

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE**

THIAGO ASSUNÇÃO

**DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO E AVALIAÇÃO DE SUPLEMENTO
PROTEICO MULTIFUNCIONAL CONTENDO EXTRATO DE
Ascophyllum nodosum (L.) LE JOLIS**

**PONTA GROSSA
2019**

THIAGO ASSUNÇÃO

**DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO E AVALIAÇÃO DE SUPLEMENTO
PROTEICO MULTIFUNCIONAL CONTENDO EXTRATO DE
Ascophyllum nodosum (L.) LE JOLIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde, Setor de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Estadual de Ponta Grossa, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Ciências da Saúde.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Vitor Farago
Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Dionízia Xavier
Scomparin

PONTA GROSSA

2019

A851 Assunção, Thiago
Desenvolvimento tecnológico e avaliação de suplemento proteico multifuncional contendo extrato de *Ascophyllum nodosum* (L.) LE JOLIS / Thiago Assunção. Ponta Grossa, 2019.
44 f.

Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde - Área de Concentração: Atenção Interdisciplinar em Saúde), Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Vítor Farago.

Coorientadora: Profa. Dra. Dionizia Xavier Scomparin.

1. *Ascophyllum nodosum*. 2. Whey protein. 3. Resveratrol. 4. Suplemento multifuncional. 5. Suplementação proteica. I. Farago, Paulo Vítor. II. Xavier Scomparin, Dionizia. III. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Atenção Interdisciplinar em Saúde. IV.T.

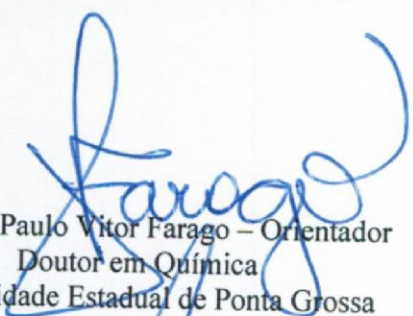
CDD: 615.321

THIAGO ASSUNÇÃO

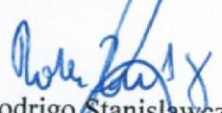
DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO E AVALIAÇÃO DE
SUPLEMENTO PROTEICO MULTIFUNCIONAL CONTENDO
EXTRATO DE *ASCOPHYLLUM NODOSUM* (L.) LE JOLIS

Dissertação apresentada para obtenção do título de mestre em Ciências da Saúde na
Universidade Estadual de Ponta Grossa, Área de Atenção Interdisciplinar em Saúde.

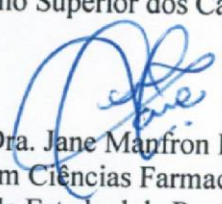
Ponta Grossa, 14 de maio de 2019.



Prof. Dr. Paulo Vitor Farago – Orientador
Doutor em Química
Universidade Estadual de Ponta Grossa



Prof. Dr. Rodrigo Stanislawczuk Grande
Doutor em Odontologia
Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais



Profa. Dra. Jane Manfron Budel
Doutora em Ciências Farmacêuticas
Universidade Estadual de Ponta Grossa

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Prof. Dr. Paulo Vitor Farago, por me aceitar como orientado, pelo apoio e compreensão neste longo caminho. Muito obrigado pela confiança depositada em mim.

À minha esposa Josiane, por ser um anjo em minha vida, nos momentos mais difíceis sempre esteve ao meu lado, me colocando em pé e me dando suporte para seguir em frente. Sem ela, nada disso estaria acontecendo.

Aos meus pais, por sempre terem feito o melhor por mim, me oferecendo tudo que precisei, mesmo quando não podiam. Mas, acima de tudo, me dando educação e mostrando o caminho do bem.

