do produto, pronto para consumo, forneçam no mínimo 15% da IDR de referência, no caso de líquidos, e 30% da IDR de referência, no caso de sólidos. Esses alimentos, de acordo com o Regulamento Técnico de Informação Nutricional Complementar, poderão ter o "claim": Alto Teor ou Rico”.

Para Liberato; Pinheiro-Sant'ana (2006), a fortificação de alimentos é uma estratégia importante para resolver problemas de deficiência nutricional, contudo a ingestão excessiva de micronutrientes pode ocasionar hipervitaminose. Durante o beneficiamento do alimento os limites de ingestão máxima tolerável recomendada pela RDA/UL devem ser respeitados.

A fortificação com micronutrientes fornece à população meios para combater as carências nutricionais, porém deve se estudar muito bem alguns pontos para que o programa de fortificação seja eficiente. A adição de fortificantes deve ocorrer em alimentos que efetivamente participem da rotina da alimentação regional. Seu uso deve ser inserido somente após avaliação do estado nutricional da população alvo (VELLOZO; FISBERG, 2010).

Em relação aos alimentos fortificados, é necessário estar atento para não ser prejudicial em relação ao excesso de alguns tipos de nutrientes e, ao mesmo tempo, para não deixar que faltem nutrientes importantes na nossa alimentação. O impacto da fortificação na dieta total precisa ser considerada, pois deve ser adicionado numa forma biodisponível, além de apresentar segurança contra o nível de toxidez. A adição do nutriente deve considerar ainda a probabilidade de interações negativas com nutrientes ou outros componentes do alimento.

As massas alimentícias são uma opção nutricional apropriada para a incorporação de ingredientes funcionais. Passos (2014), com a preparação de massas, produtos de grande aceitação, usando farinha de trigo integrante podem estimular a ingestão de uma quantidade maior de fibras pela população. A textura e aparência das massas durante e depois de cozinhar é a qualidade mais importante parâmetro para os consumidores (LEMES et al., 2012).

De acordo com Miskelly (1993), a firmeza e a falta de viscosidade depois de cozinhar, bem como a cor e resistência durante a mastigação é a qualidade mais importante.

Um levantamento do consumo de massas, no qual 100 indivíduos foram entrevistados, indicou que as massas eram frequentemente consumidas por 97% das pessoas que foram entrevistadas (SILVEIRA e BADIALE-FURLONG, 1998).

Borges et al., (2011), realizou um estudo com pães enriquecidos com farinha integral de linhaça, onde as duas amostras que foram analisadas sensorialmente por 138 provadores, obtiveram notas semelhantes entre gostei moderadamente e gostei muito, pode-se concluir no estudo que utilização de farinha de linhaça alterou a composição

química dos pães, porém a intenção de compra se mostrou promissora para os consumidores.

Moura et al., (2015), elaborou um estudo com três tipos de biscoito, onde 1 foi o controle e 2 foram acrescidos de linhaça marrom em diferentes concentrações, essas que passaram por enriquecimento, apresentaram maior teor proteico, de fibras e minerais, a surpresa do experimento foi a menor receptividade por parte dos provadores em relação a amostra produzida com farinha de trigo.

4 METODOLOGIA

4.1 MATÉRIA PRIMA

Para a formulação dos experimentos foram utilizadas *Spirulina platensis*, desidratada, adquirida na Fazenda Tamanduá (Santa Terezinha - Paraíba - Brasil), e armazenada em temperatura ambiente no Laboratório de Técnica Dietética (LATED) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campus Cuité.

4.2 ELABORAÇÃO E PROCESSAMENTO DAS AMOSTRAS

Os pães foram produzidos com a biomassa de *spirulina*, e outros produtos como: farinha de trigo, açúcar, sal, margarina e fermentos, foram adquiridos em supermercados do município de Cuité, PB, e transportados para o LATED, onde ocorreu o processamento dos pães, que pode ser visualizado no fluxo de produção (Figura 1).

Foram elaboradas quatro amostras de pães (Tabela 1), sendo uma considerada padrão, ou seja, sem adição da microalga, e as outras três com diferentes porcentagens de biomassa de *spirulina*, sendo elas: 1%, 3% e 5%, em relação ao extrato seco, a farinha de trigo. A fabricação respeitou todos os processos de higiene, no pré preparo das massas, onde todos os ingredientes foram pesados e homogeneizados, em seguida descansaram por durante 30 minutos, depois foram moldados em formato de pão francês. Seguiu-se mais 30 minutos de descanso até ir ao forno, permanecendo sob cocção por 40 minutos ou até corar.

De acordo com a metodologia desenvolvida por Moretto e Fett (1999), adaptada, houve a mistura dos ingredientes e adição da biomassa de *spirulina*. Em seguida as amostras foram codificadas de forma a diferenciar as diferentes formulações, da seguinte forma: F1-amostra controle com 0% de biomassa de *spirulina*; F2- com 1% de biomassa de *spirulina*; F3- com 3% de biomassa de *spirulina*; F4- com 5% de *spirulina*.

