



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
FACULDADE DE FARMÁCIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DE ALIMENTOS

JÉSSICA SANTIAGO FALCÃO

ELABORAÇÃO E AVALIAÇÃO DE GELEIA À BASE DE UMBU (*Spondias tuberosa*
Arr Cam) ACRESCIDA DE MICROALGA (*Spirulina sp.* LEB-18)

SALVADOR

2019

JÉSSICA SANTIAGO FALCÃO

ELABORAÇÃO E AVALIAÇÃO DE GELEIA À BASE DE UMBU (*Spondias tuberosa*
Arr Cam) ACRESCIDA DE MICROALGA (*Spirulina sp.* LEB-18)

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação
em Ciência de Alimentos, da
Faculdade de Farmácia da
Universidade Federal da Bahia,
como requisito do para a
obtenção do título de Mestre
em Ciência dos Alimentos.

Prof. Dr. Ederlan, de Souza Ferreira

Orientador

Prof. Dra. Janice Izabel Druzian

Coorientadora

SALVADOR

2019

Santiago Falcão, Jéssica
ELABORAÇÃO E AVALIAÇÃO DE GELEIA À BASE DE UMBU
(Spondias tuberosa Arr Cam) ACRESCIDA DE MICROALGA
(Spirulina sp. LEB-18) / Jéssica Santiago Falcão. --
Salvador, 2019.

73 f.

Orientador: Ederlan Souza Ferreira.
Coorientadora: Janice Izabel Druzian.
Dissertação (Mestrado - Ciência dos Alimentos) --
Universidade Federal da Bahia, Faculdade de Farmácia,
2019.

1. Desenvolvimento de novos produtos. 2. Biomassa.
3. Produtos enriquecidos. 4. Proteína. I. Souza
Ferreira, Ederlan. II. Izabel Druzian, Janice. III.
Título.



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
FACULDADE DE FARMÁCIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DE ALIMENTOS

TERMO DE APROVAÇÃO

JÉSSICA SANTIAGO FALCÃO

ELABORAÇÃO E AVALIAÇÃO DE GELEIA À BASE DE UMBU
(*Spondias tuberosa* Arr Cam) ACRESCIDA DE MICROALGA (*Spirulina*
plantensis)

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos (nível Mestrado Acadêmico) da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Ciência de Alimentos.

Aprovada em 28 de junho de 2019.

BANCA EXAMINADORA

Dr. Ederlan de Souza Ferreira
Universidade Federal da Bahia
Orientador

Dr^a. Carolina Oliveira de Souza
Universidade Federal da Bahia

Dr. Henrique Rodrigues Marcelino
Universidade Federal da Bahia

Dedico

À todos aqueles que me apoiaram nessa batalha.

AGRADECIMENTOS

A Deus acima de tudo e de todos, por nos fornecer a vida e por ter iluminado este caminho e com isso, permitindo à nossa verdadeira conquista profissional.

Com o meu amor e a minha eterna gratidão agradeço a minha família pelo apoio incondicional, pelo sacrifício, total dedicação e cuidado. Em especial mãe, Eliete, meu pai Ailton, minha irmã Catarine e minha sogra, Maria da Glória. Obrigada a todos vocês.

À você Cauê, pelo incentivo, carinho, cuidado e total apoio nos momentos que foram precisos. Agradeço muito por ter você sempre ao meu lado.

À meu orientador Dr. Ederlan Ferreira e co-orientadora Dr^a Janice Druzian, por terem me acolhido, pelas oportunidades concedidas e pela confiança depositada em mim;

À Universidade Federal da Bahia, à Faculdade de Farmácia, ao Programa de Pós-graduação em Ciência de Alimentos, sou grata pela oportunidade de realizar esse trabalho;

À todos os amigos do LAPESCA, em especial: Larissa Cruz, por estar sempre disposta a ajudar desde o início até o final de tudo, Obrigada por tudo.

Agradeço também a Ludmila, Leila Rodrigues, o, Lucas Cardoso, Carolina Souza e Denilson Assis pela colaboração, pelo afeto, pelo amor, convívio diário, companheirismo. Às amigadas que foram construídas ao decorrer do mestrado: Pedro Guimarães, Thâmila Batista, Elba Boa Morte, Roberta Andrade e Andressa Cerqueira que sempre estiveram juntos comigo dispostos a ajudar, a cuidar e alegrar a minha trajetória, obrigada pela paciência e por terem cruzado o meu caminho!

À meu IC Tales Sobral, sempre disposto a me ajudar nos momentos que eu mais precisei!
Obrigada por tudo.

Ao LAPAAC e seus colaboradores, pelo auxílio de algumas análises, em especial a Biane Philadelpho, Jonnie Elton e Mariana Barros. Obrigada pela dedicação e apoio.

Aos funcionários do colegiado de Pós-graduação em Ciência de Alimentos pela atenção e eficiência e aos demais da Faculdade de Farmácia que contribuíram diariamente para a nossa segurança, higiene e conforto, gratidão pelo cuidado. Por fim, o meu obrigado pelo carinho e atenção de todos participantes dessa nova conquista!

Muito obrigada!

“Passarinhos soltos a voar dispostos
A achar um ninho
Nem que seja no peito um do outro” (Emicida)

RESUMO

A preocupação em relação à saúde está estimulando o consumo de alimentos saudáveis, funcionais e mais nutritivos nos tempos atuais. Estes alimentos geram efeitos benéficos a fisiologia humana e conseqüentemente prevenindo dos riscos de doenças crônicas. Assim, em busca por produtos que satisfaçam os consumidores em forma geral, estão sendo desenvolvidos produtos funcionais que utilizam na formulação insumos de baixo custo, fácil produção e constituído por macronutrientes e micronutrientes importantes para saúde. Além disso, com intuito de diminuir o desperdício de frutos e conseqüente o impacto ambiental, estão sendo utilizadas tecnologias para o aproveitamento desses frutos para produção de novos produtos alimentícios. Assim, o presente trabalho teve por objetivo desenvolver geleia com o fruto regional, umbu (*Spondias tuberosa* Arr Cam.) e enriquecida com biomassa de *Spirulina* sp. LEB-18, microalga com alto teor de proteína, compostos bioativos, vitaminas e minerais, agregando valor nutricional e funcional a um produto calórico e pobre em macronutrientes. Avaliando suas propriedades físico-químicas, sensoriais e microbiológicas. As geleias foram elaboradas com polpa de umbu tendo diferentes concentrações (3,4 e 5% m/m) de *Spirulina* sp. LEB-18, ou seja, tendo respectivamente a adição máxima de 1,2, 1,4 e 1,6g por porção de 30g de geleia. O estudo determinou as características físico-químicas, parâmetros de cor, composição centesimal e teste de aceitabilidade comercial da geleia. Os resultados demonstraram que a incorporação da *Spirulina* sp. LEB-18 nas geleias em diferentes concentrações apresenta quantidades significativas de proteína quando comparadas ao controle. A avaliação microbiológica apresentou ausência para os coliformes totais, bolores e leveduras, *Salmonella* e para *S. Aureus*. Em relação ao teste de aceitação e intenção de compra verificou-se um resultado razoável pelos julgadores, correspondentes a “compraria frequentemente” e “compraria raramente”. Todavia, os resultados do presente estudo sugerem que o produto desenvolvido consiste de formulações com um nível proteico mais elevado quando comparados aos comercializados no mercado, e de coloração verde, característica da fruta de umbu.

Palavras-chave: biomassa; *Spondias tuberosa*; proteína, alimentos.

ABSTRACT

Health concerns are stimulating the consumption of healthy, functional and more nutritious foods today. These foods generate beneficial effects on human physiology and consequently prevent the risks of chronic diseases. Thus, in search of products that satisfy consumers in general, functional products are being developed that use in the formulation inputs of low cost, easy production and consisting of macronutrients and micronutrients important for health. In addition, in order to reduce fruit waste and consequent environmental impact, technologies are being used to use these fruits for the production of new food products. Thus, this work aimed to develop jelly with the regional fruit, umbu (*Spondias tuberosa* Arr Cam.) and enriched with biomass of *Spirulina* sp. LEB-18, microalgae with high protein content, bioactive compounds, vitamins and minerals, adding nutritional and functional value to a caloric and low macronutrient product. Evaluating its physical-chemical, sensory and microbiological properties. The jellies were prepared with umbu pulp having different concentrations (3.4 and 5% m/m) of *Spirulina* sp. LEB-18, i.e., having respectively the maximum addition of 1.2, 1.4 and 1.6g per portion of 30g of jelly. The study determined the physicochemical characteristics, color parameters, centesimal composition and commercial acceptability test of the jelly. The results demonstrated that the incorporation of *Spirulina* sp. LEB-18 in jellies in different concentrations presents significant amounts of protein when compared to control. Microbiological evaluation was absent for total coliforms, molds and yeasts, *Salmonella* and for *S. Aureus*. Regarding the acceptance test and intent to purchase there was a reasonable result by the judges, corresponding to "would buy frequently" and "would buy rarely". However, the results of this study suggest that the product developed consists of formulations with a higher protein level compared to those marketed, and a green colouring characteristic of umbu fruit.

Keywords: biomass; *Spondias tuberosa*; protein, food.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

- Figura 1** - Frutos (A), endocarpo (B), endocarpos cortado transversalmente (direita) 16
e longitudinalmente (esquerda), com a semente em seu interior (C) (BATISTA et
al.,2015)
- Figura 2** - Gênero *Spirulina* vista ao microscópio. Fonte: Mazokopakis et al (2008) 18
- Figura 3** - Fotobiorreator tipo Racewey 20
- Figura 4** - Estrutura de um fenol (Hidroxibenzeno) 24
- Figura 5** - Fluxograma do processamento da geleia (FABRÍCIO et al., 2010). 26

CAPÍTULO II

- Figura 1** - Fluxograma de preparo das geleias sem ou com concentrações diferentes de 46
Spirulina platensis.
- Figura 2** - Correlação entre os teores de proteína e cinzas nas geleias de umbu e 58
Spirulina adicionada.
- Figura 3** - Avaliação dos atributos sensoriais entre as geleias de umbu sem ou com 63
adição de *Spirulina*
- Figura 4** - Intenção de compra do consumidor entre geleias de umbu sem ou com 64
adição *Spirulina*.
- Figura 5** - Correlação entre os atributos sensoriais das geleias de umbu com e sem a 65
adição e de *Spirulina*.

LISTA DE TABELAS

CAPITULO I

- Tabela 1** – Interferência de diferentes meios de cultivo na composição química da biomassa de *Spirulina platensis* 21
- Tabela 2** - Composição nutricional da biomassa de *Spirulina sp* por 100g 22
- Tabela 3** - Especificações da legislação do Ministério da Saúde Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos (RDC nº 12 de março de 1978) 27

CAPITULO II

- Tabela 1** - Formulações para geleias de umbu sem ou com adição de *Spirulina* 46
- Tabela 2** - Dimensões dos frutos de umbu (*Spondias tuberosa* Arr Cam) e dos seus componentes. 50
- Tabela 3** - Aw, pH, acidez titulável, sólidos solúveis totais e relação do total de sólidos solúveis e acidez titulável dos frutos de umbu (*Spondias tuberosa* Arr Cam) in natura. 52
- Tabela 4** - Composição centesimal do fruto de umbu (*Spondias Tuberosa* Arr Cam). 53
- Tabela 5** - Aw, pH, acidez titulável e sólidos solúveis totais entre as geleias de umbu sem ou com adição de *Spirulina*. 55
- Tabela 6** - Composição centesimal entre as geleias de umbu sem ou com adição de *Spirulina*. 57
- Tabela 7** - Avaliação das coordenadas de cores tridimensionais (a^* , b^* e L^*) e conteúdo de ficocianina entre as geleias de umbu sem ou com adição de *Spirulina*. 59
- Tabela 8** - Propriedades texturais entre as geleias de umbu sem ou com adição de *Spirulina*. 60
- Tabela 9** - Painéis de aceitação entre as geleias de umbu sem ou com adição *Spirulina*. 62

SUMÁRIO

RESUMO	7
ABSTRACT	8
1. INTRODUÇÃO GERAL	13
2. OBJETIVOS	15
2.1. Objetivo Geral	15
2.2. Objetivos Específicos	15
CAPÍTULO I: Revisão de Literatura	16
3 Fundamentação Teórica	16
3.1. Umbu (<i>Spondias tuberosa</i>)	16
3.2 <i>Spirulina</i> sp.	18
3.2.1 Proteínas e aminoácidos de <i>Spirulina platensis</i>	23
3.2.2 Compostos fenólicos e atividade antioxidante da <i>Spirulina</i> sp.	24
3.3. Geleia	25
3.4. Alimentos funcionais	30
REFERÊNCIAS	32
CAPÍTULO II	39
RESUMO	40
ABSTRACT	41
1 INTRODUÇÃO	42
2 MATERIAL E MÉTODOS	45
2.1 Material	45
2.2 Parâmetros Físicos	45
2.3 Produção de geleia de umbu	46
2.4 Propriedades físico-químicas	47
2.5 Composição centesimal	48
2.6 Parâmetro de cor	48
2.7 Determinação de ficocianina	48
2.8 Textura	48
2.9 Parâmetro microbiológico	48
2.10 Avaliação sensorial	49
2.11 Análise Estatística	49
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	50
4 CONCLUSÃO	66
REFERÊNCIAS	67

1 INTRODUÇÃO

O Nordeste brasileiro é formado por áreas que são constituídas por solos e climas favoráveis para a plantação de frutos tropicais. Relevantes para o crescimento econômico da região, a produção e o processamento desses frutos, são atividade que vem trazendo benefícios não só na comercialização regional e sim no mercado nacional e internacional. Esses frutos produzidos no Nordeste são atraídos pelo sabor e aroma característico no qual tornam-se os responsáveis por possuir uma elevada aceitabilidade no mercado (LIMA, 2012).

Dentre as espécies frutíferas, destaca-se o umbuzeiro, nativo de regiões semiáridas do Nordeste brasileiro, pertence a espécie *Spondias tuberosa* e a família *Anacardiaceae*. Os frutos gerados são caracterizados como exóticos de sabor agridoce e ricos em vitaminas e compostos bioativos. Além disso, são bastante apreciados para consumo *in natura*, porém, por serem frutos perecíveis, sugere-se o processamento para desenvolvimento de doces, sucos, picolés e sorvetes, com o intuito de ampliar sua oferta e consumo (MOREIRA et al., 2012; OLIVEIRA, 2014; MENEZES et al., 2017).

A geleia de frutas, doce gerado a partir do aproveitamento mais eficiente destes frutos, é produzida a partir da cocção de fruto *in natura*, inteira ou em pedaço, polpa ou suco de fruta, fervida com açúcar (sacarose), pectina, ácido e outros ingredientes até uma consistência firme, textura gelificada (BAKER et al., 2005). Produto de alto valor calórico, não apresenta nenhum atrativo nutricional por ser basicamente constituída de sacarose (BASU et al., 2011).

Devido a este fator, a indústria de alimentos tem adicionado e/ou suplementado ingredientes para modificar não só a composição química como também o fornecimento de nutrientes, com o intuito de obter produtos mais ricos em termos nutricionais (AVELAR et al., 2016).

O uso de microalgas na alimentação humana sobrevém a séculos, tendo o seu primeiro relato desde as tribos indígenas, que já faziam uso de algas como a *Spirulina platensis*, *Nostoc* e *Aphanizomenon*. No entanto, a popularização das mesmas iniciou-se a poucas décadas, com a justificativa principal de utilizá-las como fonte de proteína (PRRIYADARSHANI & RATH, 2012). Atualmente, devido a sua composição favorável, as microalgas têm sido consideradas como uma matéria-prima versátil para produção de biocombustíveis, como biodiesel, bioetanol, biogás, bio-hidrogênio, entre outros (ZHU et al., 2014).

De acordo com a Food and Drug Administration (FDA) a biomassa de *Spirulina* é rotulada como *GRAS* (*Generally Recognized as Safe*), o que garante a sua comercialização e o seu uso como alimento seguro (AMBROSI et al., 2008). Estudos científicos demonstram

que essa biomassa tem um dos mais altos teores de proteína já encontrados, além de boa digestibilidade e todos os aminoácidos essenciais (AVILA-LEON et al., 2012; RABELO et al., 2013). De acordo com NEHAL (2014) a microalga *Spirulina* é classificada como um *superfood*, particularmente pelo seu alto teor de proteínas, vitaminas (vitamina A, B, C, D, E), minerais (ferro, potássio, sódio), polifenóis, polissacarídeos, fibras e baixo teor calórico.

Devido ao seu potencial nutricional, a indústria global de alimentos vem buscando extensamente a utilização das microalgas como fonte promissora de novos alimentos, bem como para a fabricação de produtos alimentares funcionais. Pesquisas destacam que a agregação de biomassa de microalgas nos alimentos pode conferir a eles importantes resultados terapêuticos, como anticancerígeno, hiperlipidêmico, efeito protetor contra a diabetes e obesidade (HIRAHASHI et al., 2002; KURD; SAMAVATI, 2015; PONCE et al., 2010).

Nesse contexto o desenvolvimento de uma geleia de umbu, que é um doce de fruta popular, com incorporação de biomassa de *Spirulina*, se apresenta como uma alternativa inovadora para o mercado de alimentos, pois agrega valor nutricional e funcional a um produto já conhecido pela população e altamente consumido no mundo moderno. Nessa perspectiva a proposta deste trabalho busca agregar valor à geleia de umbu (casca + polpa) através do enriquecimento com a biomassa de *Spirulina* sp. LEB-18 com o intuito de aumentar o seu teor proteico, bem como avaliar suas propriedades físico-químicas, sensoriais e microbiológicas.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Elaborar e avaliar a adição de diferentes concentrações de biomassa de *Spirulina sp.* LEB-18 em geleias à base do fruto (casca + polpa) de umbu (*Spondias tuberosa* Arr Cam) a fim de promover um incremento na qualidade nutricional do produto.

2.2. Objetivos específicos

- Avaliar caracterização física dos frutos do umbu;
- Processar e avaliar a caracterização físico-química da mistura polpa e casca do fruto do umbu;
- Avaliar o efeito do aumento da concentração de biomassa de *Spirulina* sobre as características físico-químicas da geleia de umbu;
- Avaliar a qualidade nutricional do produto desenvolvido por meio das análises de proteína, lipídios, carboidratos, cinzas e fibras;
- Verificar através das análises microbiológicas (coliformes totais, bolores e leveduras e *Staphylococcus aureus*) se as formulações das geleias elaboradas atendem aos requisitos da legislação;
- Avaliar as diferentes formulações de geleia de umbu com/sem *Spirulina sp.* LEB-18 por meio das respostas sensoriais dos consumidores, obtidas pelo teste de aceitação e intenção de compra;

Capítulo I

Fundamentação teórica

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1. Umbu (*Spondias tuberosa*)

A região do semiárido brasileiro é delimitada basicamente por 56,46% da região do nordeste e parte do norte de Minas Gerais. Essas terras são caracterizadas pela escassez de chuvas, onde ocorre precipitações de 400 milímetros a 800 milímetros por ano, bem como uma temperatura que varia de 12°C e 38°C. O bioma da caatinga que predomina essa região é composta por uma flora de grande diversidade de árvores e arbustos de aparência rústica e constituída de mecanismos adaptativos as condições climáticas da região, ou seja, sobreviver a um período longo de estiagem em temperaturas elevadas, e sem perder a capacidade produtiva dos frutos, como é o caso do umbuzeiro (SANTOS, 2007; SILVA et al., 2012; MENEZES et al., 2017).