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi desenvolver e avaliar a qualidade de uma formulação diferenciada de alimento proteico em pó, contendo proteínas do soro do leite, vitaminas, minerais, antioxidantes, fibra solúvel e extrato de *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis, destinada ao fornecimento de proteína, ao mesmo tempo, que auxilia no emagrecimento. A formulação foi obtida por processo de mistura física. Foram realizadas as análises físico-químicas, os ensaios microbiológicos e a avaliação sensorial. O produto resultou em um alimento de aspecto sólido. O valor energético na porção de 40 g do suplemento foi cerca de 140,0 kcal, com teores de proteínas próximos a 70%. Foram observadas quantidades de carboidratos de 16,4% e de lipídeos de 1,2%. De maneira geral, o produto apresentou todos os requisitos para enquadrá-lo como um alimento compensador. Foram verificados valores em unidades formadoras de colônia inferiores ao preconizado pela legislação para coliformes a 45°C, estafilococos coagulase positiva e *Bacillus cereus* e, ainda, ausência de *Salmonella* sp. Por meio do teste afetivo de aceitação, a amostra de suplemento apresentou um índice de aceitabilidade adequado – superior a 70%. Dessa forma, o suplemento proteico multifuncional contendo extrato de *A. nodosum* foi desenvolvido com sucesso e atendeu aos requisitos de qualidade necessários/propostos.

Palavras-chave: *Ascophyllum nodosum*. *Whey protein*. Resveratrol. Inulina. Suplementação proteica. Suplemento multifuncional.

ABSTRACT

This work was to develop and to evaluate the quality of a novel formulation of powder protein containing whey proteins, vitamins, minerals, antioxidants, soluble fiber and extract of *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis which is intended for supplying protein intake at the same time aiding weight loss. Physicochemical analyzes, microbiological tests and sensorial evaluation were performed. The formulation resulted in a solid-looking product. The energetic value was about 140.0 kcal in 40 g portion with protein contents close to 70%. Carbohydrate level of 16.4% and lipids of 1.2% were observed. In general, the product presented all the requirements to fit it as a compensating food. Values in colony-forming unit lower than that recommended by the legislation for coliforms at 45° C, coagulase positive staphylococci and *Bacillus cereus*, and absence of *Salmonella* sp. were verified. This supplement had an adequate acceptability index – greater than 70% – when evaluated by the affective testing. Take all these into account, the multifunctional protein supplement containing *A. nodosum* extract was successfully developed and provided the required/proposed quality requirements.

Keywords: *Ascophyllum nodosum*. *Whey protein*. *Resveratrol*. *Inulin*. *Protein supplementation*. *Supplementation multifunctional*.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição percentual do suplemento proteico multifuncional contendo extrato de <i>Ascophyllum nodosum</i> (L.) Le Jolis	27
Tabela 2 – Padrão microbiológico para o suplemento proteico multifuncional contendo extrato de <i>Ascophyllum nodosum</i> (L.) Le Jolis	29
Tabela 3 - Resultados das análises físico-químicas efetuadas para o suplemento proteico multifuncional contendo extrato de <i>Ascophyllum nodosum</i> (L.) Le Jolis	35
Tabela 4 – Composição nutricional do suplemento proteico multifuncional contendo extrato de <i>Ascophyllum nodosum</i> (L.) Le Jolis.....	36
Tabela 5 – Resultados das análises microbiológicas realizadas para o suplemento proteico multifuncional contendo extrato de <i>Ascophyllum nodosum</i> (L.) Le Jolis	38
Tabela 6 – Aceitação global média e índice de aceitabilidade do suplemento proteico multifuncional contendo extrato de <i>Ascophyllum nodosum</i> (L.) Le Jolis	38

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AA	aminoácidos
ER	exercício resistido
QPM	quebra de proteína muscular
SPM	síntese de proteína muscular
TMB	taxa metabólica basal

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. OBJETIVO	12
2.1 OBJETIVO GERAL	12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
3 REVISÃO DA LITERATURA	13
3.1 REDUÇÃO DO PERCENTUAL DE GORDURA	13
3.2 HIPERTROFIA MUSCULAR	16
3.3 SUPLEMENTOS PROTEICOS E OUTROS INGREDIENTES FUNCIONAIS PARA A HIPERTROFIA MUSCULAR	18
3.3.1 Proteína do soro do leite	18
3.3.2 Aminoácidos de cadeia ramificada	19
3.3.3 Glutamina	20
3.3.4 Resveratrol	20
3.3.5 Inulina	21
3.3.6 ID-Alg[®]	22
3.3.6.1 <i>Ascophyllum nodosum</i>	22
3.3.6.2 Alginato de Sódio	23
3.3.6.3 Fucoxantina	23
3.3.6.4 Fucoïdano	24
3.3.7 Vitaminas e minerais	25
4 MATERIAL E MÉTODOS	26
4.1 DESENVOLVIMENTO DA FORMULAÇÃO	26
4.2 ELABORAÇÃO DO PRODUTO	27
4.3 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS	28
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	31