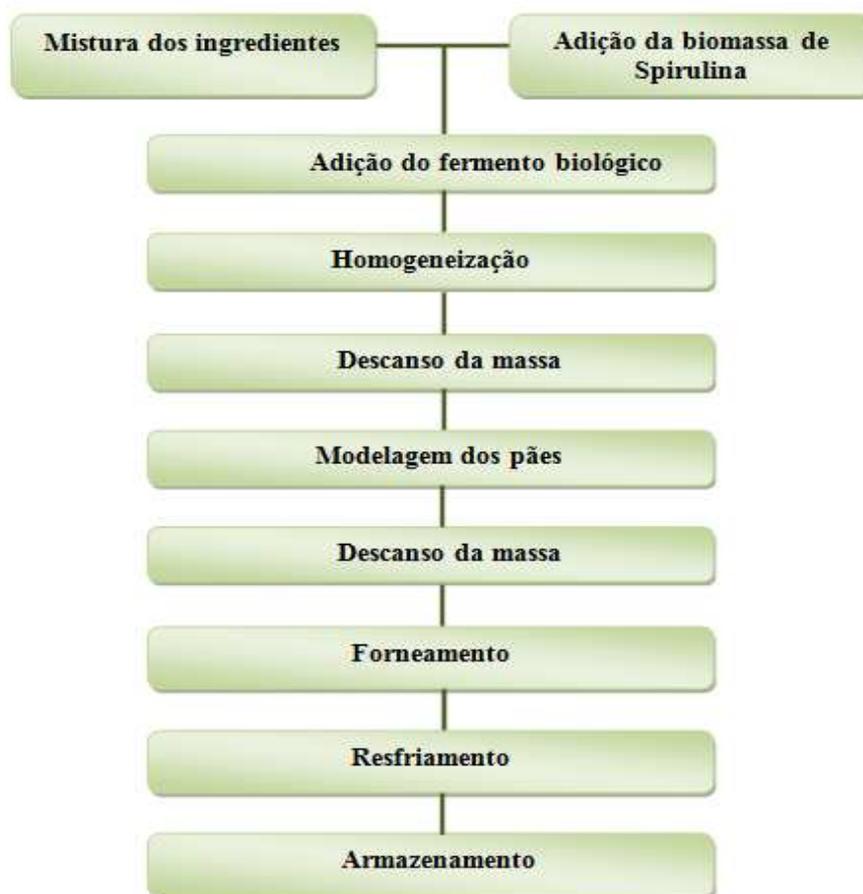


Figura 1- Fluxograma da produção dos pães com biomassa de *Spirulina platensis*

Tabela 1: Formulação dos pães

Ingredientes	Formulações			
	F1	F2	F3	F4
Farinha de trigo	872,29 g	863,54 g	846,15 g	828,62 g
Spirulina platensis	0 g	8,72 g	26,16 g	43,66 g
Açúcar comum	12,53 g	12,54 g	12,54 g	12,58 g
Margarina com sal	45,60 g	45,52 g	45,57 g	45,59 g
Sal refinado	6,02 g	6,02 g	7,02 g	7,02 g
Fermento biológico	34,5 g	34,5 g	36,01 g	36,06 g
Água morna	540 ml	540 ml	570 ml	570 ml

F1 padrão = pão sem spirulina; **F2** = pão com 1% de spirulina; **F3** = pão com 3% de spirulina; **F4**= pão com 5% de spirulina.

4.3 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS FORMULAÇÕES DE PÃO

Para determinação a composição físico-química do produto foram determinados os teores de: teor de água, resíduo mineral fixo, lipídios, proteínas, carboidratos e pH. Todos esses testes, utilizaram os métodos analíticos, elaborado pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL,2008).

4.4 TEOR DE ÁGUA

O teor de água foi determinado pelo método gravimétrico a partir de secagem direta em estufa (MedClave Modelo 4) a 105 °C, até peso constante (IAL, 2008).

4.5 RESÍDUO MINERAL FIXO

Para a quantificação do resíduo mineral fixo foi realizada a carbonização da matéria orgânica e em seguida a incineração direta em forno mufla a 550 °C (Figuras 2 e 3), durante 4 horas (IAL, 2008).



Figura 2- carbonização das amostras
Fonte: Autorial própria



Figura 3- incineração das amostras
Fonte: Autorial própria

4.6 LIPÍDIOS TOTAIS

Para a determinação do extrato etéreo (Figura 4), os lipídeos foram extraídos conforme a metodologia de Folch; Less e Stanley (1957).



Figura 4 – Determinação do extrato etéreo
Fonte: Autoria própria

4.7 PROTEÍNAS TOTAIS

As proteínas totais foram determinadas com base no teor de nitrogênio total pelo método de Kjeldahl (Figura 5), utilizando-se o fator de correção 5,75 (IAL, 2008).



Figura 5 – Determinação de proteínas totais
Fonte: Autoria própria

4.8 CARBOIDRATOS TOTAIS

Os teores de carboidratos totais foram determinados por diferença entre a somatória dos teores de água, cinzas, lipídios e proteínas subtraídos de 100. (IAL, 2008).

4.9 ANÁLISE DE pH

As análises de pH ocorreram, segundo metodologia adotada pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008) (Figura 6).

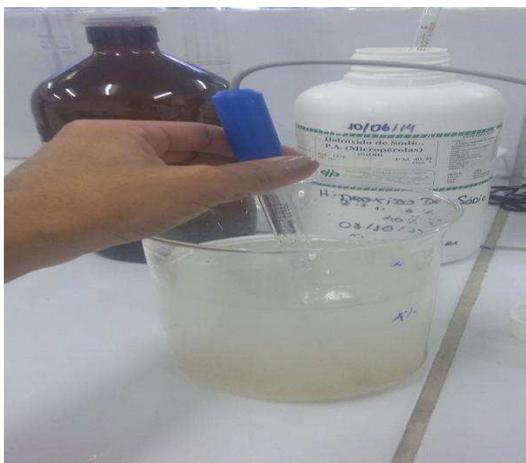


Figura 6 – Determinação de pH
Fonte: Autoria própria

4.10 AVALIAÇÃO SENSORIAL DOS PÃES

O teste sensorial foi realizado no Laboratório de análise sensorial (LANEN), cada participante recebeu quatro amostras codificadas (Figura 7) por uma sequência de três números aleatórios, onde foi avaliado os seguintes atributos: aparência, cor, aroma, sabor, textura, consistência e avaliação global. Para o teste de aceitação e intenção de compra, variando desde desgostei muitíssimo a gostei muitíssimo. (ANEXO A).



Figura 7 – Amostras codificadas
Fonte: Autoria própria

A análise sensorial foi realizada com 100 provadores (Figura 8), não treinados, maiores de dezoito anos, de ambos os sexos, alunos do campus Cuité – UFCG, escolhidos por serem potenciais consumidores de pão. As amostras foram servidas simultaneamente e

com códigos de forma aleatória, a temperatura ambiente, em bandejas de isopor e acompanhadas do formulário de avaliação sensorial. Juntamente com as amostras foi oferecida água aos provadores, os quais serão orientados, a usá-la entre uma amostra e outra, para remoção do sabor residual e provando da esquerda para direita.



Figura 8- Realização da análise sensorial
Fonte: Autoria própria

4.11 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística do teste sensorial, serão avaliados através do software Sigma Stat e o teste de Tukey a 5% de significância. Os resultados da análise da composição centesimal dos quatro tipos de pão foram aplicados a análise de variância (ANOVA) e o teste de Tukey a 5 % de significância, e o programa computacional Assistat.