Espécie exclusiva do Brasil, o umbuzeiro, pertence à família da *Anacardiaceae* e ao gênero *Spondias*, no qual compreende de 18 espécies frutíferas tropicais bastante explorada de forma extrativista por agricultores locais. Em sumo no Norte e Nordeste destacam-se as espécies: cajá (*Spondias mombin* L.), siriguela (*Spondias purpurea*), umbu (*Spondias tuberosa*), cajarana (*Spondias cytherea*) e umbu-cajá (*Spondias bahienses*) (CASTRO et al., 2015; REZENDE et al., 2018).

Esse tipo de árvore possui uma característica que permite sua distribuição e desenvolvimento em ambientes adversos, como em locais que sofrem com a falta de água, por exemplo, devido ao seu potencial de armazenar água e nutrientes importantes em um órgão conhecido como xilopódio localizado nas suas raízes longas que podem chegar a um

metro de profundidade. Inclusive, por essa vantagem de armazenamento, o umbuzeiro era utilizado para saciar a sede dos vaqueiros durante suas jornadas (SANTOS, 2001).

A plantação do umbuzeiro pode acontecer de duas formas, por sementes, considerada como uma germinação lenta e desuniforme e por propagação vegetativa no qual são clones da planta mãe, oriundas geralmente do processo vegetativo de enxertia, que terão um crescimento uniforme e precoce, ou seja, capaz de gerar frutos por volta de 4 anos de idade quando comparados com mudas obtidas por sementes (BATISTA, 2015).

Apesar de todos esses benefícios e adaptações que o umbuzeiro possui, sua produção ocorre, principalmente, nos meses chuvosos e o processo de frutificação e maturação do fruto levam cerca de 125 dias para serem concluído. O fruto produzido chamado de umbu tem características como superfície lisa ou com protuberâncias (Figura 1), tipo drupa, podendo ser ovóide, oblongo e arredondado. Bastante apreciados pela população este fruto considerado exótico, apresenta um sabor agridoce e um odor característico da espécie. Com relação ao peso, em média o mesmo possui entre 18,4 a 30,2 gramas distribuídos em três partes (epicarpo, mesocarpo e endocarpo), sendo que a casca corresponde a 22% do peso total, a polpa 68% e a semente 10% (DIAS, 2018).

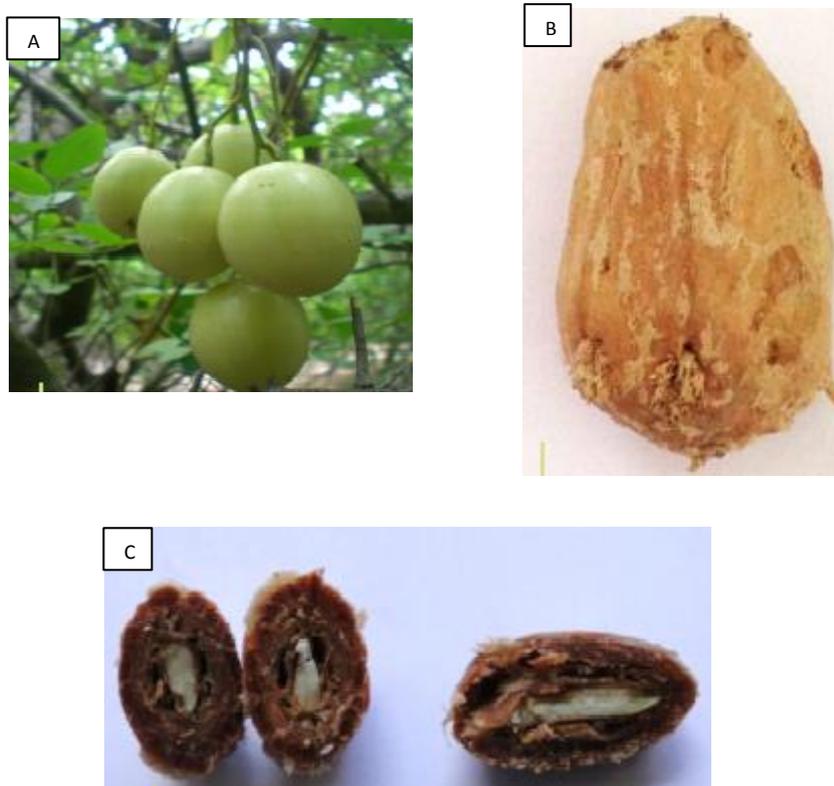


Figura 1 - Frutos (A), endocarpo (B), endocarpos cortado transversalmente (direita) e longitudinalmente (esquerda), com a semente em seu interior (C) (BATISTA et al., 2015).

Em adição, é importante ressaltar que para os primeiros habitantes do sertão o umbuzeiro era considerado uma planta medicinal por possuir vitaminas A e C e outras substâncias com potencial antioxidante como os flavonoides e taninos em seus frutos e no caule de sua casca. O umbuzeiro, pode estar associado aos efeitos anti-inflamatórios e cicatrizantes, sendo utilizado no tratamento de algumas patologias, como inflamações provocadas por microrganismos, dismenorrea primária, dores de estômago e diminuição nos níveis de colesterol (LINS; PERONI; ALBUQUERQUE, 2010; ARAÚJO et al., 2008).

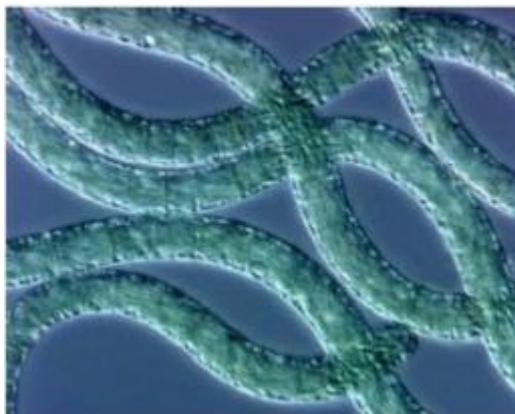
Por ser um fruto climatérico e de fácil deterioração, o mesmo deve ser comercializado *in natura* com a casca ainda verde. Em condição ambiente o fruto demora cerca de 2 a 3 dias para amadurecer, no entanto caso exista um ambiente controlado com temperatura de 12°C, a vida útil do umbu pode durar até 14 dias, retardando os efeitos dos eventos fisiológicos que conduzem ao amadurecimento e posterior senescência (ARAÚJO, 2007). Uma alternativa viável para os agricultores evitarem as perdas é o processamento dos frutos para a obtenção de produtos derivados. A colheita adequada dos frutos e seu beneficiamento garantem às famílias produtoras uma maior segurança alimentar, além de proporcionar uma fonte alternativa de renda (BATISTA et al., 2015).

3.2. *Spirulina platensis*

As algas são organismos fotossintéticos que convertem a energia luminosa do sol em energia química pelo processo de fotossíntese. A biomassa de algas contém vários compostos com estruturas e funções diversificadas. A biotecnologia das algas está dividida em microalgas, macroalgas e cianobactérias com suas especificidades únicas (SONI; SUDHAKAR; RANA, 2017).

O termo *Spirulina* representa a biomassa seca do gênero *Arthrospira* sp., classificada como cianobactéria fotossintética, de cor verde azulada e filamentosa. É caracterizado por cadeias de células, constituindo um filamento na forma de espiral, denominado tricoma, essas estruturas são constituídas por células cilíndricas, curtas e largas (Figura 2), revestidas por uma fina membrana. Seu diâmetro pode variar de 6 a 12 µm, e as estruturas helicoidais formadas por este filamento podem apresentar diâmetros que variam de 30 a 70 µm (ROUT et al, 2015; MA et al., 2018).

Figura 2: Gênero *Spirulina* vista ao microscópio.



Fonte: Adaptado a partir Mazokopakis et al. (2008).

As microalgas foram descobertas pela primeira vez pelo cientista espanhol Hernando Cortez em 1519 que observou a introdução das mesmas na alimentação dos astecas, no México. Com os estudos, foram descobertos benefícios à saúde devido ao uso da *Spirulina* que passou a ser comercializada, com a primeira fábrica de processamento criada em 1969, pelos franceses (PAPADAKI et al., 2017; SONI; SUDHAKAR; RANA, 2017).

Estudos científicos trazem inúmeros benefícios do uso da *Spirulina* como suplemento dietético devido seu conteúdo proteico, alta digestibilidade, composição de aminoácidos essenciais e atividade antioxidante (DEMIR; TÜKEL, 2010; HAJIMAHMOODI et al., 2010, WU et al., 2016; MALLIKARJUN et al., 2015).

O uso de microalgas, assim como a *Spirulina*, é legalmente autorizado 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 a comercialização de *Spirulina* desde que o produto final no qual a microalga tenha sido adicionada, seja isolada ou em mistura, esteja devidamente registrado e se enquadre nas categorias de alimentos com alegação de propriedades funcionais e/ou de saúde ou substâncias bioativas, além disso, deve apresentar especificações de ingredientes, incluindo a identificação da espécie de alga e seu local de cultivo e quantidade limitada de ingestão diária total de 1,6g de biomassa (BRASIL, 2009).

Cultivada para atender a demanda do mercado através de lagoas abertas, categorizadas em águas naturais como lagos, lagoas, tanques artificiais ou contêineres e fotobiorreatores fechados (Figura 3) que podem ser recipientes de cultura iluminados para a

produção controlada de biomassa, sem troca direta de gases e contaminantes com o meio ambiente (ZHOU et al., 2018).

Figura 3 – Fotobiorreator tipo *Raceway*



Fonte: Autoria própria

A *Spirulina*, assim como das demais microalgas, é facilmente influenciada pela forma de cultivo e de algumas séries de fatores, incluindo a disponibilidade de nutrientes, temperatura e luz. A *Spirulina* também requer um pH relativamente alto e uma temperatura controlada, no qual inibe o crescimento de outras algas no sistema. Ao longo dos anos, diferentes meios têm sido usados para cultivar a *Spirulina* e monitorar sua taxa de crescimento (Tabela 1) (JESUS, et al., 2018).

Apresentando a interferência do meio de cultivo no teor de proteínas de *Spirulina platensis* no estudo de Matsudo et al. (2009), observa-se a influência dos parâmetros de tempo de alimentação de uréia e ciclos de cultivo no processo descontínuo de produção da *Spirulina platensis*, tendo como variáveis dependentes a concentração celular máxima, a produtividade em células, composição proteica (45 a 62%) e lipídica (10 a 22%) da biomassa.

Tabela 1 – Interferência de diferentes meios de cultivo na composição química da biomassa de *Spirulina platensis*.

Composição e Condições de Cultivo	Composição Química			Referência
	PTN (%)	LIP (%)	CHO (%)	
Ureia como fonte alternativa de nitrogênio.	45 a 62	10 a 22	-	Matsudo et al. (2009)
Variações no tempo de alimentação por amônio e com/sem controle de pH pela adição de CO ₂ .	22 a 38	14 a 30	35 a 50	Rodrigues et al. (2011)
Utilização de CO ₂ produzido pela fermentação de etanol e mistura de duas fontes de nitrogênio (NaNO ₃ e (NH ₄) ₂ SO ₄) em um fotobiorreator.	17 a 32	7 a 10	-	Ferreira et al. (2012)
Diferentes percentuais de vinhaça de beterraba, tempos de cultivo, intensidade de luz e composição do meio de cultura padrão.	26 a 72	-	-	Coca et al. (2015)
Utilização de resíduos resultantes da obtenção de proteínas do soro de leite como fonte de carbono.	22 a 50		58 a 15	Salla et al. (2016)

PTN: proteína; LIP: lipídios; CHO: carboidratos; (-) ausência do parâmetro no estudo.

Rodrigues *et al.* (2011) estudaram os efeitos do tempo de alimentação por amônio com e sem controle de pH pela adição de CO₂ no cultivo de *Spirulina platensis*, determinando seu crescimento e a composição de sua biomassa. Ferreira *et al.* (2012) investigaram a utilização de CO₂ produzido através da fermentação de etanol e com a mistura de duas diferentes fontes de nitrogênio (NaNO₃ e (NH₄)₂SO₄) para o cultivo de *Spirulina platensis* em um fotobiorreator, observando os resultados avaliados em termos de concentração máxima de células obtidas, produtividade celular e composição da biomassa em relação às proteínas e lipídios.

Coca *et al.* (2015), avaliaram a produção de *Spirulina platensis* em um meio mineral enriquecido com diferentes teores de vinhaça de beterraba, tempos de cultivo, intensidade de luz e composição do meio de cultura padrão (composto por NaHCO₃, Na₂CO₃, K₂HPO₄, NaNO₃, K₂SO₄, NaCl, MgSO₄ e CaCl₂) e obtiveram informações sobre a interferência deste meio de cultivo na sua concentração de proteínas e na produtividade em relação a biomassa.

Salla *et al.* (2016), estudaram condições para aumentar o percentual de carboidratos da biomassa de *Spirulina platensis* com a utilização de resíduos da extração de proteínas de

oro de leite o qual apresenta alto conteúdo de lactose e baixo de proteínas; este processo possibilitou um acréscimo na produtividade de carboidratos da biomassa e reduziu o percentual de proteínas da biomassa.

Existem diferentes meios de preparações de acordo com as condições locais de cultivo, como meio de Rao, CFTIR, OFERR, sendo o mais comumente utilizado o meio de Zarrouk (padrão para o cultivo da microalga *Spirulina platensis*). É necessária a agitação da cultura para homogeneizar e garantir uma boa distribuição de nutrientes entre todos os filamentos da microalga. As etapas posteriores compreendem: centrifugação, filtração, secagem e moagem (SONI; SUDHAKAR; RANA, 2017; SONI; SUDHAKAR; RANA, 2019).

A *Spirulina* tem sido amplamente utilizada como suplemento nutricional. A Organização Mundial da Saúde (OMS) estima que a mesma se tornará um dos componentes mais curativos e profiláticos de nutrição no século XXI. Devido ao baixo custo e conteúdo nutritivo já tem sido considerada por muitos pesquisadores como um “superalimento”. Devido à grande quantidade de elementos bioativos, a *Spirulina* apresenta propriedades antioxidantes anti-inflamatórias, imunomoduladoras, anti-hiperlipidêmico, antígenotóxico e atividades anticarcinogênicas, além de apresentar efeitos benéficos em doenças metabólicas como hipertensão arterial, diabetes e obesidade (SHARIAT, A.; FARHANGI, M. A.; ZEINALIANO, R, 2019).

Rica em metabólitos primários e secundários importantes sob o ponto de vista farmacêutico em sua composição, a mesma possui um amplo nível de nutrientes (Tabela 2) como carboidratos (30%), gorduras (8-17%) e proteínas (55-70%), contendo 18 dos 22 aminoácidos essenciais. Apresenta vitaminas do complexo B, (especialmente a vitamina B12), A e E, minerais como cálcio, ferro, zinco, magnésio, manganês e selênio. Além de possuir fitoquímicos, como carotenoides, polifenóis e ficocianina que têm ação antioxidante (MAHMOUD; EL-GHFFAR, 2019).

Tabela 2. Composição nutricional da biomassa de *Spirulina platensis* por 100g.

Nutrientes	Concentração	Nutrientes	Concentração
Proteína (g)	56,6 – 70,0	Vitamina B ₈ (mg)	0,005 – 0,008
Carboidrato (g)	11,3 – 22,0	Vitamina B ₉ (mg)	0,05 – 0,09
Lipídios (g)	2,20 – 4,10	Vitamina B ₁₂ (mg)	0,35 – 0,60
Minerais (g)	7,0 – 8,00	Cálcio (mg)	1000 – 2000
Fibra alimentar (g)	7,0 – 16,4	Fósforo (mg)	670 – 800
Vitamina A (mg)	212 - 240	Magnésio (mg)	400 – 480
Vitamina E (mg)	10 – 13	Ferro (mg)	58 – 62
Vitamina B ₁ (mg)	1,4 - 3,5	Zinco (mg)	3,00 – 3,30
Vitamina B ₂ (mg)	0,4 – 6,9	Cobre (mg)	1,10 – 1,20
Vitamina B ₃ (mg)	1,3 – 5,9	Manganês (mg)	0,50 – 0,70
Vitamina B ₅ (mg)	0,2 – 0,3	Cromo (mg)	0,03 – 0,05
Vitamina B ₆ (mg)	4,0 – 6,0	Potássio (mg)	1,4 – 1,5

Fonte: adaptada. ROBERTO, 2015; MARCINKOWSKA- LESIAK et al., 2018.

Os ácidos graxos das microalgas correspondem à maior fração lipídica e, em algumas espécies, os poliinsaturados (PUFA's) representam entre 25 e 60% dos lipídios totais. O principal ponto de interesse na *Spirulina* refere-se à possibilidade de obter os ácidos eicosapentaenoico (EPA - C20:5n3) e docosahexaenóico (DHA - C22:6n3), os quais são utilizados como ingredientes funcionais (BUONO et al, 2014).

Atualmente, as principais direções da biotecnologia de microalgas referem-se à produção de diferentes produtos como ficocianina, carotenóides, proteínas, ácidos graxos e lipídios para aplicação em cosméticos, ração animal, suplementos alimentares, produtos farmacêuticos, bioestimulantes agrícolas para plantas cultivadas e tratamento de águas residuais (SONI; SUDHAKAR; RANA, 2017).

O aumento da conscientização sobre os problemas ambientais relacionados ao crescimento demográfico, bem como o alto custo ambiental da agricultura convencional, tem elevado o interesse em microalgas como uma fonte proteica sustentável com qualidade funcional adicional, em aplicações alimentícias. Tal fato se traduz em uma considerável expectativa de crescimento do mercado global de microalgas nos próximos anos (MUYS et al., 2019).

3.2.1 Proteínas e aminoácidos da *Spirulina platensis*

A *Spirulina* é abundante em proteína vegetal, alcançando de 60% a 70% do seu peso, logo a mesma fornece, de forma qualitativa, aminoácidos essenciais como a isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina e valina (AMBROSI et al. 2008; BALASUBRAMANI et al., 2016).