5.1 DESENVOLVIMENTO DA FORMULAÇÃO.....	31
5.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS	35
5.3 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS.....	37
6 CONCLUSÃO	39
REFERÊNCIAS	40

1. INTRODUÇÃO

A perda de peso leva a benefícios metabólicos e funcionais, no entanto, uma desvantagem desta, é a provável perda de massa muscular esquelética, que por sua vez pode acelerar o desenvolvimento de sarcopenia em pessoas de idade mais avançada. Estratégias para reduzir a perda de massa muscular esquelética durante a perda de peso incluem exercícios resistidos (ER) e ingestão suficiente de proteínas de alta qualidade. O ER, que no Brasil é popularmente chamado de musculação, estimula a síntese, a manutenção e a função da massa muscular. Além disso, a alta ingestão de proteína na dieta estimula a síntese de proteína muscular (SPM) (VERREIJEN et al., 2017). Bem como, a utilização de nutrientes reguladores, como vitaminas e minerais podem auxiliar na prevenção de lesões e traumatismos, além de evitar a ocorrência de processos infecciosos.

Durante o balanço energético positivo ou o excesso de energia na dieta, a ingestão inadequada de proteínas, ou seja, menos que 0,8 g/d, pode resultar em perda de massa muscular e massa livre de gordura. Durante o balanço energético negativo induzido por uma dieta reduzida em calorias, a ingestão inadequada de proteínas aumenta a perda de massa magra induzida pela perda de peso. Embora os indivíduos não-praticantes de exercícios físicos tenham uma necessidade proteica de 0,8 a 1,0 g/ Kg de massa corporal, a literatura da área de nutrição tem indicado que os atletas profissionais e recreativos apresentam demanda de proteínas maior, atingindo até 2,0 g de proteína por quilograma (JÄGER et al., 2017). Assim, o uso de alimentos ou suplementos contendo proteínas de alto valor biológico, promove benefícios a esse grupo específico vem a assegurar uma adequada construção e/ou reparação dos tecidos musculares.

Buscando uma alternativa para a manutenção da massa muscular e redução do percentual de gordura de praticantes de exercícios e atletas, muitas pesquisas têm relatado o uso de ativos fitoterápicos, uma vez que podem promover a redução da ingestão calórica e da absorção intestinal, supressão da lipogênese, aumento da lipólise, aumento da oxidação de gordura e do gasto energético (MASHMOUL et al., 2017). Existem várias opções de fitoterápicos no mercado que podem auxiliar tanto na redução do percentual de gordura quanto no ganho ou manutenção da massa muscular, porém, é muito importante conhecer os mecanismos de ação e o perfil dos efeitos colaterais, para uso de suplementos alimentares (IGEL et al., 2017).

O ID-Alg[®] é um extrato obtido da alga feofíceia (parda) *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis, os extratos dessas algas contêm múltiplos compostos caracterizados que possuem potencial bioativo, compostos estes que podem fornecer diversos benefícios para a saúde por meio de sua ação farmacológica. Sua bioatividade inclui atuar como anti-inflamatório, antioxidante e como pré-biótico (CHATER et al., 2016). Alguns compostos que demonstram possíveis aplicações no combate a obesidade estão presentes em *A. nodosum*. Entre esses elementos, estão os polissacarídeos alginato de sódio, fucoidano e o carotenoide fucoxantina. *A. nodosum* é uma alga marinha rica em minerais e nutrientes, é usada também como um suplemento alimentar para animais e como um ingrediente de adubo para correção do solo.

Já é estabelecido que *A. nodosum* é uma rica fonte de polifenóis e possui atividade antioxidante (ZHANG et al., 2007; ZHANG; BANKS, 2006). Os polifenóis constituem uma família relevante de compostos fitoquímicos dotados de benefícios para a saúde. Numerosos estudos pré-clínicos revelam que os polifenóis exibem fortes ações de proteção em muitas condições patológicas, particularmente aquelas provocados pelo estresse oxidativo, tais como a doença cardiovascular e distúrbios metabólicos. Além disso, podem suprimir o crescimento do tecido adiposo por meio da sua atividade antiangiogênica e da modulação do metabolismo dos adipócitos (GONZÁLEZ-CASTEJÓN; RODRIGUEZ-CASADO, 2011).