4.12 PROCEDIMENTOS ÉTICOS

O teste de análise sensorial necessitou ser submetido à aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (ANEXO B), em seguida foi necessário à participação de 100 universitários da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), campus Cuité, PB. Como o experimento foi realizado com seres humanos, é imprescindível a assinatura do Termo do Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), pelos provadores (ANEXO C).

Reafirmando esse procedimento o Conselho Nacional de Saúde, em sua resolução 466 de 2012, indica que: “O respeito devido à dignidade humana exige que toda pesquisa se processe com consentimento livre e esclarecido dos participantes, indivíduos ou grupos que, por si e/ou por seus representantes legais, manifestem a sua anuência à participação na pesquisa” (BRASIL, 2013).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA

Os resultados da análise da composição físico química dos pães elaborados com biomassa de *spirulina platensis*, estão apresentadas na Tabela 2. As amostras F1 e F2, com 31,50% e 29,05% de umidade, respectivamente, que na elaboração receberam a mesma quantidade de água, apresentaram diferença estatística nesse componente, isso pode ter ocorrido pela presença, mesmo que em pequena porcentagem de *spirulina* na amostra F2, já que a mesma obteve menor umidade em relação a F1. As amostras F3 e F4, no processo de produção, receberam 30 ml a mais de água em cada, em comparação com as duas amostras antes citadas. Isso foi uma forma para atribuir mais umidade as amostras, visto que a maior porcentagem de *spirulina* nas duas amostras, interfere diretamente na umidade final, onde está determina a maciez do pão. Os valores registrados estão coerentes ao limite de 38%, conforme recomendações da ANVISA (2000), para o produto. BARBOSA et al., (2013), em seu trabalho com pão de forma enriquecido com farinha de castanha de caju, encontrou também valor dentro do preconizado, sendo 26,65 no pão enriquecido, comparado com 28,05%, na amostra controle.

No teste de RMF (Resíduo Mineral Fixo), os maiores valores foram encontrados no amostra F1, F2, sendo 1,05% e 0,91% respectivamente. Quanto ao pH apresentado pelas quatro amostras (Tabela 2), as maiores médias foram das amostras F1 com 5,9% e F4, sendo 5,85%, mostrando que as amostras tem uma acidez considerável em relação a vida de prateleira do produto. Podendo ser um posto positivo conferido ao pão, quando esse necessitar permanecer em armazenamento.

Os lipídeos totais apresentaram variação entre todas as amostras, a maior média encontrada foi na amostra F3, sendo 8,62% de lipídios, para cada 100 g de pão. Indicando que a presença de biomassa de *spirulina*, não altera significativamente o teor de lipídios totais. Centenaro et al., (2007), em seu estudo de enriquecimento de pão com proteínas de pescado, corrobora com esses resultados, onde as médias não diferem significativamente entre si.

Os percentuais de proteína aumentaram conforme a presença de *spirulina*, apresentando diferença significativa entre as amostras. As porcentagens de 1%, 3%, 5%, da substituição de farinha de trigo por biomassa, aumentou o teor de proteína total, algo

desejável nutricionalmente. Isso ocorreu pelo caráter hiperproteico apresentado por essa microalga. Assim o estudo cumpre a sua proposição, de agregar valor proteico significativo, a um produto caracteristicamente rico em carboidrato. ALMEIDA et al., (2010), também verificou um aumento de proteínas em suas amostras de pão enriquecido com farinha de pupunha, onde os pães com 10% e 16% de farinha de pupunha, mostraram uma diferença do pão padrão, sendo respectivamente, 0,2% a 0,5%. Já Barbosa et al., (2013), em seu estudo, com adição de farinha de castanha de caju ao pão de forma, apontou uma diferença maior no teor de proteínas do pão enriquecido, sendo de aproximadamente 87% a mais em relação ao pão de forma padrão. Centenaro et al., (2007), também apontou que suas duas amostras com maior porcentagem de adição de proteína de peixe, apresentaram diferença significativa no teor de proteína final em relação ao pão controle.

Borges et al., (2013), comenta que a presença de proteína não formadora de glúten pode enfraquecer a rede de glúten, reduzindo sua elasticidade e viscosidade da massa, pela elevada competição por moléculas de água, exigindo maior adição desta à mistura, rompimento do complexo amido-glúten e ligações cruzadas com grupos sulfidrilas. Isso pode esclarecer o aspecto mais denso do pão com *spirulina*, acerca da textura apresentado após o forneamento. BORGES et al., (2011), por outro lado, considerando os aspectos tecnológicos, pode ser indesejável, pois essas proteínas não são formadoras de glúten. Portanto, enfraquecendo a estrutura proteica da massa, reduzindo sua elasticidade e viscosidade.

Tabela 2: Resultados da análise físico química: média (\pm desvios-padrão) dos teores de umidade, lipídios, cinzas, proteína e carboidratos totais.

Componentes	Formulações*			
	F1	F2	F3	F4
Umidade	31,50 \pm 0,03 c	29,05 \pm 0,36 d	37,75 \pm 0,29 b	38,87 \pm 0,21 a
RMF	1,05 \pm 0,02 ^a	0,76 \pm 0,01 ^c	0,9 \pm 0,03 ^b	0,91 \pm 0,02 ^b
pH	5,9 \pm 0,00 ^a	5,7 \pm 0,00 ^b	5,8 \pm 0,00 ^a	5,85 \pm 0,00 ^a
Lipídeos	8,37 \pm 0,02 ^a	8,02 \pm 0,34 ^a	8,62 \pm 0,33 ^a	8,20 \pm 0,29 ^a
Proteínas	0,51 \pm 0,01 ^d	0,58 \pm 0,01 ^c	0,71 \pm 0,01 ^b	1,74 \pm 0,02 ^a
Carboidratos totais	58,58 \pm 0,04 ^a	61,57 \pm 0,03 ^b	52,02 \pm 0,00 ^c	50,29 \pm 0,46 ^d

*F1 padrão = pão sem spirulina; F2 = pão com 1% de spirulina; F3 = pão com 3% de spirulina; F4= pão com 5% de spirulina.