Além das proteínas convencionais, essa microalga também possui teores de ficobiliproteínas, que são pigmentos coloridos que funcionam como receptores de luz para a fotossíntese, sendo sua estrutura constituída por cromóforos ligados a resíduos de cisteína de uma apoenzima. As demais proteínas podem ser hidrolisadas a peptídeos bioativos que tem recebido muita atenção devido aos seus benefícios na área de saúde e sua atividade biológica (VO; RYU; KIM, 2013), dentre elas destaca-se o potencial antioxidante, anti-hipertensiva, antiviral contra o vírus da imunodeficiência humana (HIV), antiproliferativo, anticoagulante, anti-diabética e antiobesidade. Sendo assim, estes peptídeos podem atuar como uma importante fonte para o desenvolvimento de produtos alimentícios e farmacêuticos (NGO et al., 2012; BETORET et al., 2011; RAJANBABU; CHEN, 2011; NAJAFIAN; BABJI, 2012).

A funcionalidade de proteínas está relacionada, geralmente, com as propriedades físico-químicas deste macronutriente, que podem interferir no processamento e a qualidade de produtos alimentícios, influenciando na sua aceitação. Entre as propriedades funcionais tecnológicas das proteínas destacam-se a solubilidade, gelificação, propriedades espumantes, emulsificantes, capacidade de absorção de água e de óleo, entre outras (KINSELLA; MELACHOURIS, 1976; SGARBIERI, 1996). Estas propriedades dependem da interação da água com os outros constituintes, em especial com a proteína (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010).

3.2.2 Compostos fenólicos e atividade antioxidante da *Spirulina platensis*

A presença de compostos fenólicos em diferentes fontes vegetais tem sido amplamente explorada na última década, devido ao seu potencial funcional, decorrente dos compostos antioxidantes presentes na sua composição, que agem de várias maneiras, incluindo quelantes, sequestro de radicais livres e decomposição de peróxidos (OLIVEIRA; BADIALE-FURLONG, 2008).

Os compostos fenólicos, de acordo com a sua respectiva estrutura química, podem ser divididos em classes de ácidos fenólicos, flavonoides, estilbenos e taninos (BALASUNDRAM et al., 2006). Quanto à sua estrutura química, caracterizam-se por possuir pelo menos um anel aromático, contendo um ou mais grupos hidroxilas, ou seus derivados funcionais, representado na Figura 4.

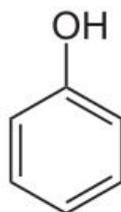


Figura 4: Estrutura de um fenol (Hidroxibenzeno)

Esses compostos fenólicos podem ser uma opção promissora, e o seu perfil e mecanismos de ação é fundamental para recomendar a utilização destes compostos (SOUZA et al., 2015). Nas microalgas do gênero *Spirulina* os principais compostos fenólicos encontrados são o ácido cafeico, o ácido clorogénico, salicílico e o ácido trans-cinâmico além do tocoferol e pigmentos (carotenóides, ficocianina e clorofila), aos quais são atribuídas suas propriedades potencialmente funcionais (PARISI et al., 2009; ASSIS, 2012; MACHADO et al., 2014).

Diante do seu interessante potencial antioxidante de origem natural, essa microalga está sendo empregada no desenvolvimento de alimentos benéficos para a saúde, os quais caracteriza uma opção possível para os consumidores que procuram alimentos com qualidade nutricional (LUCAS et al., 2018; KUMAR et al., 2018).

3.3. Geleia

Os doces e as geleias surgiram com os colonizadores portugueses, junto com as primeiras mudas de cana-de-açúcar e a diversidade de frutas existentes (BRASIL, 2007). A geleia, originada na França, *gelée*, significa solidificar ou gelificar, é um doce comercializado há séculos, reconhecidos principalmente devido ao seu flavor e o sabor acentuado de frutas e além disso, estudos retratam que as geleias eram produzidas com o intuito de conservar os frutos durante o período da entressafra. (LAWRENCE, 1998; REZENDE et al, 2013).

No Brasil, este doce adquiriu um reconhecimento em grande escala no setor industrial para a indústria de conservas de frutas, porém nos países europeus, como na Inglaterra o consumo e a qualidade do produto, apresentam - se como o principal destaque (CASTRO,2016). As pequenas fábricas estão se tornando um ponto atrativo aos pequenos produtores rurais, por gerar baixos investimentos e conseqüentemente diminuir os impactos da perda dos frutos nos períodos de safra (PRONAF, 2000).

Os estudos de Souza (2005), relatam que a agroindústria de sucos e polpas de frutas tropicais e cítricas é um setor que ainda precisa ser explorado, pois apresenta um grande potencial devido à forte influência da sazonalidade e que conseqüentemente necessitam de projetos tecnológicos que sejam essenciais para a preservação do produto. O Brasil é considerado um dos maiores produtores agrícolas, aumentando as possibilidades de gerar novos segmentos que influencie de forma benéfica a economia do país (SOUZA, 2009).

O aproveitamento e as novas aplicações tecnológicas em produtos agrícolas, atualmente, tem recebido um enfoque maior com um intuito de minimizar o desperdício, o impacto ambiental e a insegurança alimentar (ABUD; NARAIN, 2009; RODRIGUES; CALIARI; ASQUIERI, 2011). No semiárido da região do Nordeste brasileiro os frutos como umbu, caju, maracujá do mato e jenipapo vem ganhando um destaque devido às inovações aplicadas pela agroindústria geradores de novas tendências que estão complementando a alimentação da população (COSTA, 2011).

A geleia é o produto obtido através da concentração da polpa ou suco de frutas em quantidades apropriadas de açúcar (sacarose), pectina e ácido. A junção desses ingredientes é essencial para que ocorra o processo de geleificação, durante o resfriamento (Figura 5). O doce é considerado como um alimento inovador e sustentável por diminuir os desperdícios de frutos sazonais, ou seja, que não são produzidas durante todos os meses do ano, é um produto que agrada grande parte da população, de crianças a idosos, por apresentar um sabor adocicado agradável ao paladar. Do ponto de vista do mercado internacional, o sabor exótico das espécies pode ser um diferencial para conquistar consumidores, porém, o setor carece de políticas públicas para estimular a produção e a divulgação (SCOLFORO, 2013).

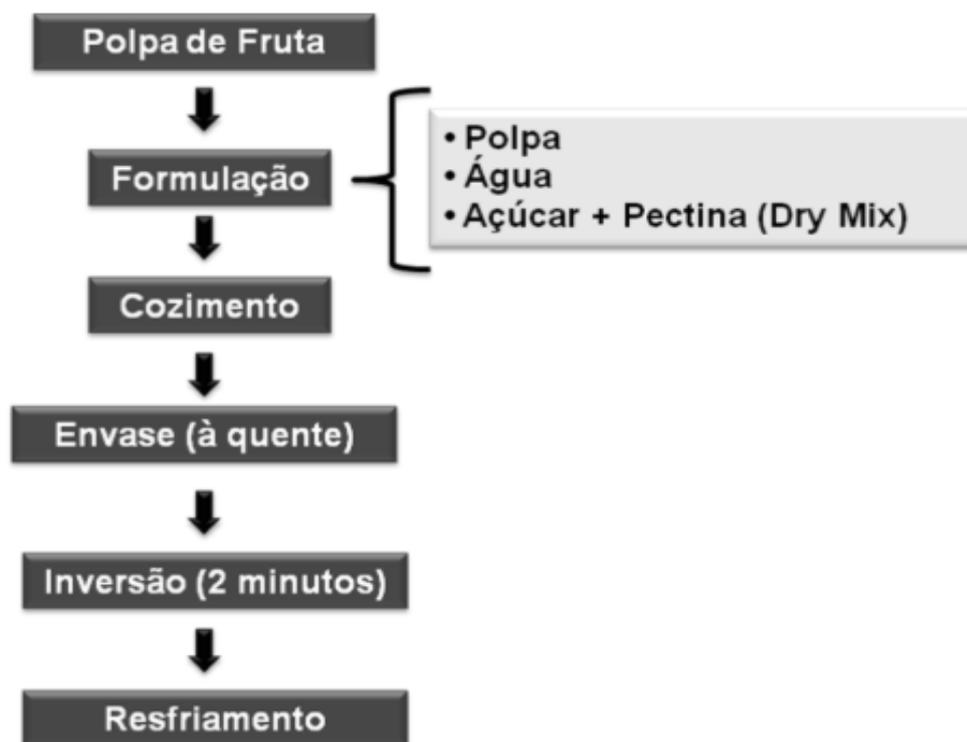


Figura 5 – Fluxograma do processamento da geleia (FABRÍCIO et al., 2010).

A legislação do Ministério da Saúde Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos (RDC nº 12 de março de 1978) determina como requisitos de qualidade físico-química, microbiológicos, organolépticos, microscópicos e de rotulagem da geleia os parâmetros indicados na Tabela 4. Essa resolução define geleia de frutas como um produto preparado a partir da cocção do fruto em pedaços, inteiros, polpas ou em forma de suco juntamente a sacarose, com ou sem adição de água, pectina, ácidos ou outros aditivos permitidos pela norma. A homogeneização desta mistura será processada até apresentar uma consistência gelatinosa, firme e que a concentração final de sólidos solúveis não seja menor que 65°Brix garantindo a sua conservação (BRASIL,2005; JACKIX,1988).

Tabela 3 - Especificações da legislação do Ministério da Saúde Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos (RDC nº 12 de março de 1978).

Parâmetros	RDC, Nº 12 (Brasil, 1978)
Aspecto e consistência	Gelatinosa
Cor e odor	Próprios da fruta de origem
Sabor	Doce, semi-ácido, de acordo com a fruta de origem.
Unidade (% p/p)	Máximo 38
Sólidos solúveis totais - °BRIX (% p/p)	Mínimo 62
Pectina adicionada (%p/p)	Máximo 2
Coliformes totais (NMP.g ⁻¹)	Máximo em 2x 10 ² /g.
Coliformes Termotolerantes (NMP.g ⁻¹)	Ausência em 1g.
Salmonelas	Ausência em 25g.
Bolores e leveduras (UFC. g ⁻¹)	Máximo, em 2x 10 ³ g.
Sujidades, parasitos e larvas	Ausência

UFC: unidades formadoras de colônia. NMP: número mais provável.

Para a fabricação das geleias as frutas devem ser isentas de matéria terrosa, de parasitos, de detritos de animais e vegetais. As mesmas ainda devem ser colhidas no grau correto de maturação, pois é quando apresentam seu melhor aroma, cor, sabor e são mais ricas em pectina e açúcar. A geleia não deve conter substâncias estranhas a sua composição normal, e deve ser livre de pedúnculos e de cascas, mas pode conter fragmentos da fruta, dependendo da espécie empregada no preparo do produto. O uso de aromatizantes e corantes artificiais é proibido, no entanto a adição de acidulantes e de pectina para compensar qualquer deficiência no conteúdo natural de pectina ou de acidez da fruta é tolerada (BRASIL, 1978; FABRICIO, 2010).

Além disso, na legislação a geleia é classificada como comum quando a proporção de suco para açúcar é de 40 partes de frutas frescas para 60 partes de sacarose; e extra, quando preparadas numa proporção de 50 partes de frutas, ou seu equivalente, para 50 partes de sacarose. No processamento da geleia o teor de acidez e o pH são parâmetros que devem ser controlados, sendo que a acidez não deve ultrapassar a faixa de 0,8% e o pH ideal é no mínimo 3,0% e no máximo 3,4% (BRASIL,1978).

O teor de umidade máxima deveria atingir 38% p/p de acordo com Padrão de Identidade e Qualidade de geleias de frutas (Tabela 4) (Brasil, 1978). É um importante dado de composição, sendo também um indicador da qualidade do produto. Sua determinação é

normalmente feita por métodos gravimétricos, também conhecidos como dessecação até peso constante; estes métodos são indiretos, e determinam a umidade através da diferença de massa entre o alimento úmido e o seco. Para as geleias teores de umidade mais elevados deixam o alimento suscetível à fermentação (KROLOW, 2013).

A concentração final de açúcar pode ser medida indiretamente como teor de sólidos solúveis totais, expresso em graus Brix. Esse parâmetro é uma escala numérica que mede o índice de refração de uma solução. Comumente utilizada para medir a quantidade de compostos solúveis em soluções de açúcar como sucos e geleias. À medida que aumenta a maturação dos frutos, há uma tendência de aumento do teor de sólidos solúveis e geralmente, os valores considerados ideais para formação dos géis estão entre 35% e 65% p/p (ROSA, et al, 2011). De acordo com a legislação RDC nº 12 de março de 1978, o valor mínimo do °Brix é 62 % p/p. Teores superiores foram encontrados por Caetano e colaboradores (2012), em geleias de suco e polpa de acerola (66,92 a 67,97 °Brix). De acordo com Soler (1991), se o ponto final da geleia for acima valor de 67,5 °Brix, ocorrerá a formação de cristais e se for abaixo, resultará uma geleia muito mole.

A formação da geleia depende do equilíbrio entre a pectina, açúcar e acidez. A pectina é uma substância presente na estrutura da parede celular dos tecidos vegetais, formada pela decomposição da protopectina (hidrato de carbono presente nas frutas) pela ação de enzimas. Ela é a responsável pela formação do gel, sendo adicionada quando a fruta não é rica dessa substância. A pectina encontra-se na polpa das frutas perto da casca, ao redor das sementes e nos caroços, principalmente em frutas mais verdes do que maduras. À medida que as frutas amadurecem, a pectina transforma-se em ácido péctico. O ácido péctico é solúvel em água, razão pela qual tem capacidade de gelatinização (GAVA; SILVA; FRIAS 2008). De acordo com as Normas Técnicas Relativas a Alimentos e Bebidas, constantes da Resolução nº 12 de 24 de julho de 1978, descrito na Tabela 4, é tolerado a adição de pectina (geleificante – máximo de 2% p/p) (BRASIL, 1978).

A geleia é um produto rico em açúcar, o que faz com que a mesma não tenha o crescimento de microrganismo. No entanto o processo de produção das geleias deve ser realizado em condições adequadas, assim como o seu acondicionamento e armazenamento, para garantir a qualidade e integridade do produto (CAVALCANTE, 2005).

Dentre os microrganismos de possível contaminação estão os Coliformes, bolores e leveduras, que entram em contato com o alimento quando exposto ao local de preparo inadequado e sem adoção de técnicas higiênicas, ou até mesmo durante a colheita das frutas. De acordo com a Resolução nº 12 de 24 de julho de 1978 (Tabela 4) o limite máximo de

coliformes totais é de 2 NMP em 102g de geleia e para os coliformes termotolerantes, ausência em 1 g de geleia.

Os coliformes totais são um grupo de bactérias que apresentam forma de bastonetes gram-negativos, não esporogênicos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, capazes de fermentar a lactose com produção de gás, em 24 a 48 horas e temperatura ambiente. Essas bactérias pertencem ao grupo habitam o trato intestinal humano e animal, sendo que algumas espécies sobrevivem e se multiplicam em ambientes não fecais por longos períodos, sendo prejudiciais aos alimentos, trazendo a inutilidade dos mesmos quando presentes (CARDOSO, 2001).

Para os demais microrganismos, segunda a RDC, N° 12 (Brasil, 1978), a geleia deve ter ausência de *Salmonella* sp. em 25 g desse alimento e máximo de 2 unidades formadoras de colônia (UFC) de bolores e leveduras em 103 g de geleia. As *Salmonelas* pertencem à família *Enterobacteriaceae*, sendo que, morfológicamente, são bastonetes Gram negativos, geralmente móveis, capazes de formar ácido e, na maioria das vezes, gás a partir da glicose, com exceção de *S. Typhi*, *S. Pullorum* e *S. Gallinarum* (**≤ 5% produzem gás**).

Os bolores e as leveduras são grandes responsáveis pela deterioração de alimentos, principalmente os alimentos com baixo pH, (ambiente favorável para o crescimento e multiplicação destes microrganismos. Em sua maioria não resistem quando expostos a altas temperaturas, mas existem alguns gêneros com alta resistência térmica que durante sua multiplicação produzem metabólitos tóxicos, possuindo significado importante na saúde pública, uma vez que pode trazer danos à saúde humana e gerando prejuízos econômicos (PRADO et al., 2005; TSUCHIYA et al., 2009).

3.5. Alimentos funcionais

O termo “Alimentos Funcionais” surgiu na década de 80 no Japão, a partir da preocupação com os problemas de saúde associados ao aumento da expectativa e estilo de vida da população. Na época a intenção era adicionar na dieta alimentar alimentos naturais que deveriam apresentar funções específicas no organismo como a melhoria dos como a melhoria dos mecanismos de defesa biológica, a prevenção ou terapia de alguma enfermidade ou disfunção, melhoria das condições físicas e mentais e do estado geral de saúde e retardo no processo de envelhecimento orgânico (GARCIA, 2004).

De acordo com a definição da Agência de Vigilância Sanitária (ANVISA) alimento com propriedade funcional é “aquele relativo ao papel metabólico ou fisiológico que o nutriente e/ou não nutriente tem no crescimento, desenvolvimento, manutenção e/outras funções normais do organismo humano”. Ainda podem ser classificados de duas formas: quanto à fonte, de origem vegetal ou animal, ou quanto aos benefícios que fornecem, atuando em seis áreas do organismo: no sistema gastrointestinal; no sistema cardiovascular; no metabolismo de substratos; no crescimento, no desenvolvimento e diferenciação celular; no comportamento das funções fisiológicas e como antioxidantes (SOUZA, et al., 2003).

Segundo Angelis (2001), os alimentos funcionais ainda podem ser definidos como alimentos que além de fornecerem nutrientes básicos para a dieta, apresente benefícios para o funcionamento metabólicos e fisiológico trazendo benefícios à saúde física e mental, prevenindo de doenças crônico-degenerativas.

No Brasil, o Ministério da Saúde juntamente com a ANVISA, regulamentou os Alimentos Funcionais através das seguintes resoluções: ANVISA/MS 16/99; ANVISA/MS 17/99; ANVISA/MS 19/99. Vale ressaltar que esses alimentos não devem ser ingeridos em forma de pílulas, cápsulas ou qualquer forma de suplemento e que devem ser eficazes em quantidades normalmente consumidas em uma dieta padrão (DIPLOCK et al., 1999). Assim, segundo Roberfroid (2002), um alimento funcional pode ser: *i*. Alimento natural; *ii*. Alimento ao qual um componente foi adicionado; *iii*. Alimento do qual um componente foi removido; *iv*. Alimento no qual a natureza de um ou mais componentes foi modificada; *v*. Alimento no qual a biodisponibilidade de um ou mais componentes foi modificada.

Destaca-se ainda, que não existe uma recomendação de dose mínima de ingestão diária de compostos com propriedades funcionais. Para se obter registro de um alimento com alegação de propriedades funcionais e/ou de saúde, deve ser formulado um relatório técnico-científico detalhado, comprovando os benefícios e a segurança de uso do alimento. Na rotulagem devem ser cumpridas as exigências para alimento convencional, porém o fabricante poderá colocar a alegação de benefício funcional e/ou de saúde previamente aprovada pela ANVISA (BRASIL, 1999a; BRASIL 1999c).