Neste cenário, nosso estudo visa desenvolver e avaliar sensorialmente um suplemento proteico contendo compostos fitoativos da alga feofíceia *A. nodosum*, além de outros componentes com efeito funcional, com a finalidade complementar de auxiliar na redução de gordura.

2. OBJETIVO

2.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver e avaliar sensorialmente um alimento proteico contendo extrato da alga feofíceia *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis, com características nutricionais multifuncionais, para atender as necessidades de praticantes de exercícios físicos e atletas.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar uma formulação de alimento proteico em pó, contendo proteínas do soro do leite, extrato da alga feofíceia *A. nodosum*, vitaminas, minerais, antioxidantes e fibra solúvel;
- Determinar o perfil nutricional do alimento em pó produzido;
- Caracterizar o produto em termos físico-químicos, com relação ao teor de lipídeos, proteínas, umidade e cinzas;
- Avaliar a qualidade microbiológica do suplemento proteico desenvolvido;
- Analisar a aceitabilidade, com base nos requisitos sensoriais da formulação, junto a potenciais consumidores.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 REDUÇÃO DO PERCENTUAL DE GORDURA

Nas últimas três a quatro décadas, a supernutrição e a obesidade foram transformadas de questões de saúde pública relativamente menores, que afetaram principalmente as sociedades mais abastadas, para uma grande ameaça à saúde pública, que está sendo cada vez mais vista em todo o mundo (SEIDELL; HALBERSTADT, 2015). Atualmente, a obesidade pode ser considerada um dos principais problemas de saúde pública no mundo. Esta doença afeta o indivíduos em vários aspectos de sua vida, seja na ordem social, psicológica e metabólica, e está atrelada ao desenvolvimento de comorbidades que podem, inclusive, levar à morte (FONSECA-JUNIOR et al., 2013).

O sobrepeso e obesidade representam um grande desafio para a prevenção de doenças crônicas e para a manutenção da saúde do indivíduo ao longo da vida. Impulsionada pelo crescimento econômico, industrialização, transporte mecanizado, urbanização, um estilo de vida cada vez mais sedentário e uma transição nutricional para alimentos processados e dietas de alto teor calórico, muitos países testemunharam a prevalência da obesidade em seus cidadãos dobrar e até quadruplicar nos últimos 30 anos (HRUBY; HU, 2015). O consumo calórico vem aumentando ao longo das décadas e grande parte dessas calorias provêm de alimentos ultra-processados, que são altamente palatáveis, relativamente baratos e amplamente anunciados, tornando o consumo excessivo de calorias muito fácil. Esses dados ressaltam a importância dos governos implementarem políticas para tornar mais fácil o acesso à alimentos mais saudáveis e, por sua vez, reduzir a obesidade (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2015).

A obesidade é frequentemente descrita como um distúrbio do equilíbrio energético decorrente do consumo excessivo de calorias em relação à energia despendida para manter a vida e realizar o trabalho físico. Embora esse conceito de balanço energético seja uma estrutura útil para investigar a obesidade, ele não fornece uma explicação por que algumas pessoas têm obesidade ou o que fazer a respeito (HALL; GUO, 2017). Alguns cientistas afirmam que todas as calorias são iguais, contraditórias ao conceito de que alguns alimentos são mais responsáveis pela obesidade do que outros e que recomendações e conselhos sobre hábitos alimentares também contribuem para a prevenção do ganho de peso e obesidade. Entretanto, evidências de estudos observacionais mostram que alguns alimentos, como refrigerantes ricos em açúcar, carboidratos refinados de alto índice glicêmico e *fast foods* ricos em gordura e em energia, estão associados com aumento do risco de ganho de peso e obesidade (ASTRUP, 2014).