As menores médias do teor de carboidratos, foram das amostras apresentadas pelas amostras F3 e F4, sendo 52,02% e 50, 29% respectivamente. Isso pode ser explicado, pela maior diminuição da farinha de trigo, quando substituída por *spirulina*, refletindo no menor teor de carboidrato final. Os produtos de panificação, por serem compostos basicamente de carboidrato, são considerados alimentos com valor energético alto e nutricionalmente pobre (PEREIRA et al., 2013), acréscimo da *spirulina* na elaboração do pão agrega valor nutricional, contribuindo para redução no teor de carboidratos e o aumento no teor proteico. Barbosa et al., (2013), corroboram esses resultados de diminuição de carboidratos, com a adição de farinha de caju em pães de forma.

5.2 CARACTERIZAÇÃO MICROBIOLÓGICA

Os testes microbiológicos indicaram normalidade, ou seja, a quantidade de microorganismos encontrados nas amostras está dentro da legislação preconizada.

5.3 CARACTERIZAÇÃO SENSORIAL

A Tabela 3 apresenta os dados referentes ao resultado da aceitação sensorial e intenção de compra. Pode-se perceber que em geral as maiores médias permaneceram entre 5,91 e 6, 76, sendo avaliadas com “nem gostei/ nem desgostei” e “gostei ligeiramente”, respectivamente.

Tabela 3: Resultados da análise sensorial.

	Pães			
	F1	F2	F3	F4
Aparência	5,59 ± 2,28 ^{abc}	6,33 ± 2,10 ^a	5,12 ± 2,08 ^b	5,22 ± 2,11 ^{cb}
Cor	5,51 ± 2,37 ^{dc}	6,46 ± 2,01 ^a	5,15 ± 2,10 ^{db}	5,34 ± 2,07 ^{cdb}
Aroma	6,12 ± 1,87	6,02 ± 1,99	5,73 ± 2,18	5,87 ± 1,98
Sabor	5,36 ± 2,28	4,99 ± 2,25	5,10 ± 2,43	5,04 ± 2,34
Consistência	5,18 ± 2,23 ^b	5,56 ± 2,23 ^{cbd}	6,13 ± 2,23 ^{dc}	6,19 ± 2,23 ^a
Avaliação Global	5,18 ± 2,23 ^b	5,56 ± 2,22 ^{cb}	6,13 ± 2,13 ^{dca}	6,19 ± 2,14 ^{acd}

Intenção de compra

	$2,82 \pm 1,23$	$3,40 \pm 1,27$	$2,74 \pm 1,20$	$2,82 \pm 1,22$
--	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------

¹Médias seguidas pela mesma letra nas linhas indicam que as amostras não diferem entre si ao nível de $p < 0,05$ % de significância pelo teste de Tukey.

²Médias seguidas por letras diferentes para a mesma amostra indicam diferença entre si ao nível de $p < 0,05$ % de significância pelo teste de Tukey.

No atributo cor, as médias foram entre 5,51 da amostra F1 e 6,46 da amostra F2, sendo avaliada com “nem gostei/ nem desgostei” e “gostei ligeiramente”, respectivamente. Deve ser citado que as amostras, inclusive a amostra controle, apresentavam a cor verde (Figura 8), influenciando talvez na impressão que os provadores apresentaram ao ver uma cor diferenciada, em relação ao comum para um produto com o pão.



Figura 9- Pães embalados a vácuo
Fonte: Autoria própria

Quanto ao **aroma**, as médias foram entre 6,12 da amostra F1, e 5,73 da amostra F3, porém não foi possível identificar uma diferença significativa entre as quatro amostras avaliadas. O **sabor** das amostras variou em ter cinco 5,36 da amostra F1 e 4,99 da amostra F2, entendido como “nem gostei/nem desgostei” e “desgostei ligeiramente”, respectivamente. As médias menores, apresentados pelas formulações com maior porcentagem de *Spirulina* são próximas às médias já citadas. Logo, pode-se afirmar que o grau de aceitação em relação ao sabor não foi positivo. Centenaro et al., (2007), em seu estudo de enriquecimento de pão com proteínas de peixe, aponta algo semelhante, à medida que se aumentava a concentração da polpa de peixe na formulação, havia uma tendência de rejeição por parte dos julgadores, devido ao forte gosto a peixe.

Em relação à **consistência** das amostras de pão enriquecido com *Spirulina platensis*, as médias mais expressivas estão entre 6,13 e 6,19, das amostras F3 e F4, respectivamente. A consistência, ou seja, firmeza das amostras está relacionada com a

força aplicada para acarretar uma alteração ou rompimento do pão, podendo ser relacionada com a mastigação humana. A força máxima avaliada para produtos panificados depende de inúmeros fatores, como qualidade da farinha, umidade da massa, conservação e quantidade de gorduras, açúcares, e nesse caso da quantidade de *Spirulina* presente, entre outros (ESTELLER, LANNES, 2005). A menor média em relação a textura foi a da amostra controle (F1), corroborando com isso OLIVEIRA, PIROZI, BORGES (2007), também encontraram em seu estudo sobre elaboração de pão utilizando farinha mista de trigo e linhaça, menor firmeza para o pão-controle em relação ao pão com linhaça.

A **avaliação global**, que dita a média geral para todos os atributos do pão enriquecido com a microalga *spirulina platensis*, a amostra F3 apresentou uma média de 6,13, e a amostra F4 com média 6,19, categorizando ambas as amostras com a atribuição “gostei ligeiramente”. Ocorreu diferença quanto as outras duas amostras F1 e F2 que permaneceram na atribuição “nem gostei/nem desgostei.”

A **intenção de compra** que analisa a viabilidade para possível comercialização, indicou médias iguais à avaliação global, onde a amostra F2 apresentou uma média de 3,04, e a amostra F4 com média semelhante a amostra F1 com média 2,82, a amostra F3 permanece localizada no atributo “ talvez comprasse/ talvez não comprasse”. ALMEIDA et, al., (2010), verificou resultados comparativos em seu estudo com pães enriquecidos com farinha de pupunha.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se concluir a partir do trabalho desenvolvido, que a utilização da microalga *spirulina platensis* alterou a composição físico química do pão. Podendo ser destacado a maior porcentagem de proteína e a diminuição de carboidratos, algo positivo nutricionalmente.