Nesse contexto o desenvolvimento de uma geleia com incorporação de biomassa de *Spirulina* se apresenta como uma alternativa inovadora para o mercado de alimentos, pois agrega valor nutricional e funcional a um produto já conhecido pela população e altamente consumido no mundo moderno.

REFERÊNCIAS

AMBROSI, M. A.; REINEHR, C. O.; BERTOLIN, T. E.; et al. Propriedades de saúde da microalga *Spirulina*. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, v. 29, n. 2, p. 115-123, 2008.

ANGELIS, R. C. de; **Importância de alimentos vegetais na proteção da saúde: fisiologia da nutrição protetora e preventiva de enfermidades degenerativas**. São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte: Atheneu, 295p., 2001.

ARAÚJO, T. A. S.; ALENCAR, N. L.; AMORIM, E. L. C.; ALBUQUERQUE, U. P. A new approach to study medicinal plants with tannins and flavonoids contents from the local knowledge. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 120, p. 72-80, 2008.

ARAÚJO, F.P. **Umbuzeiro: valorize o que é seu**. Brasília: Embrapa Informação tecnológica, 2007.

ASSIS, L. M.; MACHADO, A. R.; MOTTA, A. S.; COSTA, J. A. V.; SOUZA-SOARES, L. A. Development and characterization of nanovesicles containing phenolic compounds of microalgae *Spirulina* strain LEB-18 and *Chlorella pyrenoidosa*. **Advances in Materials Physics and Chemistry**, v. 4, n. 1, p. 6-12, 2014.

AVELAR, M.; RODRIGUES, C.; ARRUDA, A.; SILVA, E.; CARLOS, L. Desenvolvimento de balas de goma elaboradas com frutas do Cerrado, v. 28, p. 21-28, 2016.

BALASUBRAMANI, R., GUPTA, S. K., CHO, W., KIM, J., LEE, S., JEONG, K., CHOI, H. Microalgae potential and multiple roles-current progress and future prospectsan overview. **Sustainability**, v. 8, n. 12, p. 2-16 2016.

BATISTA, F. R. da C.; SILVA, M. M. de A.; SILVA, M. M. de A.; ARAÚJO, V. da S. **Uso sustentável do umbuziero estratégia de convivência com o semiárido**. Instituto Nacional do Semiárido (INSA). Campina Grande, 2015. Disponível em: <https://portal.insa.gov.br/images/acervo-cartilhas/Uso%20sustent%20avel%20do%20Umbuzeiro%20E2%80%93%20Estrat%20C3%A9gia%20de%20conviv%20Ancia%20com%20o%20Semi%20C3%A1rido.pdf>. Acesso em: 21 de maio de 2019.

BAKER, A.; BERRY, N.; HUI, H.; BARRET, M. Food preserves and jams. In: BARRET, M.; SOMOGYI, L.; RAMASWAMY, S. *Processing Fruits*, p. 113-125, 2005.

BASU, S.; SHIVHARE, S.; SINGH, V.; BENIWAL, S. Rheological, textural and spectral characteristics of sorbitol substituted mango jam. **Journal of Food Engineering**, v-105, p. 503-512, 2011.

BECKER, E. W. Microalgae as a source of protein. **Biotechnology advances**, v. 25, n. 2, p. 207-210, 2007.

- BELAY, A.; OTA, Y.; MIYAKAWA, K.; SHIMAMATSU, H. Current knowledge on potential health benefits of Spirulina. **Journal of Applied Phycology**, v. 5, p. 235-241, 1993.
- BETORET, E.; BETORET, N.; VIDAL, D.; FITO, P. Functional foods development: Trends and technologies. **Trends in Food Science & Technology**, v. 22, p. 498-508, 2011.
- Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução de Diretoria Colegiada nº 12, de 24 de julho de 1978. Normas Técnicas Relativas a Alimentos e Bebidas. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, Seção I, 1-75, 1978.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional da Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 272, de 22 de setembro de 2005. Regulamento Técnico para Produtos de Vegetais, Produtos de Frutas e Cogumelos Comestíveis. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2005.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação profissional e tecnológica. Doces e geleias. Brasília, 2007.
- BRASIL. VII Lista dos novos ingredientes aprovados, 2009 – Comissões Tecnocientíficas de Assessoramento em Alimentos Funcionais e Novos Alimentos. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/alimentos/comissoes/novos_ingredientes.htm. Acesso em: 22 maio de 2019.
- CAETANO, P. K.; DAIUTO, É. R.; VIEITES, R. L. Característica físico-química e sensorial de geleia elaborada com polpa e suco de acerola. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 15, n. 3, p. 191-197, 2012.
- CARDOSO, A. L. S. P. Pesquisa de coliformes totais e coliformes fecais analisados em ovos comerciais no laboratório de patologia avícola de Descalvado. **Arquivo do Instituto Biológico**. São Paulo, v. 68, n. 1, p. 19- 22, 2001.
- CASTRO, C. D. P. C.; RYBKA, A. C. P. Potencialidades do Fruto do Umbuzeiro para a Agroindústria de Alimentos. Embrapa, Documento-270, 2015.
- CASTRO, G.; LOPES, A. H.; SILVA, D. A. P. T.; GORAYEB, T. C. C. Elaboração de geleia de frutas com pimenta dedo de moça (*Capsicum baccatum* var. *Pendulum*). **Revista do Agronegócio – Reagro**, v. 5, p. 45 – 57, 2016
- COCA, M.; BARROCAL, V. M.; LUCAS, S.; GONZÁLEZ-BENITO, G.; GARCÍACUBERO, M. T. Protein production in *Spirulina platensis* biomass using beet vinassesupplemented cultura media. **Food and Bioproducts Processing**, v. 94, p. 306-312, 2015.
- DEMIR, B. S.; TÜKEL, S. S. Purification and characterization of lipase from *Spirulina platensis*. **Journal of Molecular Catalysis Enzymatic**, v. 64, p. 123-128, 2010.
- DIAS, J. L.; MAZZUTTI, S.; SOUZA, J. A. L.; FERREIRA, S. R. S.; SOARES, L. A. L.; STRAGEVITCH, L.; DANIELSKI, L. Extraction of umbu (*Spondias tuberosa*) seed oil

using CO₂, ultrasound and conventional methods: Evaluations of composition profiles and antioxidant activities. **The Journal of Supercritical Fluids**, v. 145, p. 10-18, 2018.

DIPLOCK, A. T; AGGETT, P. J; ASHWELL, M; BORNET, F; FERN, E. B; ROBERFROID, M. B. Scientific concepts of functional foods in Europe: consensus document. **British Journal of Nutrition**, v. 88, n.1, p. 1-27, 1999.

FERREIRA, L. S.; RODRIGUES, M. S.; CONVERTI, A.; SATO, S.; CARVALHO, J. C. M. *Arthrospira (Spirulina) platensis* cultivation in tubular photobioreactor: Use of no-cost CO₂ from ethanol fermentation. **Applied Energy**, v. 92, p. 379-385, 2012.

GARCIA, A. P. M. Alimentos funcionais: contribuindo para a saúde e prevenindo doenças. **Qualidade em Alimentação: Nutrição**. São Paulo: Ponto Crítico, n. 19, jun./set. 2004.

GAVA, A. J.; SILVA, C. A. B.; FRIAS, J. R. G. **Tecnologia dos Alimentos: princípios e aplicações**. São Paulo: Nobel, 2008.

HAJIMAHMOODI, M.; FARAMARZI, M. A.; MOHAMMADI, N.; et al. Evaluation of antioxidant properties and total phenolic contents of some strains of microalgae. **Journal Applied Phycology**, v. 22, p. 43-50, 2010.

HIRAHASHI, T.; MATSUMOTO, M.; HAZEKI, K.; SAEKI, Y.; UI, M.; SEYA, T. Activation of the human innate immune system by *Spirulina*: Augmentation of interferon production and NK cytotoxicity by oral administration of hot water extract of *Spirulina platensis*. **International Immunopharmacology**, v. 2, n. 4, p. 423-434, 2002.

JACKIX, M. H. Doces, geleias e frutas em calda, ed. Unicamp, Campinas, SP, p. 85, 1988.

JESUS, C.; SANTOS, L.; COSTA, S.; MIRANDA, A.; MORAIS, E.; MORAIS, M.; COSTA, J.; NUNES, I.; SOUZA, E.; DRUZIAN, J. Outdoor pilot-scale cultivation of *Spirulina* sp. LEB-18 in different geographic locations for evaluating its growth and chemical composition. **Bio. Techn.**, v-256, p. 86-94, 2018.

KINSELLA, J. E.; MELACHOURIS, N. Functional properties of proteins in foods: A survey. **Food Science and Nutrition**, v. 7, p. 219-280, 1976.

KUMAR, A; MOHANTY, V.; YASHASWINI, P. Development of High Protein Nutrition Bar Enriched with *Spirulina plantensis* for Undernourished Children. **Current Research in Nutrition and Food Science Journal**, v. 6, n. 3, 2018.

KURD, F.; SAMAVATI, V. Water soluble polysaccharides from *Spirulina platensis*: Extraction and in vitro anti-cancer activity. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 74, p. 498-506, 2015.

KROLOW A. C. R. **Preparo Artesanal de Geleias e Geleizadas**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2013.

LAWRENCE, J.; FRANKLIN, C. Tropical fruits, Importance of mango and the antioxidant vitamin C. University of New York press, p.162-166, 1998.

LIMA, M. S. S. Seleção e propagação de genótipos de umbu-cajazeira (*Spondias* sp.) da região semiárida da Bahia. Dissertação (mestrado em ciências agrárias) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2012

LINS, E. M. F. L.; PERONI, N.; ALBUQUERQUE, U. P. Traditional Knowledge and Management of Umbu (*Spondias tuberosa*, Anacardiaceae): An Endemic Species from the Semi-Arid Region of Northeastern Brazil. **Economic botany**, v. 64, p. 11-21, 2010.

LUCAS, B. F.; DE MORAIS, M. G.; SANTOS, T. D.; et al. *Spirulina* for snack enrichment: Nutritional, physical and sensory evaluations. **LWT - Food Science and Technology**, v. 90, p. 270-276, 2018.

MA, C. Y.; ZHAO, J. M.; LIU, L. H. Experimental study of the temporal scaling characteristics of growth-dependent radiative properties of *Spirulina platensis*. **Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer**, v. 217, p. 453-458, 2018.

MAHMOUD, Y. I.; EL-GHFFAR, E. A. A. *Spirulina* ameliorates aspirin-induced gastric ulcer in albino mice by alleviating oxidative stress and inflammation. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 109, p. 314-321, 2019.

MACHADO, A. R.; RODRIGUES, R. S.; MACHADO, M. R. G.; SOUZA-SOARES, L. A. Influência da *Spirulina* LEB-18 em tamanho nanométrico no metabolismo de ratos fêmeas Wistar. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 37, n. 1, p. 29-36, 2014.

MALLIKARJUN, G. K. G.; KAVITHA, M. D.; SARADA, R. Antihyperglycemic, Antioxidant and Antimicrobial Activities of the Butanol Extract from *Spirulina Platensis*. **Journal of food biochemistry**, v. 39, n. 5, p. 594-602, 2015.

MARCINKOWSKA- LESIAK, M.; ONOPIUK, A.; ZALEWSKA, M.; et al. The effect of different level of *Spirulina* powder on the chosen quality parameters of shortbread biscuits. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 42, n. 3, p. e13561, 2018.

MATSUDO, M. C.; BEZERRA, R. O.; SATO, S.; PEREGO, P.; CONVERTI, A.; CARVALHO, J. C. M. Repeated fed-batch cultivation of *Arthrospira (Spirulina) platensis* using urea as nitrogen source. **Biochemical Engineering Journal**, v. 43, p. 52-57, 2009.

MAZOKOPAKIS, E. E.; KAREFILAKIS, C. M.; TSARTSALIS, A. N.; MILKAS, A. N.; GANOTAKIS, E. S. Acute rhabdomyolysis caused by *Spirulina (Arthrospira platensis)*. **Phytomedicine**, v. 15, p. 525-527, 2008.

MENEZES, P. H. S.; SOUZA, A. A.; SILVA, E. S.; MEDEIROS, R. D.; BARBOSA, N. C.; SORIA, D. G. Influência do estágio de maturação na qualidade físico-química de frutos de umbu (*Spondias tuberosa*). **Scientia Agropecuaria**, v.8, p. 73-78, 2017.

MOREIRA, A.; NASCIMENTO, J.; ANDRADE, R.; MACIEL, M.; MELO, E. Fotoquímicos Bioativos em Frutos de Genótipos de Cajá-Umbuzeiras. **Alimentos Nutricional Araraquara**, v. 23(2), p. 235-241, 2012.

MUYS, M.; SUI, Y.; SCHWAIGER B.; LESUEUR, C.; VANDENHEUVEL, D.; VERMEIR, P.; VLAEMINCK S. E. High variability in nutritional value and safety of

commercially available *Chlorella* and *Spirulina* biomass indicates the need for smart production strategies. **Bioresource technology**, v. 275, p. 247-257, 2019.

NAJAFIAN, L.; BABJI, A. S. A review of fish-derived antioxidant and antimicrobial peptides: **Their production, assessment, and applications**. **Peptides**, v. 33, p. 178-185, 2012.

NGO, D. H.; VO, T. S.; NGO, D. N.; WIJESSEKARA, I.; KIM, S. K. Biological activities and potential health benefits of bioactive peptides derived from marine organisms. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 51, p. 378-383, 2012.

OLIVEIRA, M. S.; BADIÁLE-FURLONG, E. Screening of antifungal and antimycotoxigenic activity of plant phenolic extracts. **World Mycotoxin Journal**, v. 2, n. 1, p. 1-10, 2008.

OLIVEIRA, E.; SANTOS, D.; ROCHA, A.; GOMES, J. Desenvolvimento, Caracterização e Estabilidade de Geleia Tradicional de Umbu-Cajá. **Revista Brasileira Fruticultura**, v. 36(3), p. 640-651, 2014.

PAPADAKI, S.; KYRIAKOPOULOU K.; TZOVENIS, I.; KROKIDA, M. Impacto ambiental da recuperação de ficocianina de *Spirulina platensis* cyanobacterium. **Ciência Alimentar Inovadora e Tecnologias Emergentes**, v. 44, p. 217-223, 2017.

PRADO, S. P. T. Contaminação por matérias estranhas e microrganismos em farináceos comercializados em Ribeirão Preto, SP. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**. v. 64, n. 2, p. 237-244, 2005.

PARISI, A. S.; YOUNES, S.; REINEHR, C. O.; COLLA, L. M. Avaliação da atividade antibacteriana da microalga *Spirulina platensis*. **Revista Ciências Farmacêuticas, Básica e Aplicada**, v. 30, n. 3, p. 297-301, 2009.

PONCE, C. J. C.; PÉREZ, O.; HERNÁNDEZ, M. R.; TORRES, P. V.; JUÁREZ, M. A. Protective effects of *Spirulina maxima* on hyperlipidemia and oxidative-stress induced by lead acetate in the liver and kidney. **Lipids in Health and Disease**, v. 9, n. 1, 35p., 2010.

PRRIYADARSHANI, I.; RATH, B. Commercial and industrial applications of microalgae—A review. *Journal of Algal Biomass Utilization*, v.3(4), p. 89-100, 2012.

RAJANBABU, V.; CHEN, J. Y. Antiviral function of tilapia hepcidin 1-5 and its modulation of immune-related gene expressions against infectious pancreatic necrosis virus (IPNV) in Chinook salmon embryo (CHSE)-214 cells. **Fish & Shellfish Immunology**, v. 30, p. 39-44, 2011.

REZENDE, F. A.; ALVES, L. F. P.; SCHEFFER, R. C.; ALVES, T. F. P. Processo de industrialização da Geleia de Goiaba., 2013.

REZENDE, L. C.; SANTOS, P. A.; RIATTO, V. B.; DAVID, J. M.; DAVID, J. P. New alkyl phenols and fatty acid profile from oils of pulped *Spondias mombin* L. Seed wastes. **Química Nova**, v. 41, n. 5, p. 540-543, 2018.

- RODRIGUES, M. S.; FERREIRA, L. S.; CONVERTI, A.; SATO, S.; CARVALHO, J. C. M. Influence of ammonium sulphate feeding time on fed-batch *Arthrospira (Spirulina) platensis* cultivation and biomass composition with and without pH control. **Bioresource Technology**, v. 102, p. 6587-6592, 2011.
- ROBERFROID, M. B. Global view on functional foods: European perspectives. **British Journal of Nutrition**, v. 88, n. 2, p. 133-138, 2002.
- ROBERTO, P. S. Photosynthetic bioenergy utilizing CO₂: Na approach on flue gases utilization for third generation biofuels. **Journal of Cleaner Production**, v. 98, p. 53-65, 2015.
- ROUT, N. P.; KHANDUAL, S.; GUTIERREZ-MORA, A.; et al. Divergence in three newly identified *Arthrospira* species from Mexico. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 31, n. 7, p. 1157-1165, 2015.
- SALLA, A. C. V.; MARGARITES, A. C.; SEIBEL, F. I.; HOLZ, L. C.; BRIÃO, V. B.; BERTOLIN, T. E.; COLLA, L. M.; COSTA, J. A. V. Increase in the carbohydrate content of the microalgae *Spirulina platensis* in culture by nutrient starvation and the addition of residues of whey protein concentrate. **Bioresource Technology**, v. 209, p. 133-141, 2016.
- SANTOS, E. O. C. Importância socioeconômica do beneficiamento do umbu para os municípios de Canudos, Uauá e Curaçá, 2001.
- SANTOS, C. A. F. Dispersão da variabilidade fenotípica do umbuzeiro no semárido brasileiro. Embrapa, 2007.
- SCOLFORO, C. Z.; SILVA, E. M. M. Elaboração de geleia de maçã enriquecida com fruto oligossacarídeo. *Alimento Nutrição*, v. 24, n.1, p. 115-125, 2013.
- SGARBIERI, V. C. **Proteínas em alimentos protéicos**: Propriedades, degradações, modificações. São Paulo: Varela, 1996.
- SHARIAT, A.; FARHANGI, M. A.; ZEINALIANO, R. Suplementação de *Spirulina platensis*, citocina inibitória de macrófagos-1 (CMI-1), marcadores de estresse oxidativo e características antropométricas em indivíduos obesos: um estudo controlado randomizado. **Journal of Herbal Medicine**, p. 100264, 2019.
- SILVA, C. M.; SILVA, C. I.; HRNCIR, M.; QUEIROZ, R. T.; FONSECA, V. L. I. **Guia de plantas visitadas por abelhas na caatinga**. Fortaleza: Fundação Brasil Cidadão, p. 19, 2012.
- SOLER, M. P. **Industrialização de Geléias**: Processamento Industrial. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos: ITAL, 1991. (Manual Técnico, n. 7).
- SONI, R. A.; SUDHAKAR, K.; RANA, R. S. *Spirulina*—From growth to nutritional product: A review. **Trends in food science & technology**, v. 69, p. 157-171, 2017.