A saciedade é um fator importante na regulação da ingestão de alimentos e também no controle da obesidade, acredita-se que as refeições e os alimentos ricos em proteínas tenham um efeito saciante maior do que as refeições com alto teor de carboidratos ou de gordura. O efeito de dietas ricas em proteínas na modulação da saciedade envolve múltiplas vias metabólicas, pois, a ingestão de proteínas induz sinais complexos, através de hormônios peptídicos, aminoácidos e metabólitos sendo liberados do trato gastrointestinal na corrente sanguínea. A proteína e aminoácidos específicos estão envolvidos no controle da motilidade gástrica e intestinal e na secreção pancreática, portanto, são mais potentes na indução da saciedade do que os carboidratos ou gorduras (SOUSA et al., 2012; CUENCA-SÁNCHEZ; NAVAS-CARRILLO; ORENES-PIÑERO, 2015).

Os mecanismos pelos quais uma maior ingestão de proteínas pode promover a perda de gordura corporal estão bem estabelecidos em estudos de curto prazo, pois, a literatura relata de forma consistente que o efeito térmico da proteína é maior que o do carboidrato ou da gordura. Além disso, há comprovação de que a proteína animal tenha um efeito maior do que o da proteína vegetal devido a diferenças na composição de aminoácidos. Além disso, a proteína geralmente exerce maior efeito de saciedade que os demais macronutrientes, não importa se a proteína está em bebidas ou em alimentos sólidos. Existem evidências acumuladas de que o efeito de saciedade da proteína é parcialmente mediado por um efeito sinérgico dos hormônios da saciedade GLP-1 e PYY liberados do intestino delgado (ASTRUP; RABEN; GEIKER, 2015).

A prevalência da obesidade induzida por idade e estilo de vida entre adultos está aumentando rapidamente. Assim sendo, muitos adultos se envolvem em um programa de perda de peso intencional, principalmente por meio de reduções da gordura corporal, para alcançar objetivos estéticos, de desempenho e/ou de saúde, incluindo reduzir o risco de desenvolver doenças crônicas. A perda de peso pode ser alcançada por meio de uma redução na ingestão de calorias em conjunto com o início do exercício físico. Particularmente, o ER é uma modalidade de treinamento que provoca benefícios musculares e cardiometabólicos significativos entre atletas recreativos e de elite. O ER estimula o crescimento e desenvolvimento muscular, fato este que pode ser preponderante para redução da gordura corporal ou da manutenção do peso perdido, visto que o tecido muscular é um tecido ativo, portanto, aumenta a taxa metabólica basal (TMB) do indivíduo, o que facilita a perda de peso, ou manutenção do peso perdido (DUDGEON; KELLEY; SCHEETT, 2016).

O exercício resistido em combinação com a suplementação proteica é uma prática comum, tanto em atletas de rendimento quanto em praticantes recreativos, com o objetivo de aumentar os ganhos de massa e força muscular induzidos pelo ER. Reconhecido como um potente estímulo antisarcopênico, o uso da suplementação proteica e a prática do ER também têm sido defendidos para o público idoso, o qual, geralmente, apresenta maior percentual de gordura corporal (MORTON et al., 2018). Muitos atletas e praticantes de exercícios consomem suplementos proteicos ou aminoácidos para manter a disponibilidade de aminoácidos essenciais e estimular a preservação do tecido magro. Sugere-se que a combinação de proteína de alta qualidade e ER tenha um efeito sinérgico na preservação da massa muscular durante a perda de peso intencional e em indivíduos idosos (VERREIJEN et al., 2015).

A preservação da massa magra é importante para ambas as populações, tanto atlética, que busca melhorar o desempenho físico, quanto para pessoas idosas ou sedentárias, em risco de obesidade ou sarcopenia relacionada à obesidade ou outras doenças relacionadas à idade (DUDGEON; KELLEY; SCHEETT, 2016). A função que os atletas mais se preocupam é o desempenho ideal em seu esporte. Muitas vezes, melhorias no desempenho normalmente envolvem o ganho de massa muscular e, potencialmente, também a perda de gordura, afinal, uma boa proporção de massa magra-gordura é desejável em vários esportes (PHILLIPS; LOON, 2011). Por outro lado, estratégias de exercícios e nutrição são atualmente vistas como meios efetivos e práticos para ajudar a reduzir o risco de doenças crônicas associadas à obesidade, pois, o treinamento físico é um potente estimulador SPM e promove a hipertrofia muscular auxiliando a diminuição da massa gorda, especialmente quando combinado com maior ingestão de proteína dietética ou aminoácidos essenciais (CHURCH, 2011).