A análise sensorial mostrou que o pão elaborado com *spirulina*, obteve boa aceitação entre os provadores. A amostra que obteve melhor aceitabilidade em relação a avaliação global e intenção de compra, foram as amostras com 5% e 3% de *spirulina*, respectivamente mostrando ser viável como alternativa para o melhoramento e aumento de nutrientes em pães para consumo humano. O produto apresentou boa qualidade nutricional, e um potencial mercadológico.

Assim a incorporação de *spirulina* na formulação de pães, resultou em produtos aceitos e com valor nutricional agregado, atendendo a crescente demanda por produtos nutricionalmente melhorados. São necessários mais estudos, e mais testes que melhorem a viabilidade do enriquecimento nutricional com *spirulina platensis*, em produtos de panificação.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, V. A.; SILVA, M. F.; PONTES, G. C.; SILVA, P. H. F.; LOPES, J. P.; YUYAMA, L. K. O.; SOUZA, F. C. A. **Avaliação nutricional e sensorial de pães enriquecido com a farinha da casca da pupunha (*bactris gasipaes* kunth)**. 2010.

AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION (ADA). **Position of the American Dietetic Association: Functional Foods**. Journal of American Dietetic Association, v.104, n.5, 2004.

AMBROSI, M. A.; 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, 2008.

ANNAPURA, V.V.; DEOSTHALE, Y. G.; BAMJI, M. S. Spirulina as a source of vitamin A. **Plant Foods Hum. Nutr.** 1991.

ANUPAMA, R.P. Value-added food: single cell protein. **Biotechnol Adv.** 2000.

Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC n. 90, de 18 de outubro de 2000. Aprova o regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de pão. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, out. 2000. Disponível em: <http://e-legis.anvisa.gov.br> . Acesso em: 15 de maio de 2016.

ANTENNA TECHNOLOGIES. **Cultivo artesanal de spirulina**. 2000. Disponível em: <http://www.antenna.ch>. Acesso em 12/02/2016.

AZABJI, K. M; EDIE, D. S, LONI, G; ONANA, A; SOBNGWI, E; GBAGUIDI, E; NGUEFACK, T; VON DER, W.D; NJOYA, O; NGOGANG, J. **A eficácia de Spirulina platensis como um suplemento nutricional em adultos desnutridos e infectados pelo HIV: Um estudo randomizado, duplo-cego**. 2010.

BARBOSA, B. E. M.; BRONDANI, F. M. M.; FARIAS, G. J. Caracterização físico-química do pão de forma enriquecido com farinha de castanha de caju (*anacardium occidentale* l.). **Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente**, julho, 2013.

BORGES, J. T. S.; PIROZI, M. R.; PAULA, C. D.; RAMOS, D. L.; CHAVES, J. B. P. Caracterização físico-química e sensorial de pão de sal enriquecido com farinha Integral de linhaça. **B.CEPPA**, Curitiba, v. 29, n. 1, jan./jun. 2011.

BORGES, J. T. S.; VIDIGAL, J. G.; SILVA, NATANIELLI, A. S.; PIROZI, M. R.; PAULA, C. D. Caracterização físico-química e sensorial de pão de forma contendo farinha mista de trigo e quinoa. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.15, n.3, 2013.

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

BECKER, E. W. Micro-algae as a source of protein. **Biotechnology Advances**, Oxford, v. 25, n. 2. 2007.

BECKER, E. W. **Microalgae: biotechnology and microbiology**. Cambridge University Press, Cambridge, 1994.

BELAY, A; OTA, Y; MIYAKAWA, K; SHIMAMATSU, H. Current knowledge on potential health benefits of Spirulina. **Journal of Applied Phycology**, v. 5, n. 2. 1993.

BEZERRA, R.P. **Influência do tempo de alimentação e da intensidade luminosa no cultivo de Spirulina platensis sob alimentação com cloreto de amônio**. Dissertação de mestrado, USP, 2006. São Paulo.

BORGES, J. T. S; PIROZ, M. R; PAULA, C. D; RAMOS, D. L; CHAVES, J. B. P. **Caracterização físico-química e sensorial de pão de sal enriquecido com farinha Integral de linhaça**. B.CEPPA, Curitiba, v. 29, n. 2, jul./dez. 2011.

BOROWITZKA, M.A. Commercial production of microalgae: ponds, tanks, tubes and fermenters. **Journal of Biotechnology**, v.70. 1999.

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. Secretaria de Vigilância Sanitária. Portaria nº 31, de 13 de janeiro de 1998. Aprova o Regulamento Técnico referente a Alimentos Adicionados de Nutrientes Essenciais, constante do anexo desta Portaria. **Diário Oficial da União**. Brasília, 16 de janeiro de 1998.

BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. **Diário Oficial da União**; Brasília, de 10 de janeiro de 2001.

BRASIL, Ministério da Saúde. RESOLUÇÃO Nº 466, DE 12 DE DEZEMBRO DE 2012. Trata de pesquisas e testes em seres humanos. **Diário Oficial da União**. Brasília, 14 de junho de 2013. Seção 1 – Página 59.

CENTENARO, G. S; FEDDERN, V; BONOW, E. T; SALAS-MELLADO, M. Enriquecimento de pão com proteínas de pescado. **Ciênc. Tecnol. Aliment.** 2007.

COGNE, G; LEHMANN, B; DUSSAP, C.G; GROS, J. B. **A absorção de macrominerais e oligoelementos pelo cianobactéria *Spirulina platensis* em condições fotoautotróficas: Cultura meio de otimização.** *Biotechnology and Bioengineering*, 2003.

COHEN, Z. The chemicals of *Spirulina*. In: VONSHAK, A. ***Spirulina Platensis (Arthrospira) Physiology, Cell-Biology and Biotechnology***. London: Taylor & Francis, 1997.

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

DERNER, R. B; OHSE, S.; VILLELA, M; CARVALHO, S. M; FETT, R. Microalgas, produtos e aplicações. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 6. 2006.

DON, VON DER W. **Malnutrition : a silent massacre**. Antena Technologies, 2000.

DUBINSKY, Z. Productivity of algae under natural conditions: algal mass culture and water blooms in nature. In: RICHMOND, A. **Handbook oh microalgal mass culture**. Boca Raton: CRC, 1990.