SONI, R. A.; SUDHAKAR, K.; RANA, R. S. Estudo comparativo do desempenho de crescimento de *Spirulina platensis* na modificação de meios de cultura. **Energy Reports**, v. 5, p. 327-336, 2019.

SOUZA, P. H. M.; SOUZA NETO, M. H.; MAIA, G. A. Componentes funcionais nos alimentos. **Boletim da SBCTA**, Campinas, v. 37, n. 2, p. 127-135, 2003.

SOUZA, F. X.; COSTA, J. T. A. **Produção de mudas das Spondias**: cajazeira, cajaraneira, ciriguela, umbu-cajazeira e umbuzeiro. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 26p., 2010.

TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS - **TACO**. 4. ed. rev. e ampl. Campinas: NEPA-UNICAMP, 161p., 2011.

TSUCHIYA, A. C, SILVA A. G. M.; SOUZA M.; SCHMIDT, C. A. P. Caracterização físico-química, microbiológica e sensorial de geleia de tomate. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**. v. 11, n. 2, p.165-170, 2009.

VON DER WEID, D.; DILLON, J.C.; FALQUET, J. **Malnutrition**: a silent massacre. Geneve: Antenna Technology, 2000.

VO, T. S.; RYU, B.; KIM, S. K. Purification of novel anti-inflammatory peptides from enzymatic hydrolysate of the edible microalgal *Spirulina maxima*. **Journal of Functional Foods**, v. 5, p. 1336-1346, 2013.

WU, Q.; LIU, L.; MIRON, A.; et al. The antioxidant, immunomodulatory, and anti-inflammatory activities of *Spirulina*: an overview. **Archives of toxicology**, v. 90, n. 8, p. 1817-1840, 2016.

ZHU, L. D.; HILTUNEN, E.; ANTILA, E.; ZHONG, J. J.; YUAN, Z. H.; WANG, Z. M. Microalgal biofuels: Flexible bioenergies for sustainable development. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 30, p. 1035-1046, 2014.

ZHOU, T.; JINGJING, W.; ZHENG, H.; WU, X.; WANG, Y.; LIU, M.; XIANG, S.; CAO, L.; RUAN, R.; LIU, Y. Characterization of additional zinc ions on the growth, biochemical composition and photosynthetic performance from *Spirulina platensis*. **Bioresource technology**, v. 269, p. 285-291, 2018.

Capítulo II

Artigo

**Umbu jellies (*Spondias tuberosa* Arr Cam) added of *Spirulina* sp. LEB-18
as a protein-enriched functional food**

Jéssica Santiago Falcão^(a), Biane Oliveira Philadelpho^(a), Johnnie Elton Machado dos Santos^(a); Mariana Barros Cerqueira e Silva^(b), Tales Santos Sobral^(a), Lucas Guimarães Cardoso^(c), Janice Izabel Druzian^(a), Ederlan de Souza Ferreira^{(a)*}

^a Faculdade de Farmácia, Universidade Federal da Bahia, Rua Barão de Jeremoabo, 40170-115, Salvador, BA, Brasil.

^b Instituto de Química, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Araraquara, Brasil.

^c Instituto de Ciências e da Saúde, Universidade Federal da Bahia. Avenida Reitor Miguel Calmon, 40110-100, Salvador, BA, Brasil.

Running title: Umbu jelly as a protein-enriched functional food

***CORRESPONDING AUTHOR:**

Prof. Ederlan de Souza Ferreira
Department of Bromatological Analysis
Federal University of Bahia
Barão de Jeremoabo street, 147
40.170-115, Salvador, Brazil
Email address: ederlan.ferreira@ufba.br
Phone: ++55 71 3283-6932

RESUMO

Os frutos de umbu (*Spondias tuberosa* Arr Cam.) são comercializados na forma *in natura*, informalmente e obtidos por extrativismo, porém são perecíveis. Seu aproveitamento é possível em diversos produtos, como formulação de geleias. No entanto, geralmente esse tipo de produto é considerado pobre em termo nutricional, pois basicamente é constituída de açúcares. Por outro lado, a adição e/ou suplementação, de outros ingredientes pode melhorar este aspecto. Neste contexto, o presente estudo determinou as características físico-químicas, parâmetros de cor, textura, composição centesimal e teste de aceitabilidade comercial de uma geleia de umbu adicionada com diferentes concentrações de *Spirulina* sp. LEB-18. As formulações apresentaram quantidades significativas de proteína $4,55 \pm 0,84\%$; $5,45 \pm 0,19\%$ e $8,53 \pm 0,44\%$, e cinzas $0,58 \pm 0,06\%$; $0,65 \pm 0,06\%$ e $0,75 \pm 0,01\%$, comparado ao controle. Além disso, não foi determinada contagem relevante de coliformes totais (NMP.^g-1), bolores e leveduras e para *S. Aureus*. Em relação a intenção de compra da geleia padrão e com *Spirulina* sp. LEB-18 verificou-se um resultado razoável pelos julgadores, correspondentes a “compraria frequentemente” e “compraria raramente”. Além disso, os resultados observados no presente estudo sugerem que o produto desenvolvido consiste de formulações com um nível proteico aproximadamente 5,8 vezes mais elevado em comparação com o padrão.

Palavras chave: Proteína de algas unicelulares. Análises físico-químicas. Perfil sensorial. Atitude de compra.

ABSTRACT

The fruits of Umbu (*spondias tuberosa* Arr Cam.) are marketed in the form "in Natura", informally and obtained by extractivism, but present characteristic of being very perishable. Its use is possible in several products, such as the formulation of jams. However, usually this type of product is considered poor in nutritional terms, because it basically consists of sugars. On the other hand, the addition and/or supplementation of other ingredients may improve this aspect. In this context, the present study determined the physicochemical characteristics, color parameters, texture, centesimal composition and commercial acceptability test of an added Umbu jelly with different concentrations of *Spirulina* sp. LEB-18. The formulations presented significant amounts of protein $4.55 \pm 0.84\%$; $5.45 \pm 0.19\%$ and $8.53 \pm 0.44\%$, and ashes $0.58 \pm 0.06\%$; $0.65 \pm 0.06\%$ and $0.75 \pm 0.01\%$ compared to the control. In addition, no relevant count of total coliforms (NMP. G-1), molds and yeasts and for *S. Aureus* were determined. Regarding the intent to purchase the standard jelly and with *Spirulina* sp. LEB-18 a reasonable result was verified by the judges, corresponding to "buy often" and "would buy rarely". In addition, the results observed in the present study suggest that the product developed consists of formulations with a protein level approximately 5.8 times higher compared to the standard.

Keywords: unicellular algae protein. Physicochemical analysis. Sensory profile. Buying attitude.

1 INTRODUÇÃO

O território brasileiro apresenta uma vasta diversidade de espécies frutíferas e isso pode ser justificado por sua grande extensão territorial e ampla variação climática. As regiões Norte e Nordeste, em específico, possuem um potencial econômico significativo devido à elevada variedade de produção de frutos tropicais, nativos e exóticos (MOREIRA, 2012).

Dentre as espécies nativas da região semiárida do Nordeste brasileiro, encontra-se o umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr Cam.) pertence à família *Anacardiaceae*, nativa do semiárido nordestino brasileiro, bioma da caatinga, sendo basicamente caracterizada por apresentar plantas xerófilas. Esta espécie apresenta diversas utilidades às comunidades locais, entre elas, o uso na alimentação humana e de animais, especialmente caprinos e ovinos, que constituem os rebanhos predominantes nessa região (CALVALCANTI, 2000). O gênero *Spondias* possui 18 espécies distribuídas nos neotrópicos, Ásia e Oceania. No Nordeste brasileiro, destacam-se as espécies: *Spondias mombin* L. (cajazeira), *Spondias purpúrea* L. (cirigueleira), *Spondias cytherea* Sonn. (cajaraneira), *Spondias Sp.*, além da espécie *Spondias tuberosa* Arr. Cam, que vem despertando interesse, especialmente para a agroindústria (SILVA et al., 2015).

O fruto do umbuzeiro, popularmente conhecido como umbu (considerado exótico) apresenta sabor agradável, aroma característico da espécie e, é considerado fonte de compostos bioativos. Os frutos apresentam forma arredondada a ovóide, medindo de 18,8-24,5 mm de comprimento, 11,4-13,5 mm de largura e 14,1-17,1 mm de espessura, e possuem coloração amarelo-esverdeada quando maduros. Em média, a massa total do fruto apresenta entre 18,8 a 30,2 g, sendo que a composição de 4,2 a 5,6 g de epicarpo, 1,9 a 3,9 g do endocarpo e rendimento médio de 50,1 a 73,5%, em polpa (DUTRA et al., 2017), demonstrando um elevado rendimento, o que pode reduzir sensivelmente os custos de

processamento pela redução de perdas no preparo e, conseqüentemente, menores custos de produção (BENEVIDES et al., 2008).

Quando maduro, a polpa do umbu é doce, agradável e de sabor levemente ácido. Os parâmetros de pH (2,9-3,1), Brix° (9,3-10,2), acidez titulável (expresso em ácido cítrico, 1,0-1,4) e de composição centesimal, tais como, as substâncias voláteis a 105 °C (85,3-88,6%), proteína (0,2-0,4%), lipídeos (0,8-0,9%), minerais (0,2-0,3%), fibras (0,9-1,1%) e carboidratos totais (3,4-6,6%) (NARAIN *et al.*, 1992) e dos compostos voláteis (GALVÃO et al., 2011) foram determinados nos frutos em diferentes estágios de maturação.

Geralmente, os frutos de umbu são comercializados na forma *in natura* em feiras livres, mercados, nas ruas das cidades e nas estradas, porém devido a característica de ser muito perecíveis, isto tem demonstrado dificuldades na sua comercialização. Com isso, os mercados nacional e internacional têm observado estratégias que agregam pontos positivos na comercialização destes produtos (SILVA et al., 2012).

Como alternativa para o aproveitamento mais eficiente do fruto do umbu, principalmente nas etapas da colheita e transporte, onde o desperdício é mais significativo, tem sido indicado à aplicação de tecnologias para o desenvolvimento de produtos, tais como polpa congelada, doces, sucos, concentrados, néctares, compotas, entre outros (OLIVEIRA, 2014; MOREIRA et al., 2012; CAETANO et al., 2012).

A geleia é um doce de frutas dos mais populares e mais antigos processos de conservação de alimentos que permitem o consumo de frutas no período da entressafra (ABID, 2017). Produzida basicamente pela cocção do fruto *in natura*, inteira ou em pedaço, polpa ou suco de fruta, fervida com açúcar (sacarose), pectina, ácido e outros ingredientes até uma consistência firme, textura gelificada (BAKER et al., 2005). No entanto, esses produtos (geleias, gelatinas e doces) geralmente não apresentam nenhum atrativo nutricional, pois basicamente são constituídas de açúcares, com concentrações incipientes de compostos

bioativos característico da espécie utilizada na formulação do produto, e portanto, são considerados produtos pobres em termos nutricionais (VIANAL et al, 2015).

Por outro lado, a indústria de alimentos tem desenvolvido e melhorado muitos produtos em relação à composição química e fornecimento de nutrientes, através da adição e/ou suplementação de outros ingredientes para este objetivo (AVELAR, 2016).

Recentemente, resultados de vários estudos têm indicado as microalgas como potencial fonte de nutrientes, especialmente, proteína, ácidos graxos poli-insaturados, alguns minerais e vitaminas. (CARVALHO, 2016; VAZ, 2016). O tipo de microalga mais estudado para uso em alimentos humanos é a *Spirulina* (VAZ, 2016; MARTELLI, 2014). A *Spirulina* é uma cianobactéria (alga verde-azulada) considerada como microrganismo fotossintético. Esta microalga tem a vantagem de ser segura para consumo humano (BEZERRA, 2011; FDA, 2012).

Neste contexto, o presente estudo determinou as características físico-químicas, parâmetros de cor, composição centesimal e teste de aceitabilidade comercial de uma geleia de umbu adicionada com a diferentes concentrações de *Spirulina sp.* LEB-18. Sendo, isto importante para a área industrial, especialmente no que se refere à mitigação de impactos ambientais, aumentando a escolha de produtos com elevado valor nutricional, além de promover processos industriais devido às instalações no cultivo da *Spirulina sp.* LEB-18.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Material

Os frutos de umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Cam) com grau de maturação completa, em cores esverdeadas tendendo ao amarelo, foram adquiridos na feira de São Joaquim, localizada na cidade de Salvador (BA, Brasil). Enquanto que a biomassa da microalga *Spirulina* sp. LEB-18 foi adquirida através da empresa Olson[®] nutrição LTDA (Camaquã, RS, Brasil). Os demais produtos utilizados na elaboração da geleia (ácido cítrico, pectina e sacarose) foram adquiridos da empresa Rica Nata[®] Indústria e Comércio Ltda (Piracema, MG, Brasil).

2.2 Parâmetros Físicos

Os frutos ($n=50$) foram selecionados com a ausência de injúrias mecânicas e sanidade, lavados em água corrente, secos ao ambiente e posteriormente realizadas medidas quanto ao comprimento (mm), largura (mm), massa total (g), massa do epicarpo (g) massa do endocarpo (g) e mesocarpo (g), utilizando paquímetro digital (Starrett[®], Itu, SP, Brasil) e peso em balança analítica (Quimis[®], São Paulo, SP, Brasil), após o despulpamento manual realizado com auxílio de faca de aço inoxidável.

2.3 Produção de geleia de umbu

Após a determinação das características físicas, a polpa juntamente com a casca foi imediatamente processada em multiprocessador (ARNO[®], São Paulo, SP, Brasil), homogeneizada e mantida sob congelamento (-20 °C) até a preparação das formulações.

A geleia foi obtida a partir do aquecimento do material (polpa + casca) de umbu com a adição de sacarose e pectina, de acordo com as quantidades apresentadas na Tabela 1. O aquecimento permaneceu até que os produtos atingissem entre 65-68°Brix, com auxílio de

agitação manual. O teor de sólidos solúveis (°Brix) foi determinado utilizando um refratômetro manual (ITREF95, Instrutemp, São Paulo, SP, Brasil) a 25°C, e o pH foi ajustado em uma faixa de 3.0-3.4 adicionando o ácido cítrico. Em seguida, foi realizada a adição e homogeneização da biomassa de *Spirulina* sp. LEB-18 em diferentes concentrações (3, 4 e 5%, m/m). O produto foi envasado em frasco de vidro (280 mL) com tampa de rosca previamente esterilizados (90 °C/15 min) e mantidas sob refrigeração (8°C) até a realização das análises subsequentes (Figura 1).

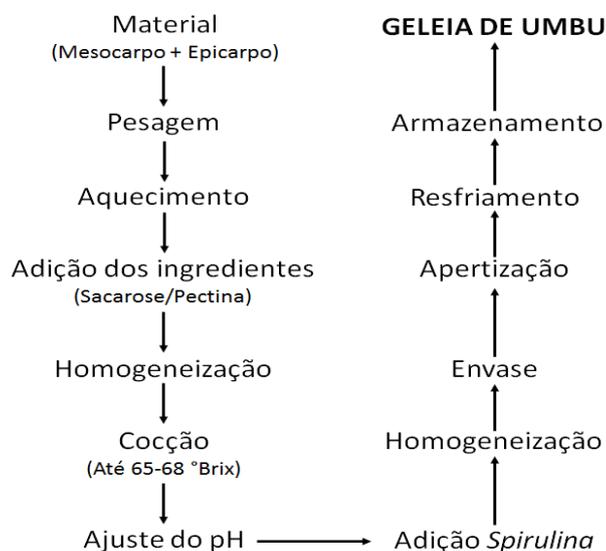


Figura 1 - Fluxograma de preparo das geleias sem ou com concentrações diferentes de *Spirulina* sp. LEB-18.

Tabela 1 - Formulações para geleias de umbu sem ou com adição de *Spirulina* sp. LEB-18..

Ingredientes (%)	STD	SP3	SP4	SP5
<i>Fruta Umbu</i>	60.0	60.0	60.0	60.0
<i>Sacarose</i>	34.5	31.5	30.5	29.5
<i>Ácido Cítrico</i>	5.0	5.0	5.0	5.0
<i>Pectina</i>	0.5	0.5	0.5	0.5
<i>Spirulina</i> sp. LEB-18	0.0	3.0	4.0	5.0
<i>Total</i>	100.0	100.0	100.0	100.0

‡ STD, geleia controle de umbu sem *Spirulina* sp. LEB-18; SP3, geleia de umbu com 3% de *Spirulina* sp. LEB-18; SP4, geleia de umbu com 4% de *Spirulina* sp. LEB-18; e SP5, geleia de umbu com 5% de *Spirulina* sp. LEB-18.

2.4 Propriedades físico-químicas

A atividade de água (Aw) foi determinada usando um instrumento Acqualab Lite® (Decagon Devices, São José dos Campos, SP, Brasil). O potencial hidrogênio (pH) foi determinado por potenciometria utilizando um pHmetro DM-22 (Digemed®, São Paulo, Brasil) a 20 °C, e a acidez titulável (TA, g 100 / g ácido cítrico) por análise de titulação. O teor de sólidos solúveis totais (°Brix) foi medido usando um refratômetro de compensação de temperatura °Brix (ITREF95, Instrutemp®, São Paulo, SP, Brasil) (AOAC, 2005).

2.5 Composição centesimal

A composição centesimal (umidade, proteína total, cinzas, lipídios totais, fibra bruta e carboidratos totais) é dada em g / 100 g de geleia em base úmida (AOAC, 2005). O teor de

umidade foi determinado em balança infravermelho (Mx-50) (secagem a 105°C). O teor total de proteína foi calculado multiplicando-se o teor de nitrogênio total obtido pelo método de Kjeldahl pelo coeficiente 6.25. O teor de cinzas foi obtido pela queima da amostra em forno mufla a 550°C (Quimis® São Paulo, SP, Brasil). O conteúdo lipídico total foi determinado pelo método de Soxhlet utilizando éter de petróleo como solvente extrator. A quantidade de fibra bruta foi determinada por meio de tratamentos sequenciais ácido (1,25% de ácido sulfúrico) e alcalino (1,25% de hidróxido de sódio). O teor de carboidratos foi estimado pelo cálculo da porcentagem restante após todos os outros componentes terem sido medidos (% de carboidratos = 100 - [umidade + proteína + lipídio + cinzas]).

2.6 Parâmetro de cor

A cor da geleia foi avaliada usando os parâmetros de luminosidade (L^*) do CIE Lab, coordenada de cor verde / vermelho (a^*), e a coordenada de cor amarela/azul (b^*), usando uma placa de Petri de vidro em um colorímetro Minolta CR-5 (Bench-top, Konica Minolta®, Tóquio, Japão) seguindo as recomendações do fabricante.