Segundo Westcott, (2012) adultos inativos experimentam uma perda de massa muscular de 3% a 8% por década, acompanhado de redução da TMB e acúmulo de gordura. Os benefícios do ER incluem melhor desempenho físico, controle de movimento, velocidade de caminhada, independência funcional, habilidades cognitivas e melhora da auto-estima. O ER pode ajudar na prevenção e no controle do diabetes tipo 2, diminuindo a gordura visceral, reduzindo a HbA1c, aumentando a densidade do transportador de glicose tipo 4 (GLUT 4) e melhorando a sensibilidade à insulina. O ER pode melhorar a saúde cardiovascular, reduzindo a pressão sanguínea em repouso, diminuindo o colesterol de lipoproteínas de baixa densidade e os triglicerídeos e aumentando o colesterol em lipoproteínas de alta densidade.

3.2.HIPERTROFIA MUSCULAR

O músculo esquelético possibilita a locomoção e serve como o maior local de demanda de glicose pós-prandial, desta forma, é o maior contribuinte para o gasto energético de repouso, assim, é um órgão crítico para a saúde física e metabólica. A manutenção da massa muscular esquelética ao longo da vida é fundamental para a preservação da saúde metabólica e da locomoção independente. Além da importância centrada na saúde de manter o músculo esquelético, há também um grande interesse, particularmente na comunidade atlética, em melhorar a resposta adaptativa do músculo esquelético ao exercício com o objetivo de maximizar o desempenho físico em eventos competitivos. Dessa forma, as estratégias para aumentar a hipertrofia do músculo esquelético, e promover a remodelação e recondicionamento ótimo do músculo esquelético após o treinamento físico, engloba uma área intensa de investigação científica com ramificações nos contextos clínico e atlético (STOKES et al., 2018).

O tecido muscular esquelético é um tecido altamente plástico, capaz de se adaptar a mudanças sutis na ingestão nutricional e na atividade contrátil. Por exemplo, o ER resulta em uma leve estimulação nas taxas de quebra de proteína muscular (QPM), mas em uma maior estimulação das taxas de SPM. Quando o ER é realizado antes da ingestão de proteínas, há uma combinação sinérgica dos dois estímulos, de forma que as taxas de SPM são estimuladas além das da QPM. Assim, sessões repetidas de ER, quando associados à uma maior ingestão de proteínas, resultam no aumento da musculatura. É importante ressaltar que, alterando a natureza do estímulo do exercício, é possível reprogramar os tipos de proteínas do músculo esqueléticas que serão sintetizadas durante o período de recuperação (MCGLORY; DEVRIES; PHILLIPS, 2017).

O aumento da área de secção transversa do músculo esquelético (hipertrofia muscular) é uma adaptação marcante do ER. A hipertrofia muscular induzida por ER é o resultado de um acúmulo intermitentes na SPM, em resposta a cada seção de ER (DAMAS et al., 2016). De acordo com Phillips, (2014), com a prática regular, o ER pode levar a ganhos de massa muscular por meio de hipertrofia. O processo de hipertrofia das fibras musculares esqueléticas surge como resultado da confluência do balanço proteico muscular positivo e da adição de células satélites às fibras musculares. O equilíbrio positivo de proteína muscular é alcançado quando a taxa de SPM nova excede a da QPM.

Embora o ER e a hiperaminoacidemia pós-prandial estimulem a SPM, é por meio dos efeitos sinérgicos desses dois estímulos que ocorre um ganho líquido nas proteínas musculares

e ocorre hipertrofia das fibras musculares. As evidências atuais apontam o período pós-exercício como um tempo em que a hiperaminoacidemia aumentada promove um ganho acentuado na taxa de SPM. As proteínas dietéticas dotadas dos aminoácidos essenciais de cadeia ramificada e altos teores de leucina, que são rapidamente digeridos, são mais eficazes a esse respeito. Evidências apontam para uma maior ingestão de proteínas em combinação com ER como sendo eficaz na preservação e, ocasionalmente, aumento na massa muscular, mesmo com restrição calórica, visando à promoção da perda de massa gorda (PHILLIPS, 2014).