ESTELLER, M. S; LANNES, S. C. S. Parâmetros complementares para fixação de identidade e qualidade de produtos panificados. **Cienc. Tec. Alim.** 2005.

FALQUET, J. **The Nutritional Aspects of *Spirulina***. Antenna Technology, 1997. Disponível em: <http://www.antenna.ch/UK/ Aspect_UK.htm> Acesso em: 12/02/2016.

FDA - Food and Drug Administration.. **Agency Response Letter GRAS Notice No. GRN 000127 CFSAN/Office of Food Additive Safety. 2003.** Disponível em <<http://www.fda.gov/Food/FoodIngredientsPackaging/GenerallyRecognizedasSafeGRAS/GRASListings/ucm153944.htm>> Acesso em :12/02/2016.

FINALYS TEA SOLUTIONS. Dossiê antioxidantes: os antioxidantes. **Rev. Food Ingredients Brasil**, nº6. 2009.

FOLCH, J.; LEES, M.; SLOANE, G. H.; STANLEY, A. Simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. **J. Biol. Chem.** 1957.

FOX, R. D. **Spirulina production & potencial.** Aix-en-Provence: Edisud, 1996.

GARCIA, R. W. D. Reflexos da globalização na cultura alimentar: considerações sobre as mudanças na alimentação urbana. **Revista de Nutrição**, v.16, n.4. 2003.

GUARIENTI, C; BERTOLIN, T. E; COSTA, J. A. V. Capacidade antioxidante da microalga *Spirulina platensis* em células da levedura *Saccharomyces cerevisiae* submetidas ao estressor paraquat. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 69, n. 1, 2010.

GIBSON, R. S. **Zinco: o elo perdido no combate à desnutrição de micronutrientes nos países em desenvolvimento.** Anais da Sociedade de Nutrição 65: 51-60. 2006.

HABIB, M.A.B; PARVIN, M; HUNTINGTON;T.C; HASAN, M.R. A review on culture, production and use of *Spirulina* as food humans and feeds for domestic animals and fish. **Food and agriculture Organization of the United Nations.** 2008.

HAYASHI, T; HAYASHI, K; MAEDA, H; KOJIMA, I. Calcium spirulan, um inibidor da replicação do vírus com envelope, a partir de uma alga *Spirulina platensis* azul-esverdeada. **Journal of Natural Products.** 1993.

HAYASHI, T. **Estudos sobre a avaliação de produtos naturais para efeitos antivirais e suas aplicações.** 2008.

HELBIG, E. Biscoitos enriquecidos com farelo de linhaçamarrom (*Linum usitatissimum* L.) : valor nutritivo e aceitabilidade. **Demetra: alimentação, nutrição & saúde.** 2014.

HENRIKSON, R. **Microalga Spirulina superalimento del future.** 1 ed. Barcelona: Ediciones Urano, 1994 .

HENRIKSON, R. **Microalga Spirulina: superalimento del futuro**. Barcelona: Ediciones Urano S. A., 1995.

HUG, C.; VON DER WEID, D. **Spirulina na luta contra a desnutrição: Balanço e perspectivas**. Fondation antenna technologies. 2011.

IAL, Instituto Adolfo Lutz. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. Métodos físicos e químicos para análise de alimentos. 4. ed. São Paulo: IAL, 2008.

IYER, U.M.; DHARUV, S.A.; MANI, I.U. **Spirulina and its therapeutic implications as a food product**. In: Gershwin ME, Belay A, editor. *Spirulina in human nutrition and health*. London: Taylor and Francis; 2008.

JOURDAN, J. P. **Cultivez votre Spiruline**. 1996.

KAC, G.; VELASQUEZ-MELÉNDEZ, G. A Transição Nutricional e a epidemiologia da Obesidade na América Latina. **Caderno de Saúde Pública**, v. 19, suppl. 1, 2003.

LANG, V.; BELLISLE, F.; OPPERT, J. M.; CRAPLET, C.; BORNET, F.R.J.; SLAMA, G. Satiating effect of proteins in healthy subjects: a comparison of egg albumin, casein, gelatin, soy protein, peaprotein, and wheat gluten. **Am J Clin Nutr**, 1998.

LEMES, A. C.; TAKEUCHI, K. P.; CARVALHO, J. C. M.; DANESI, E. D. G. **Fresh Pasta Production Enriched with Spirulina platensis Biomass**. Braz. Arch. Biol. Technol. v.55 n.5, Sept/Oct, 2012.

LIBERATO, S. C.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. Fortification of industrialized foods with vitamins. **Revista de Nutrição**, Campinas, SP, v. 19, n. 2, abr, 2006.

LOURENÇO, S. O. **Cultivo de Microalgas Marinhas: Princípios e Aplicações**. 1 ed. São Paulo: Rima, 2006.

MAHAM, L. K.; ESCOTT-STUMP, S. Krause: Alimentos, nutrição e dietoterapia. 13ª edição. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

MOURTHÉ, K. **Obtenção de biomassa de arthrospira platensis (spirulina) utilizando do soro de leite**. Belo Horizonte, Escola de Veterinária –UFMG, 2010.

MORAES, A. C. F.; SILVA, I. T.; ALMEIDA-PITITTO, B.; FERREIRA, S. R. G. **Microbiota intestinal e risco cardiometabólico: mecanismos e modulação dietética.** Arq Bras Endocrinol Metab, 2014.

MORAES, F; COLLA, L. M. Alimentos funcionais e nutracêuticos: definições, legislação e benefícios à saúde. **Rev Eletrôn Farm** . 2006.

MORAIS, M. G.; COSTA, J. A. V. Perfil de ácidos graxos de microalgas cultivadas com dióxido de carbono. **Ciência Agrônômica**, v.32, n. 4, 2008.

MORETTO, E.; FETT, R. Processamento e Análise de Biscoitos. São Paulo: Varela, 1999.

MOURA, C. C.; PETER, N.; SCHUMACKER, B. O.; BORGES, L. R. Biscoitos enriquecidos com farelo de linhaça marrom (*Linum usitatissimum* L.): valor nutritivo e aceitabilidade. **Demetra: alimentação, nutrição & saúde**. 2015.

MIRANDA, M.S.; CINTRA, R.G.; BARROS, S.B.M.; MANCINI-FILHO, J. Antioxidant activity of the microalga *Spirulina máxima*. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 31, 1998.