2.7 Determinação de ficocianina

Os valores de ficocianina foram extraídos usando uma combinação de dois procedimentos, a adição de tampão fosfato a 0,1M (pH 7,0), seguida da submissão da geleia a três ciclos sucessivos de banho ultrassônico e centrifugação, a fim de romper as paredes celulares e, conseqüentemente, isolar a ficocianina. O conteúdo total de ficocianina foi determinado utilizando a Eq. (1), apresentado por Bennet e Bogordo (1973).

$$FC = \frac{A_{620} - 0,474A_{652}}{5,34} \quad (1)$$

O FC representa a concentração de ficocianina (em mg.mL⁻¹), enquanto Abs₆₂₀ e Abs₆₅₂ são as densidades ópticas das amostras leitura em espectrofotômetro (Perkin Elmer UV).

2.8 Textura

As análises de textura foram realizadas nas amostras armazenadas por no mínimo 24 h a 6°C, usando um analisador de textura Brookfiel CT3, United States. O teste foi realizado utilizando um copo descartável de 50 mL, com 30 g da amostra e um “pobre” cilíndrico de alumínio com diâmetro de uma polegada, velocidade de pré-teste de 2 mm.s⁻¹, velocidade de teste de 2,0 mm.s⁻¹, velocidade de pós-teste de 2,0 mm.s⁻¹, distância de 10 mm e força 0,1 N. Os parâmetros obtidos do perfil da textura foram: gomosidade, firmeza, coesividade, mastigabilidade, firmeza, coesividade e elasticidade. Os dados foram coletados no programa “Texture Expert for Windows 1.20” (Stable Micro Systems).

2.9 Parâmetro microbiológico

Análises microbiológicas de quantificação de coliformes totais a partir da técnica do número mais provável (MPN), segundo os procedimentos do ICMSF (1985), bolores e leveduras (APHA, 2001), *Staphylococcus aureus* pelo ICMSF (2000) foram realizadas após 10 dias de preparação das geleias.

2.10 Avaliação sensorial

Todas as amostras (Tabela 1) foram avaliadas por 70 consumidores recrutados na Universidade Federal da Bahia (Salvador, BA, Brasil). Após o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande (FURG, Rio Grande, RS, Brasil) ter aprovado o projeto de pesquisa (protocolo nº 1.525.184), docentes, pesquisadores, técnicos e estudantes de pós-graduação foram convidados a participar por preenchimento de um formulário de recrutamento. O critério de seleção dos julgadores foi o consumo de todas as amostras de geleia. Os testes sensoriais foram realizados no Laboratório de Análise Sensorial da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal da Bahia (UFBA, Salvador, BA, Brasil). Todos os consumidores avaliaram aproximadamente 5 g de amostras das geleias em prato de

vidro codificado, quanto aos atributos aparência, cor, textura, sabor e intenção de compra, utilizando a escala híbrida hedônica de nove pontos, ancorada com os termos “gostei extremamente” e “desgostei extremamente” nos pontos finais esquerdo e direito, respectivamente. Os entrevistados também foram instruídos a limpar seu palato com água potável e biscoitos sem sal antes de cada avaliação da amostra.

2.11 Análise Estatística

Todas as análises foram realizadas em triplicata e os resultados são apresentados como média \pm desvio padrão (EP). Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e os resultados com diferenças significantes foram utilizados no teste de Tukey para comparação múltipla das médias, a um nível de significância de 5%, utilizando o software SigmaStat®.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2, encontram-se os valores médios obtidos para caracterização física e do rendimento quanto à composição do fruto de umbu *in natura*. Segundo Santos et al. (2010), as características físicas, químicas e minerais dos frutos de uma determinada espécie variam, não só devido ao seu potencial genético, como também com o local ou região, as práticas culturais, a época de colheita, o estágio de maturação, entre outros.

Tabela 2 - Dimensões dos frutos de umbu (*Spondias tuberosa* Arr Cam) e dos seus componentes.

Parâmetros*	Média ± DP	Máximo	Mínimo
<i>Length (mm)</i>	36.00 ± 1.96	40.08	30.34
<i>Diameter (mm)</i>	28.13 ± 2.57	39.83	20.41
<i>Weight of fruit (g)</i>	21.77 ± 3.95	32.06	10.88
<i>Weight of skin (g)</i>	3.55 ± 0.73	5.38	1.67
<i>Weight of seed (g)</i>	5.57 ± 0.91	9.89	3.15
<i>Weight of pulp (g)</i>	12.66 ± 2.78	20.01	4.09
<i>Skin (%)</i>	16.48 ± 2.02	25.58	9.23
<i>Seed (%)</i>	26.11 ± 3.41	47.44	18.92
<i>Pulp (%)</i>	57.41 ± 4.57	71.86	34.20

* Os valores (média ± SE) correspondem a cinquenta amostras medidas.

Além das características sensoriais do fruto o peso da massa e da casca, são indicativos em qual estágio de maturação encontra-se o fruto. Diante dos resultados encontrados na Tabela 2, o peso da polpa e da casca encontram-se inversamente proporcionais, mostrando que os frutos utilizados na produção das geleias estavam em um estágio mais próximo do verde, tendo assim a sua polpa com uma composição em transformações. Valores

semelhantes encontrados por Menezes (2017), cuja a massa média da casca do fruto verde foi de $3,27 \pm 0,13$ e a da polpa de $8,37 \pm 0,75$ ratificam que frutos verdes apresentam um maior rendimento em relação a polpa. Tendo em vista um melhor aproveitamento do fruto para produção das geleias.

Os valores médios de cinco repetições das características de atividade de água (A_w), acidez titulável e a de sólidos solúveis total da polpa (casca + polpa) do umbu estão contidos na Tabela 3. Em relação ao valor obtido da a_w evidencia a necessidade de procedimentos higiênicos sanitários e condições de armazenamentos com temperatura e ambiente adequado. Segundo Terra et al. (2007), a maioria dos microorganismos, inclusive os patogênicos, se proliferam rapidamente em teores de a_w entre 0,99 e 0,98. O fruto do umbu apresentou pH e acidez de 2,73 e 2,21 respectivamente, semelhante aos resultados encontrados por Santos et al. (2010) que para a espécie do umbu-cajá (*Spondias* sp.) encontrou 2,40 e 1,32. O valor mais alto do pH (baixa acidez) é ideal para consumir em condições *in natura*, devido ao sabor adocicado. Porém, em processamentos industriais, teores elevados geram efeitos indesejáveis no processo, devido ao favorecimento da atividade enzimática e aumento do crescimento microbiológico (SANTOS et al. 2007). Além disso, diminui o custo do processo por não haver a necessidade de adicionar ácido cítrico sintético no processamento.

O conteúdo de sólidos solúveis de $10,04^\circ\text{Brix}$ mostrou-se inferior ao valor de 11,09 encontrado por Ribeiro et al. (2019) e superior a 6,47 referente aos estudos de Paula et al. (2012), tendo em estudo a matriz de mesma espécie (*Spondias Tuberosa* Arr. Cam). O menor valor pode ter sido devido a adição de água durante o despolpamento, assim como regiões de colheita diferentes e grau de maturação diversos (BASTOS et al., 2016). Além das características físicas do fruto a razão de sólidos solúveis e acidez titulável também é considerado como indicativo do estágio de maturação no qual encontra-se o fruto analisado.

A partir do resultado desta relação, 4,54, pode-se identificar que os frutos utilizados neste estudo estavam com poucas pigmentações amareladas (LIMA et al., 2002).

Tabela 3 - Aw, pH, acidez titulável, sólidos solúveis totais e relação do total de sólidos solúveis e acidez titulável dos frutos de umbu (*Spondias tuberosa* Arr Cam) *in natura*.

Parameters*	Values
<i>Activity water (Aw)</i>	0.98 ± 0.01
<i>pH</i>	2.73 ± 0.07
<i>Titrateable acidity (% of citric acid)</i>	2,21 ± 0,03
<i>Total soluble solids (°Brix)</i>	10.04 ± 0.05
<i>Ratio (TSS/ATT)</i>	4,54 ± 0,03

*The values (means ± SE) correspond to three analysis independent.

A composição centesimal do umbu pode ser vista na Tabela 4, onde os resultados encontrados mostram-se semelhantes aos estabelecidos na tabela da TACO (2011). O conteúdo centesimal está interligado diretamente com as condições do plantio como o clima, temperatura, tipo de solo, suprimento de água e nutrientes (BASTOS, 2016).

Tabela 4 - Composição centesimal do fruto de umbu (*Spondias tuberosa* Arr Cam).

Parameters*	g/100 g	
	Fresh weight	Dry basis
<i>Moisture</i>	89.10 ± 0.20	-
<i>Total ash</i>	0.66 ± 0.02	5.52 ± 0.20
<i>Protein</i>	0.79 ± 0.03	7.19 ± 0.29
<i>Total lipids*</i>	0.85 ± 0.02	7.80 ± 0.30
<i>Total carbohydrates[#]</i>	8.60 ± 1.24	79.5 ± 3.72
<i>Energy (Kcal)</i>	45.21	416.96

* Os valores (média ± SE) correspondem a três análises independentes. #

Definido pela diferença entre 100 e a soma das porcentagens de outros componentes, conforme mostrado em material e métodos.

A Tabela 5 mostra os resultados no tempo 0 da caracterização físico química das quatro formulações. Tendo em vista que os resultados da a_w apresentaram-se inferiores a 0,8, sendo esta variação de 0,52 a 0,57, devido a adição de grande quantidade de açúcar, resultando na diminuição do risco de proliferação de microrganismos no produto final. Os valores do pH estatisticamente analisados apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) entre as quatro formulações. Observando-se que a suplementação proporcional da biomassa da *Spirulina* sp. *LEB-18* elevou o pH de todas as amostras ($R^2=0,942$). Sendo que esses resultados podem ter sido influenciados pelo pH (9,0 a 10,9) da biomassa de *Spirulina* (JESUS, 2018). Porém, estando conformes diante do padrão ideal estabelecido diante de estudos, que em relação aos aspectos tecnológicos as geleias devem apresentar pH com valores na faixa de 3,0 a 3,4, sendo abaixo de 3,0 pode induzir a diminuição da qualidade

sensorial: sabor excessivo de ácido, cristalização da sacarose, a sinérese e a má formação do gel (SOUZA, 2016; BESBES et al., 2009).

Já para acidez total houve a diminuição dos valores de 0,31 a 0,18%, a partir do aumento da concentração da biomassa de *Spirulina* sp. LEB-18. Podendo ser explicado pelo menor índice de hidrólise dos compostos de carboidratos, tendo assim, uma menor formação de ácidos orgânico (ULLAH, 2017). O tratamento estatístico mostra que as porcentagens de acidez apresentam diferença significativa ($p < 0,05$) entre cada formulação. Onde comparados com estudos recentes mostram inferiores em relação aos achados de Vianal et al. (2015), que encontraram valores entre 0,66-0,75% em geleia de umbu-cajá convencional e dietética. É importante salientar que a acidez total deve apresentar valores próximo a 0,8%, pois, acima de 1% ocorre a sinérese, ou seja, a exsudação do líquido da geleia (TORREZAN, 1988).

O teor de sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix) variaram de 62 a 65 $^{\circ}$ Brix nas geleias indicando que as formulações estão no padrão quando comparadas aos valores estabelecidos pela resolução CNNPA n $^{\circ}$ 12 que devem conter aproximadamente de 65 $^{\circ}$ Brix. Esses valores se encontram bem próximos das geleias elaboradas por Oliveira et al. 2014 que apresentaram uma variação entre 62,65 a 65,97 $^{\circ}$ Brix no processamento de geleia de umbu-cajá. Valores mais elevados foram obtidos nos estudos de Foppa et al. (2009) para a geleia de pêra Housui que apresentou um valor de 79 $^{\circ}$ Brix e para pêra d'água 77 $^{\circ}$ Brix. Já a geleia de amora-preta elaborada por Mota (2006) apresentou valores (47,15-58,03 $^{\circ}$ Brix) abaixo em relação ao presente estudo. Este teor está diretamente relacionado com a viscosidade do ponto final da geleia. Onde valores abaixo de 65 $^{\circ}$ Brix resulta em um produto final de textura mole, e valores acima pode ocorrer a formação de cristais. Esta variável também influencia o rendimento industrial, especialmente o peso final do produto processado (SOUZA, 2016).

Tabela 5 - Aw, pH, acidez titulável e sólidos solúveis totais entre as geleias de umbu sem ou com adição de *Spirulina* sp. LEB-18..

<i>Parameter*</i>	STD	SP3	SP4	SP5
<i>Water activity</i>	0.52 ^b ± 0.10	0.55 ^a ± 0.10	0.56 ^a ± 0.10	0.57 ^a ± 0.10
<i>pH</i>	2.47 ^d ± 0.02	2.78 ^c ± 0.01	3.12 ^b ± 0.01	3.26 ^a ± 0.01
<i>Titulable acidity</i>	0.31 ^a ± 0.06	0.29 ^a ± 0.50	0.22 ^b ± 0.34	0.18 ^c ± 0.99
<i>Total soluble solids</i>	65.0 ± 0.62	64.0 ± 0.23	63.0 ± 0.67	65.0 ± 0.25

STD, Geleia controle de umbu sem *Spirulina* sp. LEB-18; SP3, geleia de umbu com 3% de *Spirulina* sp. LEB-18; SP4, geleia de umbu com 4% de *Spirulina* sp. LEB-18; e SP5, geleia de umbu com 5% de *Spirulina* sp. LEB-18. * Os valores (média ± SE) correspondem a três análises independentes. Letras diferentes na mesma linha indicam diferenças estatísticas ($p < 0,05$). Definido pela diferença entre 100 e a soma das porcentagens de outros componentes, conforme mostrado em material e métodos.

A Tabela 6 apresenta os resultados da composição centesimal das formulações desenvolvidas a partir de uma geleia padrão de umbu descrita na seção de materiais e métodos na qual foram criadas com o intuito de elevar o teor protéico visando em abranger o público consumidor. Os conteúdos de umidade apresentaram diferenças significativa ($p < 0,05$) entre as quatro formulações, variando de 22,02 a 14,45% sendo que o teor mais expressivo foi na STD (geleia padrão), mas diante da legislação brasileira (BRASIL,1978) estes resultados encontram-se abaixo do padrão estabelecido de 38%. Diferentes dos teores do estudo de Souza et al. (2016), que apresentou valores entre 33,94% para geleia de tamarindo sem pectina e 38,88% com pectina. Pode se perceber que o comportamento do teor da umidade é inversamente proporcional a concentração da biomassa da *Spirulina* sp. LEB-18. É

importante destacar que este parâmetro está diretamente relacionado com a qualidade do produto, especialmente com o shelf-life durante o armazenamento (FELLOWS, 2000).

As geleias de frutas presentes nos mercados apresentam um baixo conteúdo de proteína. De acordo com a rotulagem nutricional dos doces, os ingredientes comuns são frutas, açúcar, pectina e ácido cítrico. Sendo nenhuma fonte abundante de proteína (NAEEM, 2017). Diante de alguns estudos as geleias de uva com teor de proteína de $0,27 \pm 0,08$ são os mais baixos em relação as geleias de damasco $0,43 \pm 0,04$ (NAEEM, 2017) e entre outras geleias de frutas como a de jaca, que apresentou 1,12% de proteína (EKE-EJIOFOR e OWUNO, 2013). Segundo os autores Joshi et al. (2012), que investigaram os efeitos da adição de *Spirulina* sp. LEB-18 ao produto farinha de milho e avaliaram que com a adição da microalga há um aumento no teor proteico (14,6%) e de cinzas. Este mesmo comportamento foi encontrado nas novas formulações das geleias de umbu constituídas com concentrações distintas da *Spirulina* sp. LEB-18, com o aumento gradativo da mesma houve o aumento respectivo dos teores de proteína, $4,20 \pm 0,32\%$; $4,55 \pm 0,84\%$; $5,45 \pm 0,19\%$ e $8,53 \pm 0,44\%$, e cinzas, $0,18 \pm 0,07\%$; $0,58 \pm 0,06\%$; $0,65 \pm 0,06\%$ e $0,75 \pm 0,01\%$ como correlacionados na Figura 2.

Geralmente, o baixo teor de cinzas indica que as amostras analisadas não são ricas em resíduos minerais (NAEEM, 2017). Oliveira et al. (2014), ao estudarem os efeitos da variação do açúcar e da pectina em geleias de umbu-cajá encontraram uma faixa de 0,16-0,55% de cinzas estando semelhante ao valor detectado somente na formulação padrão (geleia sem *Spirulina* sp. LEB-18) deste trabalho.

O açúcar redutor analisado apresentou uma variação de 22,33 – 34,02% entre as formulações, sendo diferentes estatisticamente ($p < 0,05$). Tendo teores mais baixos quando comprados ao do estudo de Besbes et al. (2009), que encontrou uma faixa de 35,42-86,65% para geleias de tamara. Os baixos teores podem estar relacionados a fatores como pH, a

temperatura e o tempo de cocção das amostras de geleia, que interferem na hidrólise parcial da sacarose, ou seja, a inversão da sacarose elevando o teor de açúcares redutor (OLIVEIRA, 2014).

Os teores de fibras totais variaram entre 0,20 a 0,26g/100g. Estudos anteriores de Rômulo et al. (2003), apresentam conteúdos maiores de fibras, tendo uma faixa entre (0,3-5,2g/100g) para as geleias de laranja, goiaba e ameixa.

Tabela 6 - Composição centesimal entre as geleias de umbu sem ou com adição de *Spirulina* sp. LEB-18.

neters*	STD	SP3	SP4	SP5
ure	22.02 ± 0.02 ^a	17.97 ± 0.01 ^b	15.08 ± 0.02 ^c	14.45 ^d ± 0.01 ^d
n	1.47 ± 0.32 ^c	1.55 ± 0.84 ^{bc}	5.45 ± 0.19 ^b	8.53 ± 0.44 ^a
ash	0.40 ± 0.02 ^d	0.58 ± 0.06 ^c	0.65 ± 0.06 ^b	0.75 ± 0.01 ^a
lipids	0.51 ± 0.03 ^d	0.71 ± 0.04 ^c	0.79 ± 0.04 ^b	0.85 ± 0.04 ^a
carbohydrates [#]	75.56 ± 3.78	76.19 ± 3.81	78.03 ± 3.90	75.42 ± 3.77
ing sugars	34.02 ^a ± 1.37	29.53 ^c ± 0.72	1.76 ^{ac} ± 0.81	22.33 ^d ± 1.37
brute	0.26 ± 0.03	0.20 ± 0.05	0.25 ± 0.03	0.25 ± 0.4
y (Kcal)	312.71	329.35	341.03	343.45

STD, Geleia controle de umbu sem *Spirulina* sp. LEB-18; SP3, geleia de umbu com 3% de *Spirulina* sp. LEB-18; SP4, geleia de umbu com 4% de *Spirulina* sp. LEB-18; e SP5, geleia de umbu com 5% de *Spirulina* sp. LEB-18. * Os valores (média ± SE) correspondem a três análises independentes. Letras diferentes na mesma linha indicam diferenças estatísticas (p <0,05). Definido pela diferença entre 100 e a soma das porcentagens de outros componentes, conforme mostrado no material e nos métodos.