A proteína de soro de leite tem demonstrado estimular mais a SPM do que a caseína e a proteína de soja, tanto em repouso, quanto após exercício. As proteínas diferem em sua qualidade com base no conteúdo de aminoácidos (AA), digestibilidade e biodisponibilidade. Após a ingestão, a proteína do soro é rapidamente digerida e, como é solúvel em ácido, sai do estômago rapidamente, resultando em um aumento pronunciado de AA no sangue, que é considerado crítico para a estimulação da SPM. Em comparação com outras proteínas suplementares, as proteínas do soro e da soja são consideradas proteínas “rápidas”, enquanto que a caseína é considerada uma proteína de absorção “lenta” e digerida, devido ao pH ácido do estômago, no intestino delgado (MCGLORY; DEVRIES; PHILLIPS, 2017).

A Sociedade Internacional de Nutrição Esportiva fornece uma revisão objetiva e crítica relacionada à ingestão de proteínas para indivíduos fisicamente ativos e saudáveis. Com base na literatura atualmente disponível, as pontuações da instituição são as seguintes: um estímulo de exercício agudo, particularmente o ER, e a ingestão de proteínas estimulam a SPM e são sinérgicos quando o consumo de proteína ocorre antes ou depois do ER. Para aumentar a massa muscular e mantê-la por meio de um balanço proteico muscular positivo, uma ingestão diária total na faixa de 1,4-2,0 g de proteína/kg de peso corporal/g (kg/d) é suficiente para a maioria dos indivíduos, um valor que se enquadra na faixa de distribuição de macronutrientes aceitáveis publicada pelo *Institute of Medicine* para proteínas. Ingestões mais elevadas de proteína (2,3-3,1 g/kg/d) podem ser necessárias para maximizar a retenção de massa corporal magra em indivíduos treinados em ER durante períodos hipocalóricos. Existem novas evidências que sugerem que ingestões maiores de proteína (> 3,0 g/kg/d) podem ter efeitos positivos na composição corporal em indivíduos treinados em resistência, isto é, promover perda de massa gorda (JÄGER et al., 2017).

Embora, seja possível para indivíduos fisicamente ativos obter suas necessidades diárias de proteína por meio do consumo de alimentos na sua integralidade, a suplementação é uma maneira prática de garantir a ingestão adequada de quantidade e qualidade proteica,

minimizando a ingestão calórica, particularmente para atletas que tipicamente atingem altos volumes de proteína.

3.3 SUPLEMENTOS PROTEICOS E OUTROS INGREDIENTES FUNCIONAIS PARA A HIPERTROFIA MUSCULAR

O uso de suplementos aumentou muito nos últimos 20 anos, ao mesmo tempo, a aplicação de métodos científicos para explorar questões envolvendo suplementos dietéticos avançou rapidamente (DWYER; COATES; SMITH, 2018). Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) os suplementos proteicos são produtos em cuja composição há predominância de proteína(s), hidrolisada(s) ou não, formulados com o intuito de aumentar a ingestão desse(s) nutrientes(s) ou complementar a dieta de atletas, cujas necessidades proteicas não estejam sendo satisfatoriamente supridas pelas fontes alimentares habituais (BRASIL, 2003).

Ainda segundo a ANVISA, a composição proteica deve ser constituída de, no mínimo, 65% de proteínas de qualidade nutricional equivalente às proteínas de alto valor biológico, sendo essas formuladas a partir da proteína intacta e/ou hidrolisada. A adição de aminoácidos específicos é permitida para repor as concentrações dos mesmos níveis do alimento original, perdidos em função do processamento, ou para corrigir limitações específicas de produtos formulados à base de proteínas incompletas, em quantidade suficiente para atingir alto valor biológico, no mínimo comparável ao das proteínas incompletas, em quantidade suficiente para atingir alto valor biológico, no mínimo comparável ao das proteínas do leite, carne ou ovo. Opcionalmente, esses produtos podem conter vitaminas, minerais ou outros ingredientes funcionais. Podem conter ainda carboidratos e gorduras, desde que a soma dos percentuais do valor calórico total de ambos não supere o percentual de proteínas.