MISKELLY, D.M. **Noodles: a new look at an old food**. Food Aust, 1993.

NORTON, T.A. Algal biodiversity. **Phycologia**, n.35, 1996.

OLIVEIRA, C. A; CAMPOS, A. A. O; RIBEIRO, S. R; OLIVEIRA, W. C; NASCIMENTO, A. G. Potencial nutricional, funcional e terapêutico da cianobactéria spirulina Nutritional, functional and therapeutic potential of cyanobacterium spirulina. **RASBRAN - Revista da Associação Brasileira de Nutrição**. São Paulo, SP, Ano 5, n. 1, Jan-Jun. 2013.

OLIVEIRA, T, M; PIROZI, M, R; BORGES, J, T, S. Elaboração de pão de sal utilizando farinha mista de trigo e linhaça. **Alim. Nutr.** 2007.

PAIVA, A.C; ALFENAS, R.C.G; BRESSAN, J. Efeitos da alta ingestão diária de proteínas no metabolismo. **Rev Bras Nutr Clin** 2007.

PASSOS, A. R. F. B. **Alimentos funcionais com base em massas alimentícias.** Universidade Fernando Pessoa Faculdade de Ciências da Saúde. Porto, 2014.

PATTERSON, G.M.L., BAKER, K. K., BALDWIN, C. L., BOLIS, C. M. , CAPLAN, F. R., LARSON, L. K., LEVINE IA, MOORE, R. E., NELSON, C.S. **Antiviral activity of cultured blue-green algae (Cyanophyta)**. 1993.JPhycol.

PELCZAR, M, J.; CHAN, E. C. S.; KRIEG, N. R. **Microbiologia: conceitos e aplicações**. São Paulo: Makron Books. 2 ed. v. 2, 2005.

PELIZER, L. H. et al. Influence of inoculum age and concentration in *Spirulina platensis* cultivation. **J. FoodEng.**, v. 56, 2003.

Pereira, B. S.; Pereira, B. S.; Cardoso, E. S.; Mendonça, J. O. B.; Souza, L. B.; Santos, M. P.; Zago, L.; Freitas, S. M. L. Análise físico-química e sensorial do pão de batata isento de glúten enriquecido com farinha de chia. **DEMETRA: Alimentação, Nutrição & Saúde**, v. 8, n. 2, 2013.

PULZ, O.; GROSS, W. Valuable products from biotechnology of microalgae. **Applied Microbiology Biotechnology**, v.65, 2004.

RAMAKRISHNAN, R. **Propriedades antivirais da cianobactéria, SPIRULINA**. Vol. 3, Dez, 2013.

RAYMUNDO, M. S.; HORTA, P.; FETT, R. Atividade antioxidante in vitro de extratos de algumas algas verdes (Chlorophyta) do litoral catarinense (Brasil). **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v.40, n. 4, 2004.

RICHMOND, A. *Spirulina*. In: Borowitzka, M. A.; Borowitzka L. J. **Micro-algal Biotechnology**. Cambridge: Cambridge University Press; 1988.

RICHMOND, A. **Handbook of microalgal mass culture**. Boston: CRC, 1990.

ROUHIER, B. **Spirulina e desnutrição**. 2006.

SAYDA, M.; A, M. H.; HETTA, W. M.; EI- SENOUSY, R. A.; SALAH EI, D.; GAMILA, H. **Antiviral activity of fresh water algae, J. Applied pharmaceutical sciences**. 2012.

SELMI, C.; LEUNG, P. S.; FISCHER, L.; ALEMÃO, B.; YANG, C.Y.; KENNY, T. P.; CYSEWSKI, G.R.; GERSHWIN, M. E. **Oefeitos da Spirulina em anemia e função imunológica em pessoas idosas**. Cellular & Molecular Immunology. 2011.

SHWETA, J.; SHIKHA, M.; SAMUEL, G. S. Potentiality of Petha (*Benincasa hispida*) waste for the growth of *Spirulina platensis*. **Res J of Agric Sci.** 2011.

SIMPORE, J.; ZONGO, F.; KABORE, F.; DANSOU, D.; BERE, A.; NIKIEMA, J. B.; PIGNATELLI, S.; BIONDI, D.; RUBERTO, G.; MUSUMECCI, S. Nutrition rehabilitation of HIV-infected and HIV-negative undernourished children utilizing *Spirulina*. **Ann Nutr Metab.** 2005.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES. Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes 2014-2015. **Editora Grupo Gen.** São Paulo, 2015.

SOTIROUDIS, G. T.; SOTIROUDIS, G. T. **Aspectos sanitários da Spirulina (Arthrospira) alimentos microalga**Suplemento. J. sérvia. Chem. Soe.2013.

SPOLAORE, P.; JOANNIS-CASSAN, C.; DURAN, E.; ESAMBERT, A. **Commercial applications of microalgae.** J Biosc Bioeng. 2006.

TSUCHIHASHI, N.; WATANABE, T.; TAKAI, Y. **Effect of Spirulina platensis on caecum content in rats.** Bull Chiba Hyg Coll. 1987.

VANDERZANT, C.; SPLITTSTOESSER, D. F. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods.** 3th. ed. Washington: American Public Health Association, 1992.

VELLOZO, E. P.; FISBERG, M. O impacto da fortificação de alimentos na prevenção da deficiência de ferro. **Revista Brasileira de Hematologia e Hemoterapia,** São Paulo, v. 32, n. 2, jun. 2010b.

VIDOTTI, E. C.; ROLLEMBERG, M. C. E. Algas: da economia nos ambientes aquáticos à bioremediação e à química analítica. **Quím. Nova,** v.27, n. 1, 2004.

YAMANI, E.; KABA-MEBRI, J.; MOUALA, C.; GRESENGUET, G.; REY, J. L. **Use of Spirulina supplement for nutritional management of HIV-infected patients: Study in Bangui.** Central African Republic Med Tropic. 2009.