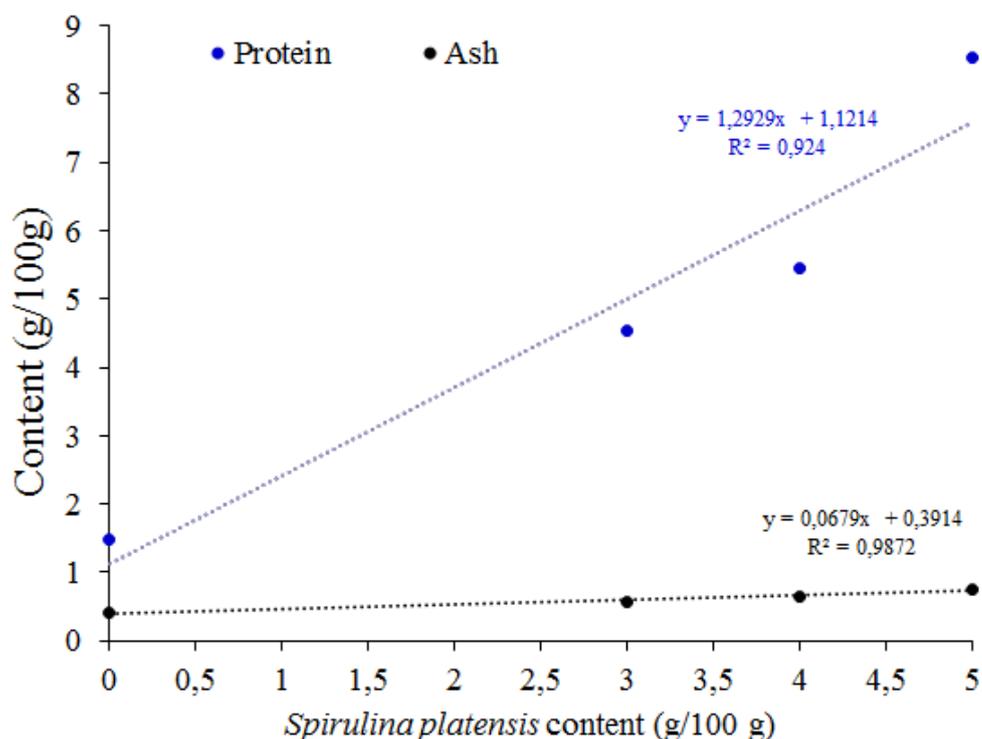


Figura 2 - Correlação entre os teores de proteína e cinzas nas geleias de umbu e *Spirulina* sp. LEB-18 adicionada.

A Tabela 7 ilustra os atributos de cor das geleias de umbu com/sem *Spirulina* sp. LEB-18. Em geleia de umbu padrão observou-se diferença significativas ($p < 0,05$) em relação as outras formulações incorporadas com *Spirulina* sp. LEB-18. De fato, a geleia padrão mostrou-se menos escura com cores mais próxima ao vermelho e amarelo quando comparada as outras formulações. Sravani et al. (2017), observaram que com o aumento da pressão e temperatura do processamento da geleia de morango os parâmetros L^* , a^* e b^* diminuiram. Resultados semelhantes foram encontrados por Crizel, Silva e Salas-Mellado (2011) ao acrescentar *Spirulina* em produtos de panificação.

Tais alterações nas análises instrumentais de cor podem ser justificadas pelo fato de que as cianobactérias contêm uma ampla gama de compostos pigmentados, incluindo carotenóides, clorofila e ficobiliproteínas, que consistem em dímeros com duas subunidades de polipeptídeos pigmentados. A *Spirulina* destaca-se por apresentar vários compostos e pigmentos naturais, como ficoeritrina e a aloficocianina, que podem ser encontradas em

pequenas quantidades, mas a mais abundante é a ficocianina, um pigmento azul brilhante que, dependendo de sua pureza, encontra diferentes aplicações importantes e potencial antioxidante (WALTER et al., 2011). Por outro lado, estas substâncias podem ser capazes de interferir na aceitação sensorial do produto, por isso é de extrema relevância avaliar o teor de *Spirulina* sp. LEB-18 acrescida capaz de resultar em menores modificações organolépticas do produto.

Tabela 7 - Avaliação das coordenadas de cores tridimensionais (a*, b* e L*) e conteúdo de ficocianina entre as geleias de umbu sem ou com adição de *Spirulina* sp. LEB-18.

Parameters*	STD	SP3	SP4	SP5
	32.9 ± 1.22 ^a	13.3 ± 0.99 ^b	2.0 ± 1.39 ^b	3.4 ± 1.46 ^b
	7.15 ± 0.22 ^a	0.35 ± 0.02 ^b	0.34 ± 0.04 ^b	0.16 ± 0.01 ^c
	21.8 ± 0.80 ^a	-2.11 ± 0.05 ^b	1.22 ± 0.23 ^c	1.42 ± 0.26 ^d
<i>cyanin</i> (mg/100 g)	0.00 ± 0.00	1.00 ± 0.01	1.20 ± 0.01	2.90 ± 0.02

STD, Geleia controle de umbu sem *Spirulina* sp. LEB-18; SP3, geleia de umbu com 3% de *Spirulina* sp. LEB-18; SP4, geleia de umbu com 4% de *Spirulina* sp. LEB-18; e SP5, geleia de umbu com 5% de *Spirulina* sp. LEB-18. * Os valores (média ± SE) correspondem a três análises independentes. Letras diferentes na mesma linha indicam diferenças estatísticas (p < 0,05).

Os resultados das propriedades texturais das amostras avaliadas estão apresentados na Tabela 8. Percebe-se que houve alteração estatística para os seguintes parâmetros: adesividade, dureza, mastigabilidade, gomosidade e coesividade. Para o parâmetro adesividade, há diminuição estatisticamente significativa com incremento de *Spirulina* sp. LEB-18. Dias et al. (2011) discutem que o aumento de aw de uma amostra pode ser fator causador de uma menor adesividade, corroborando com os dados encontrados no presente estudo.

Almeida et al. (2009) discutem que a presença de maiores teores de sacarose é responsável pela formação de uma rede mais rígida e, como consequência, resultando em uma maior dureza da amostra, de acordo com o verificado para o presente trabalho, onde as amostras com *Spirulina* sp. LEB-18 resultaram em menor dureza, possivelmente, por conta da adição da microalga. De forma semelhante, os parâmetros mastigabilidade e gomosidade estão associados a resistência de um semi-sólido a mastigação, logo, as amostras com maior concentração de *Spirulina* sp. LEB-18, por serem verificadas como menos rígidas, apresentavam também menores valores destes parâmetros (CURI et al., 2017). De forma contrária, os parâmetros coesividade e elasticidade estão associados a capacidade do produto de manter-se na sua forma original sem se romper. Como se tratavam de amostras menos rígidas, as geleias acrescidas de *Spirulina* sp. LEB-18 apresentavam maior coesividade, de acordo com Souza et al. (2014).

Tabela 8 - Propriedades texturais entre as geleias de umbu sem ou com adição de *Spirulina* sp. LEB-18.

Parameters *	STD	SP3	SP4	SP5
<i>Adhesiveness</i>	-0.36 ± 0.03 ^a	-0.31 ± 0.02 ^a	-0.48 ± 0.15 ^b	-4.28 ± 0.02 ^c
<i>Hardness</i>	0.58 ± 0.03 ^a	0.56 ± 0.19 ^a	0.24 ± 0.09 ^b	0.19 ± 0.04 ^c
<i>Springiness</i>	0.98 ± 0.01	0.99 ± 0.02	0.98 ± 0.02	0.97 ± 0.02
<i>Chewiness</i>	15.35 ± 3.40	25.23 ± 8.70	13.73 ± 4.57	12.41 ± 2.16
<i>Gumminess</i>	15.74 ± 3.41 ^b	25.60 ± 9.08 ^a	14.01 ± 4.65 ^b	12.78 ± 2.21 ^b
<i>Cohesiveness</i>	0.46 ± 0.14 ^c	0.45 ± 0.10 ^c	0.59 ± 0.03 ^b	0.67 ± 0.04 ^a
<i>Resilience</i>	0.03 ± 0.01	0.05 ± 0.02	0.05 ± 0.02	0.04 ± 0.01

STD, Geleia controle de umbu sem *Spirulina* sp. LEB-18; SP3, geleia de umbu com 3% de *Spirulina* sp. LEB-18; SP4, geleia de umbu com 4% de *Spirulina* sp. LEB-18; e SP5, geleia de umbu com 5% de *Spirulina* sp. LEB-18. * Os valores (média ± SE) correspondem a três análises independentes. Letras diferentes na mesma linha indicam diferenças estatísticas ($p < 0,05$).

Os resultados das análises microbiológicas das geleias de umbu com e sem *Spirulina* sp. LEB-18 mostraram-se todos ausentes de coliformes totais (NMP.g⁻¹), bolores, leveduras e para *S.Aureus*. Sendo que segundo a RDC n° 12 resume-se somente a pesquisa de bolores e leveduras devido às características físico-químicas, como baixo teor do pH e altas concentrações de açúcares, que limitam o crescimento de bactérias patogênicas. Devido os resultados pode-se garantir que foram utilizadas as boas práticas de fabricação durante todo o processamento das quatro formulações garantindo a segurança e a integridade do consumidor.

Os resultados obtidos na avaliação sensorial de aparência, sabor, textura e cor são apresentados na Tabela 9. Em relação ao atributo aparência, as notas variaram entre 7,30 a 4,44, com diferença significativa ($p < 0,05$) somente entre a geleia padrão e as formulações com *Spirulina* sp. LEB-18, indicando uma boa aceitação. Para as notas do atributo cor também apenas a amostra STD apresentou diferença significativa entre as demais amostras, com um maior valor de 7,27.

Aos atributos textura e sabor a amostra padrão também mostrou diferença significativa ($p < 0,05$) entre as demais formulações, sendo que as notas atribuídas (média 5,55) as formulações com *Spirulina* sp. LEB-18 mostrou-se maior em relação aos outros atributos, cor e aparência, gerando pontos positivos ao novo produto desenvolvido.

Em termos gerais, de acordo com a Figura 3, todos os atributos sensoriais apresentaram grande quantidade dos resultados localizados entre os termos “gostei ligeiramente” e “gostei muito” para as amostras acrescidas com *Spirulina* sp. LEB-18, o que indica que tal microalga apresenta bom potencial de uso como enriquecedor em produtos alimentícios.

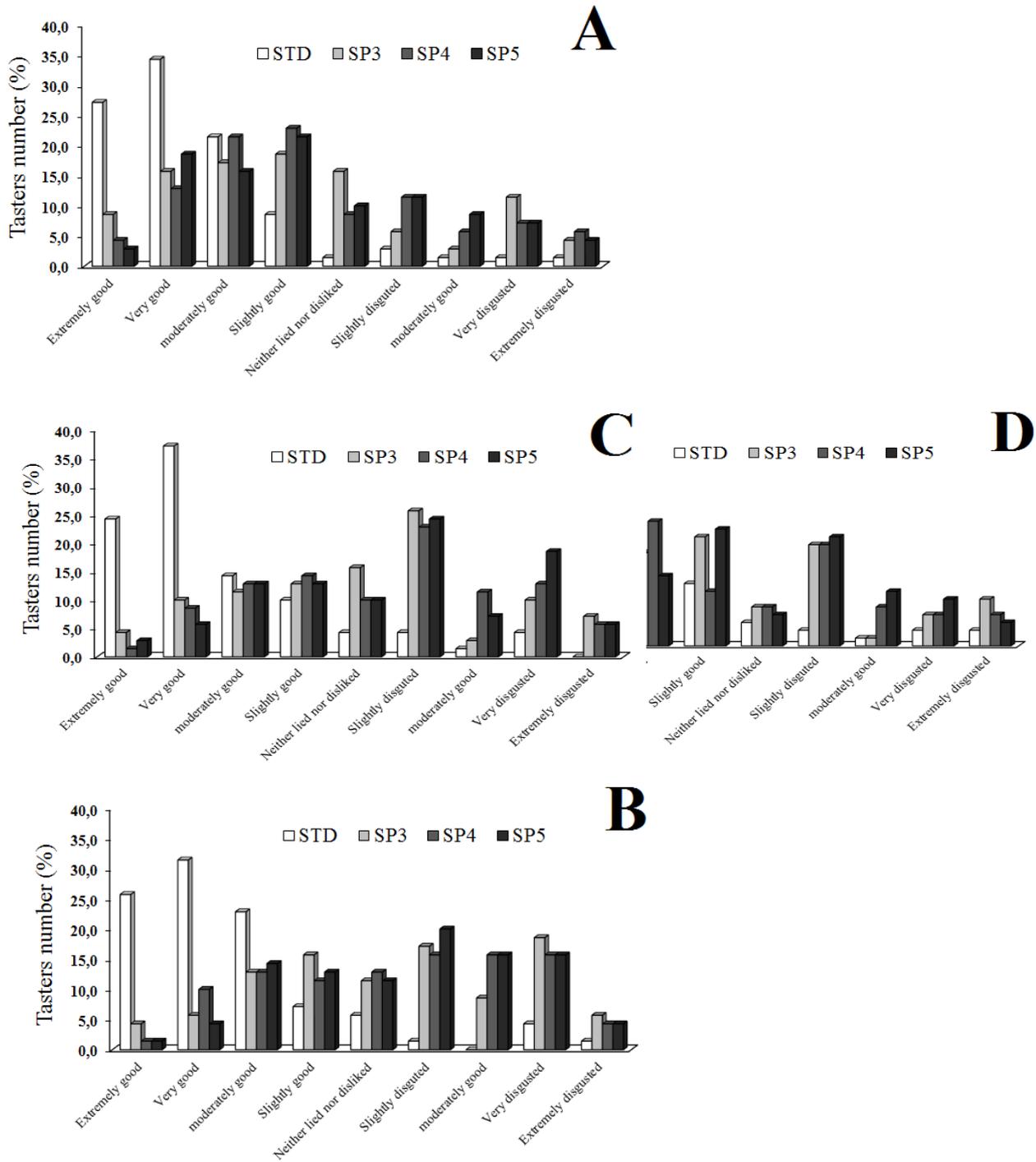
Em relação a intenção de compra da geleia padrão e com *Spirulina* sp. LEB-18 verificou-se um resultado razoável pelos julgadores, onde as notas mais atribuídas foram na faixa de 5 a 3, correspondentes a “compraria isso isto frequentemente” e “compraria raramente” (Figura 4). As amostras com *Spirulina* sp. LEB-18 mostraram diferenças significativas ($p < 0,05$) em relação ao padrão e pode -se perceber que o aumento gradativo da concentração de biomassa não influenciou nos resultados. O fato que deve ter influenciado esses resultados está diretamente relacionado com aparência das amostras com *Spirulina* sp. LEB-18. Segundo Deliza (2000), aspecto visual é o principal atributo na influência da aceitabilidade do consumidor.

Tabela 9 – Atributos sensoriais de aceitação entre as geleias de umbu sem ou com adição *Spirulina* sp. LEB-18.

Sensory attributes*	STD	SP3	SP4	SP5
Color	7.19±1.97 ^a	5.56±2.33 ^b	5.57±2.26 ^b	5.23±2.20 ^c
Flavor	7.27±1.81 ^a	4.93±2.26 ^b	4.64±2.09 ^c	4.50±2.13 ^c
Texture	7.47±1.66 ^a	5.71±2.16 ^b	5.54±2.14 ^c	5.53±2.13 ^c
Overall appearance	7.30±1.89 ^a	4.63±2.21 ^b	4.61±2.14 ^b	4.44±2.00 ^c
Intention to purchase	5.87±1.31 ^a	4.33±1.65 ^b	4.29±1.76 ^b	4.21±1.71 ^b

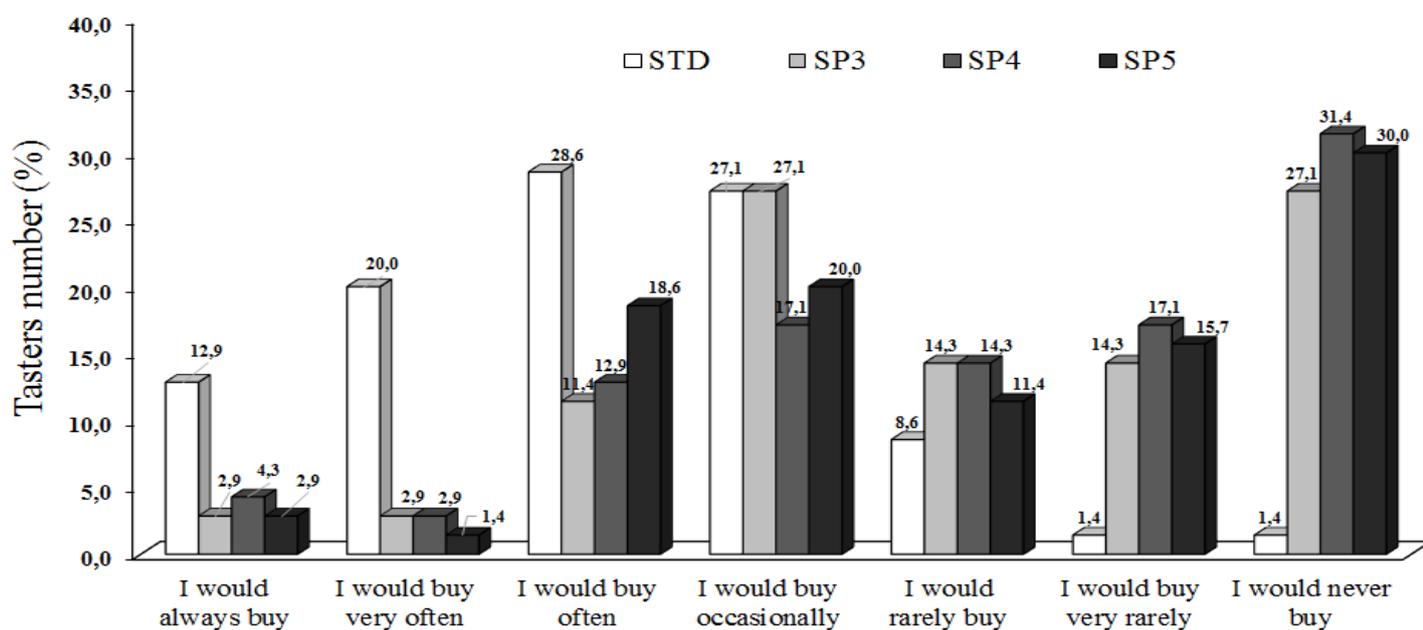
STD, Geleia controle de umbu sem *Spirulina* sp. LEB-18; SP3, geleia de umbu com 3% de *Spirulina* sp. LEB-18; SP4, geleia de umbu com 4% de *Spirulina* sp. LEB-18; e SP5, geleia de umbu com 5% de *Spirulina* sp. LEB-18. * Os valores (média ± SE) correspondem a setenta análises independentes. Letras diferentes na mesma linha indicam diferenças estatísticas ($p < 0,05$).

Figura 3 - Avaliação dos atributos sensoriais entre as geleias de umbu sem ou com adição de *Spirulina* sp. LEB-18.



STD, Geleia de umbu controle sem *Spirulina* sp. LEB-18.; SP3, geleia de umbu com 3% de *Spirulina* sp. LEB-18; SP4, geleia de umbu com 4% de *Spirulina* sp. LEB-18; e SP5, umbu com 5% de *Spirulina* sp. LEB-18. * Os valores (média ± SE) correspondem a setenta análises independentes, onde A, textura; B, aparência; C, cor e D, aroma.

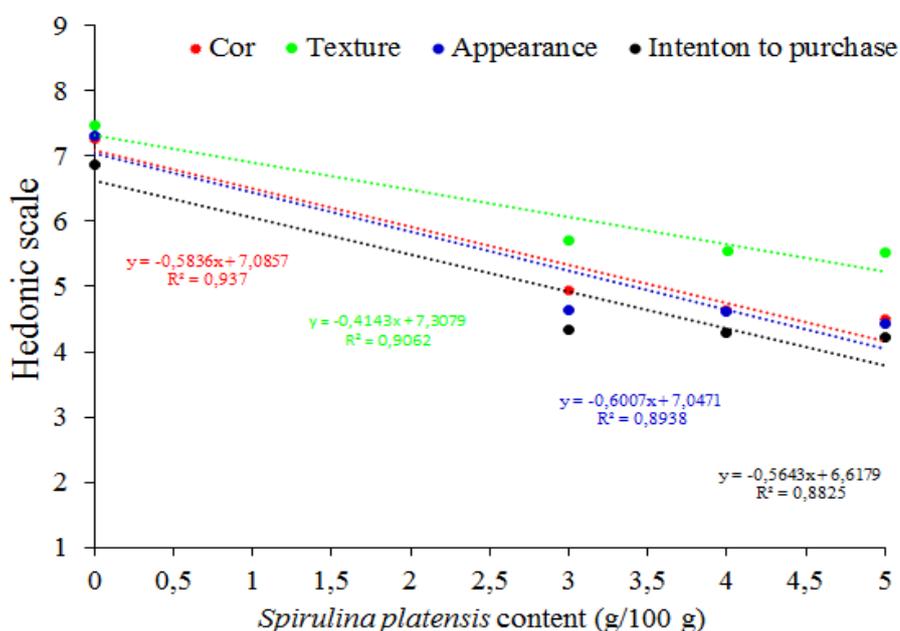
Figura 4 - Intenção de compra do consumidor entre geleias de umbu sem ou com adição de *Spirulina* sp. LEB-18.



STD, Controle de geleia de umbu sem *Spirulina* sp. LEB-18; SP3, geleia de umbu com 3% de *Spirulina* sp. LEB-18; SP4, geleia de umbu com 4% de *Spirulina* sp. LEB-18; e SP5, geleia de umbu com 5% de *Spirulina* sp. LEB-18. * Os valores (média ± SE) correspondem a setenta análises independentes.

A Figura 5 discute a correlação entre os atributos sensoriais e o teor de *Spirulina* sp. LEB-18 acrescido. Em termos gerais, todos os atributos avaliados resultaram em coeficiente de determinação forte, variando do menor resultado para intenção de compra (0,8825) e maior para cor (0,937), indicando que o teor de *Spirulina* sp. LEB-18 conferiu modificações relevantes que se associaram com a aceitação dos produtos avaliados. No caso do presente estudo, a cor pode ter apresentado correlação forte por conta das alterações advindas da adição de *Spirulina* sp. LEB-18 e da sua influência na redução de sua aceitação nas geleias com *Spirulina* sp. LEB-18 em comparação com o controle. O impacto visual do produto é determinante quando se trata da aquisição do mesmo pelo consumidor (MIGUEL et al., 2010), por isso, a aparência também se apresenta com forte correlação (0,8938). A textura pode também apresenta elevado coeficiente de determinação (0,9062) e pode explicar o fato de que um maior teor de *Spirulina* sp. LEB-18 acrescida resulta em alterações neste parâmetro, pois alguns provadores relataram presença de textura arenosa em todas as geleias com *Spirulina* sp. LEB-18 e o mesmo não foi descrito para a amostra controle.

Figura 5 - Correlação entre os atributos sensoriais das geleias de umbu com e sem a adição e de *Spirulina* sp. LEB-18.



4 CONCLUSÃO

Os resultados demonstram que o produto oferece boas perspectivas de consumo, pois as três formulações contendo concentrações de 3,0, 4,0 e 5,0% (m/m) de biomassa de microalga apresentaram uma boa aceitabilidade durante a análise sensorial do produto. Assim, diante dos resultados da caracterização do produto enriquecido com *Spirulina* sp. LEB-18, concluiu-se que os produtos desenvolvidos consistem de formulações com um nível proteico mais elevado em comparação com os presentes no mercado, e de coloração verde, característica da fruta de umbu. Dentre os nutrientes que compõem a biomassa seca da microalga *Spirulina* sp. LEB-18, vários são os que apresentam importância por suas propriedades nutricionais e nutracêuticas, portanto os teores de aminoácidos, lipídios e ácidos graxos essenciais ômega 3 e 6, composição mineral, micronutrientes e compostos fenólicos das geleias, devem ser analisados.

Agradecimentos

Os pesquisadores envolvidos no Projeto gostariam de agradecer ao Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos da Universidade Federal da Bahia, a Universidade Federal do Rio Grande - FURG, e ao projeto MCTIC 008/2014 23116.008538/2014-74 pelo apoio técnico e financeiro.

Conflito de interesse

Todos autores declaram que não há conflito de interesse no que diz respeito à pesquisa realizada, a publicação dos resultados e em relação as questões financeiras.

REFERÊNCIAS

- ABID, M. ; YAICH, H. ; HIDOURI, H. ; ATTIA, H. ; AYADI, M. Effect of substituted gelling agents from pomegranate peel on colour, textural and sensory properties of pomegranate jam. **Food Chemistry**, v-239, p. 1047-1054, 2018.
- ALMEIDA, E.L.; RAMOS, A.M.; BINOTI, M.L.; CHAUCA, P.C.S. Análise de perfil de textura e aceitabilidade sensorial de goiabadas desenvolvidas com diferentes edulcorantes. **Ceres**, v. 56, n. 6, p. 697-704, 2009.
- AOAC (2005). Official methods of analysis of AOAC international.
- AVELAR, M.; RODRIGUES, C.; ARRUDA, A.; SILVA, E.; CARLOS, L. Desenvolvimento de balas de goma elaboradas com frutas do Cerrado, v. 28, p. 21-28, 2016.
- BESBES, S. ; DRIRA, L. ; BLECKER, C. ; DEROANNE, C. ; ATTIA, H. Adding value to hard date (*Phoenix dactylifera* L.): Compositional, functional and sensory characteristics of date jam. **Food Chemistry**, v. 112, p. 406-411, 2009.
- BAKER, A.; BERRY, N.; HUI, H.; BARRET, M. Food preserves and jams. In: BARRET, M.; SOMOGYI, L.; RAMASWAMY, S. **Processing Fruits**, p. 113-125,2005.
- BASTOS, J, S.; MARTINEZ, E. A.; SOUZA, S. M. A. Características físico-químicas da polpa de umbu (*Spondias tuberosa* Arruda Câmara) comercial: efeito da concentração. **Journal of Bioenergy and Food Science**. v. 3, p. 11-16, 2016.
- BENEVIDES, S.D.; RAMOS, A.M.; STRINGHETA, P.C.; CASTRO, V.C. Qualidade da manga e polpa da manga Ubá. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 3, p.571-578, 2008.
- BEZERRA, R.; MONTOYA, E.; SATO, S.; PEREGO, P.; CARVALHO, J.; CONVERTI, A. Effects of light intensity and dilution rate on the semicontinuous cultivation of *Arthrospira (Spirulina) platensis*. A kinetic Monod-type approach. **Bioresource technology**, v. 102, p. 3215-3219, 2011.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução de Diretoria Colegiada nº 12, de 24 de julho de 1978. Normas Técnicas Relativas a Alimentos e Bebidas. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, Seção I, 1-75.
- CAETANO, P. K.; DAIUTO, É. R.; VIEITES, R. L. Característica físico-química e sensorial de geleia elaborada com polpa e suco de acerola. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 15, n. 3, p. 191-197, 2012.
- CALVACANTI, N.; RESENDE, G.; BRITO, L. Processamento do Fruto do Imbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.). *Ciência agrotecnologia*, v. 24(1), p. 252-259, 2000.

- CARVALHO, L.; MOREIRA, J.; OLIVEIRA, M.; COSTA, J. Acceptance of novel foods physical activity practitioners formulated with Spirulina. *Journal of Biotechnology and Biochemistry*, v.2, p. 7-11, 2016.
- CRIZEL, T.M.; S, C.R.; SALAS-MELADO, M.M. Elaboration of gluten-free bread enriched with the microalgae *Spirulina platensis*. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 14, n. 4, p. 308-316, 2011.
- CURI, P.N.; BISI, R.B.; SALGADO, D.L.; BARBOSA, C.M.A.; PIO, R.; SOUZA, V.R. Hybrid cultivars of pear in subtropics regions: processing ability in the form of jelly. **Ciência Rural**, v. 47, n. 11, p. 1-7, 2017.
- DELIZA, R. Importância da qualidade sensorial em produtos minimamente processados. In: Encontro Nacional sobre processamento mínimo de frutas e hortaliças, Viçosa: UFV, p. 73-74, 2000.
- DIAS, M. A.; BORGES, S. V.; OLIVEIRA, L. M. F.; NASCIMENTO, R. M. CAMILOTTO, G. P. Aproveitamento do albedo do albedo do maracujá na elaboração de doce em massa e alterações com o armazenamento. **Alimentos e Nutrição**, v. 22, p. 71-18, 2011.
- DOWNES, F.; ITO, K. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. American Public Health Association (APHA), ed-4th, 2001.
- DUTRA, F. V.; CARDOSO, A. D.; MORAIS, O. M.; VIANA, A. E. S.; MELO, T. L.; JÚNIOR, N. S. C. Características físicas e químicas de acessos de umbuzeiros (*Spondias tuberosa* Arr. Cam). **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, p. 814-822, 2017.
- EKE EJIOFOR, J.; OWUNO, F. The physico-chemical and sensory properties of jackfruit (*Artocarpus heterophilus*) jam. **Journal of Nutrition & Food Sciences**, v. 2, p. 149-152, 2013.
- FDA. Food and Drug Administration, 2012.
- FELLOWS, P. Food Processing Technology, ed-2, 2000.
- FOPPA, T.; TSUZUKI, M.; SANTOS, C.; Caracterização Físico-Química da geleia de pera elaborada através de duas cultivares diferentes: pêra d' água (*Pyrus communis* L.) e Housui (*Pyrus pyrifolia* Nakai). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 11, p.21-25, 2009.
- GALVÃO, M. S.; NARAIN, N.; SANTOS, M. S. P.; NUNES, M. L. Volatile compounds and
descriptive odor attributes in umbu (*Spondias tuberosa*) fruits during maturation. **Food Research International**, v.44, n.7, p.1919-1926, 2011.
- ICMSF. Microorganismos de los alimentos 1. Tecnicos de análisis micro, v-1, ed-1, Acribia, 1985.
- ICMSF. Microorganismos de los alimentos 1. Tecnicos de analisis micro, v-1, ed-2, Acribia, 2000.
- JESUS, C.; SANTOS, L.; COSTA, S.; MIRANDA, A.; MORAIS, E.; MORAIS, M.; COSTA, J.; NUNES, I.; SOUZA, E.; DRUZIAN, J. Outdoor pilot-scale cultivation of

Spirulina sp. LEB-18 in different geographic locations for evaluating its growth and chemical composition. **Bioresource Technology**, v. 256, p. 86-94, 2018.

LIMA, E. D. P. A.; LIMA, C. A. A.; ALDRIGUE, L. M.; GONDIM, P. J. S. Caracterização física e química dos frutos da umbu-cajazeira (*Spondias* spp) em cinco estágios de maturação, da polpa congelada e néctar. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, p. 338-343, 2002.

MARTELLI, G.; FOLLI, C.; VISAI, L., DAGLIA, M.; FERRARI, D. Thermal stability improvement of blue colorant C-phytococyanin from *Spirulina platensis* for food industry applications. **Process Biochemistry**, v. 49, p. 154-159, 2014.

MENEZES, P. H. S.; SOUZA, A. A.; SILVA, E. S.; MEDEIROS, R. D.; BARBOSA, N.C.; SORIA, D. G. Influência do estágio de maturação na qualidade físico-química de frutos de umbu (*Spondias tuberosa*). **Scientia Agropecuaria**, v.8, p. 73-78, 2017.

MIGUEL, A. C. A.; ALBERTINI, S.; BEGIATO, G. F.; DIAS, J. R. P. S.; SPOTO, M. H. F. Perfil sensorial e aceitação de melão amarelo minimamente processado submetido a tratamentos químicos. **Food Science and Technology**, v. 30, v. 589-598, 2010.

MOREIRA, A.; NASCIMENTO, J.; ANDRADE, R.; MACIEL, M.; MELO, E. Fotoquímicos Bioativos em Frutos de Genótipos de Cajá-Umbuzeiras. **Alimentos Nutricional Araraquara**, v. 23, p. 235-241, 2012.

MOTA, R. Caracterização física e química de geleia de amora-preta. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v-26, p. 539-543, 2006.

NAEEM, M.; FAIRULNIZAL, M.; NORHAYATI, M.; ZAITON, A.; NORLIZA, A.; SYURIAHTI, W.; AZERULAZREE, J.; ASWIR, A.; RUSIDAH, S. The nutritional composition of fruit jams in the Malaysian market. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, v. 16, p. 89-96, 2017.

NARAIN, N. et al. Variation in physical and chemical composition during maturation of umbu (*Spondias tuberosa*) fruits. **Food Chemistry**, v. 44, p. 255-259, 1992.

OLIVEIRA, E.; SANTOS, D.; ROCHA, A.; GOMES, J. Desenvolvimento, Caracterização e Estabilidade de Geleia Tradicional de Umbu-Cajá. **Revista Brasileira Fruticultura**, v. 36, p. 640-651, 2014.

PAULA, B.; FILHO, C. D. C.; MATTA, V. M.; MENEZES, J. S.; LIMA, P. C.; PINTO, C. O. CONCEIÇÃO, L. E. M. G. Produção e caracterização físico-química de fermentado de umbu. **Ciência Rural**, v. 42(9), p. 1688-1693, 2012.

RIBEIRO, L. O.; VIANA, E. S.; GODOY, R. L. O.; FREITAS, S. C.; FREITAS, S. P.; MATTA, V. M. Nutrients and bioactive compounds of pulp, peel and seed from umbu fruit. **Ciência Rural**, v. 49, 2019.

SANTOS, M.B.; CARDOSO, R. L.; FONSECA, A. A. O.; CONCEIÇÃO, M. N. Caracterização e qualidade de frutos de umbu-cajá (*Spondias tuberosa* X *S. mombin*) provenientes do Recôncavo Sul da Bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, p. 1089-1097, 2010.

SILVA, F.V.G.; SILVA, S.M.; SILVA, G.C.; MENDONÇA, R.M.N.; ALVES, R.E. & DANTAS, A.L. Bioactive compounds and antioxidant activity in fruits of clone and ungrafted genotypes of yellow momb in tree. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 32, p. 639-646, 2012.

SILVA, C. M.; SILVA, C. I.; HRNCIR, M.; QUEIROZ, R. T.; FONSECA, V. L. I. Guia de plantas visitadas por abelhas na caatinga. Fortaleza: Fundação Brasil Cidadão, p. 19, 2012.

SOUZA, V.R.; PEREIRA, P. A. P.; PINHEIRO, A. C. M.; LIMA, L. C. O.; PIO, R.; QUEIROZ, F. Analysis of the Subtropical Blackberry Cultivar Potential in Jelly Processing. **Journal of Food Science**, v. 79, p. 1-6, 2014.

SOUZA, F.; BARBOSA, F.; RODRIGUES, F. Avaliação de geleia de tamarindo sem pectina e com pectina proveniente do albedo do maracujá amarelo. **Journal of Bioenergy and Food Science**, v. 3, p. 78-88, 2016.

SRAVANI, J. ; RAVI, N. ; ROOPA, N. ; KUMAR, S. ; PANDEY, K. ; CHAUHAN P. Use of high pressure technology for the development of novel jam and its quality evaluation during storage. **Journal of Food Science and Technology**, v. 54, p. 3562-3568, 2017.

TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS - TACO. 4. ed. rev. e ampl. Campinas: NEPA-UNICAMP, 161p., 2011.

TERRA, N. M.; FREITAS, R. J. S.; CICHOSKI, A. J. Atividade de água, pH, umidade e desenvolvimento de *Staphylococcus xylosus* durante o processamento e armazenamento da paleta suína curada, maturada e fermentada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, p. 756-760, 2007.

TORREZAN, R. Manual para a produção de geleias de frutas em escala industrial. Embrapa - CTAA, Documento 28, p. 27, 1998.

ULLAH, S. ; KHAN, A. ; AYUB, M. ; AHMED, I. ; SHAMREZ, B. ; KHAN, M. Influence of Carrot Pulp Fortified with Different Concentrations of Apple Pulp on Blended Jam. **Pakistan Journal of Scientific and Industrial Research**, v. 60, p. 96-105, 2016.

VIANAI, E. ; MAMEDE, M. ; REIS, R. ; CARVALHO, L. ; FONSECA, M. Desenvolvimento de geleia de umbú cajá convencional e dietética. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v-37, p. 708-717, 2015.

VAZ, B.; MOREIRA, J.; MORAIS, M., COSTA, J. Microalgae as a new source of bioactive compounds in food supplements. **Food science**, v. 7, p. 73-77, 2016.

WALTER, A.; CARVALHO, J.C.; SOCCOL, V.T.; FARIA, A.B.B.; GHIGGI, V.; SOCCOL, C.R. Study of phycocyanin production from *Spirulina platensis* under different light spectra. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 54, 2011.