ANEXOS

ANEXO A- TESTE DE ACEITAÇÃO E INTENÇÃO DE COMPRA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE EDUCAÇÃO E SAÚDE
UNIDADE ACADÊMICA DE SAÚDE

Teste de Aceitação e Intenção de compra

Nome: _____ **Idade:** _____ **e-mail:** _____

Fone: _____ **Escolaridade:** _____ **Data:** _____

Você está recebendo 04 amostras codificadas de pão adicionados com *Spirulina platensis*. Prove-as da esquerda para direita e escreva o valor da escala que você considera correspondente à amostra (código). Antes de cada avaliação, você deverá fazer uso da água.

- 9 – gostei muitíssimo
- 8 – gostei muito
- 7 – gostei moderadamente
- 6 – gostei ligeiramente
- 5 – nem gostei/nem desgostei
- 4 - desgostei ligeiramente
- 3 – desgostei moderadamente
- 2 – desgostei muito
- 1– desgostei muitíssimo

ATRIBUTOS	AMOSTRAS			
	(Código)			
Aparência				
Cor				
Aroma				
Sabor				
Consistência				
Avaliação Global				

Agora indique sua atitude de compra ao encontrar estes pães no mercado.

- 5 – compraria
- 4 – possivelmente compraria
- 3 – talvez comprasse/ talvez não comprasse
- 2 – possivelmente não compraria
- 1 – jamais compraria

ATRIBUTOS	AMOSTRAS			
	(Código)			
Intenção de Compra				

Comentários: _____

ANEXO B – Comprovante de envio do projeto

20/05/2016 Plataforma Brasil

Saúde




Michelely Rodrigues Donato - Pesquisador | V.S.O

Cadastros Seu perfil aparece em 28/05/16

DETALHAR PROJETO DE PESQUISA

— DADOS DA VERSÃO DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: ELABORAÇÃO DE UM PRODUTO DE RANFIFICAÇÃO, DO TIPO PÃO, ENRIQUECIDO PELA ADIÇÃO DE *Spinula platensis*.
Pesquisador Responsável: Michelely Rodrigues Donato
Área Temática:
Versão: 1
CAAE:
Submetido em: 11/05/2016
Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
Situação da Versão do Projeto: Pendência Documental Enviada pelo CEP
Localização visual da Versão do Projeto: Pesquisador Responsável
Patrocinador Principal: Financiamento Próprio



— DOCUMENTOS DO PROJETO DE PESQUISA

- ↳ Versão em Tramitação (PO) - Versão 1
- ↳ Pendência Documental (PO) - Versão 1
 - ↳ Currículo dos Assistentes
 - ↳ Documentos do Projeto
 - ↳ Folha de Rosto - Submissão 2
 - ↳ Projeto Detalhado / Brochura Investigação
 - ↳ TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa
- ↳ Projeto Completo

Tipo de Documento	Situação	Arquivo	Postagem	Ações

— LISTA DE APRECIÇÕES DO PROJETO

Apreciação	Pesquisador Responsável	Versão	Submissão	Modificação	Situação	Exclusiva do Centro Coord.	Ações
PO	Michelely Rodrigues Donato	1	11/05/2016	18/05/2016	Pendência Documental Enviada pelo CEP	Não	  

— HISTÓRICO DE TRÂMITES

Apreciação	Data/hora	Tipo Trâmite	Versão	Perfil	Origem	Destino	Informações
PO	18/05/2016 14:37:17	Rejeição do PP	1	Secretaria	Hospital Universitário Alcides Carneiro / Universidade Federal de Campina Grande	PESQUISADOR	Prezada Pesquisadora, o Comitê de seguimto documental está no...
PO	12/05/2016 14:43:00	Submetido para avaliação do CEP	1	Assessor	CONEP	Hospital Universitário Alcides Carneiro / Universidade Federal de Campina Grande	
PO	11/05/2016 21:38:11	Submetido para avaliação do CEP	1	Assistente de Pesquisa	PESQUISADOR	CONEP	

LEGENDA:

(*) Apreciação

PO = Projeto Original de Centro Coordenador	CCP = Projeto Original de Centro Participante	CCO = Projeto Original de Centro Coparticipante
F = Envio de Centro Coordenador	CP = Envio de Centro Participante	CC = Envio de Centro Coparticipante
H = Notificação de Centro Coordenador	CP = Notificação de Centro Participante	

(*) Formação do CAAE

Ano de submissão do Projeto Tipo do centro Situação da documentação submetida (pendência)

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 X Y Z

Não submetido em todos os 10 anos (10 submissões para apreciação)
 Não submetido
 Sequencial quando 101-10000 (1201-1000)
 Pendência (pendência de documentação)

ANEXO C - Termo do Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Prezado (a) Senhor (a)

Esta pesquisa é sobre avaliação sensorial de um pão acrescido de *Spirulina platensis* e está sendo desenvolvida por Jayanny Claybianny Araújo Fernandes, aluno (a) de Graduação em Nutrição da Universidade Federal de Campina Grande/CES, sob a orientação da Professora Dra. Nilcimelly Rodrigues Donato.

A realização desta pesquisa é justificada pela necessidade de avaliar as características sensoriais e intenção de compra do pão com diferentes concentrações de *Spirulina platensis*.

Objetivos do estudo:

Analisar o nível de aceitação sensorial de um pão com diferentes concentrações de *Spirulina platensis*.

Para tanto, V. Sa. receberá 04 amostras de pão, onde deverá avaliar a aceitação sensorial dos atributos aparência, cor, aroma, sabor, consistência e fará uma avaliação da aceitação global dos produtos. Além disso, deverá expressar sua intenção de compra das referidas amostras.

Informamos que essa pesquisa não oferece riscos, previsíveis, para a sua saúde. Todavia, na ocasião da aplicação das análises sensoriais, as preparações deverão estar isentas de qualquer risco de contaminação para os provadores. Estas contaminações poderão ser provenientes, principalmente, do processamento das amostras, condições de armazenamento e manipulação. Para avaliar este fator de contaminação, antes da aplicação das análises sensoriais as amostras serão submetidas às análises microbiológicas que deverão demonstrar a qualidade higiênico-sanitária dos produtos comercializados, 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 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 os consumidores em potencial, como a oferta de um alimento com propriedades nutritivas e boas características sensoriais, 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 da área de saúde 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 do pão.

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 cópia 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 o(a) Pesquisador (a) Nilcimelly Rodrigues Donato.

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) 3372-1809

Atenciosamente,

Assinatura do Pesquisador Responsável

Assinatura do Pesquisador Participante