3.3.1 Proteína do soro do leite

No leite, 80% das proteínas correspondem à caseína e 20% ao soro do leite, denominado, em inglês, como *whey protein*. Atualmente, o *whey protein* é, sem dúvida, a proteína mais popular entre praticantes de atividades físicas. Essa proteína possui alta qualidade biológica, isto é, seus aminoácidos são bem absorvidos pelo organismo humano. De todas as proteínas utilizadas na atualidade pelos esportistas, o *whey protein* é a mais rica em cisteína (2,45 g por 100 g de proteína), que é um dos precursores da glutatona. Esse teor de cisteína explica o porquê dessa proteína possuir capacidades antioxidantes. O *whey protein* também tem concentração elevada de BCAAs, particularmente de leucina, contendo, em média, 12 g por

100 g de proteína. Cerca de 25% dos aminoácidos do *whey protein* são BCAAs. Por outro lado, essa proteína é relativamente pobre em arginina e glutamina (DELAVIER; GUNDILL, 2009).

Esse tipo de proteína possui uma rápida assimilação pelas células hepáticas e musculares, ou seja, seus aminoácidos permanecem por períodos reduzidos no plasma sanguíneo. Assim, é aconselhável que o uso de *whey protein* ocorra imediatamente antes e após o treinamento, ou pela manhã, por serem horários em que o organismo necessita rapidamente de proteínas. Vale ressaltar que o uso da *whey protein* logo após o treinamento deve, preferencialmente, ser acompanhado de carboidratos, evitando, com isso, a utilização da proteína como fonte de energia (GUIMARÊS NETO; PERES, 2008).

Em experimentos com animais, a proteína do soro estimula os mecanismos de queima de gordura no fígado e nos músculos, bem como libera mais gordura para servir como combustível durante o exercício. A proteína do soro, por possuir elevado teor de leucina, auxilia na redução dos depósitos de lipídeos nos adipócitos, preservando o tecido muscular magro (KLEINER; GREENWOOD-ROBINSON, 2016).

Existem diferentes vias pelas quais as proteínas do soro favorecem a hipertrofia muscular e o ganho de força, otimizando, dessa forma, o treinamento e o desempenho físico. A quantidade e o tipo de proteína ou de aminoácido, fornecidos após o exercício, influenciam SPM. Estudos têm demonstrado que a ingestão de uma solução contendo proteínas do soro e carboidratos aumentaram significativamente as concentrações plasmáticas de sete aminoácidos essenciais, incluindo os BCAAs, em comparação à caseína (HARAGUCHI; DE ABREU; DE PAULA, 2006).

3.3.2 Aminoácidos de cadeia ramificada

Os aminoácidos de cadeia ramificada (BCAAs; valina, leucina e isoleucina) são aminoácidos essenciais com propriedades anabólicas de proteínas, que têm sido estudados em vários distúrbios de perda de massa bem como na recuperação do quadro de fadiga durante o exercício prolongado, há mais de 50 anos (HOLEČEK, 2018; BACURAU, 2009).

A ANVISA diz que nesse suplemento, os aminoácidos de cadeia ramificada, isolados ou combinados, devem constituir no mínimo 70% dos nutrientes energéticos da formulação, fornecendo, na ingestão diária recomendada, até 100% das necessidades diárias de cada aminoácido (BRASIL, 2003).

3.3.3 Glutamina

A glutamina é o aminoácido livre mais abundante no corpo humano e é necessária para modular as respostas ao estresse inflamatório e oxidativo em pacientes. A disponibilidade sistêmica de glutamina é determinada pelo balanço da produção de glutamina endógena (principalmente no tecido muscular) e seu uso pelos órgãos consumidores de glutamina (intestino, rim, fígado e sistema imunológico). Diversos estudos sobre o papel da glutamina na SPM, volume celular e síntese de glicogênio sugerem que ela é capaz de promover o crescimento muscular e minimizar a imunossupressão induzida pelo exercício, razão por que tem sido utilizada em alimentos para atleta (MARTINS, 2016; BACURAU, 2009).

3.3.4 Resveratrol

O resveratrol é um composto encontrado principalmente em uvas e vinho tinto, também em algumas plantas e frutas, como amendoim, *cranberries*, pistaches, *blueberries* e mirtilos. É uma fitoalexina encontrada em muitas plantas, incluindo uvas e amendoim. O resveratrol foi isolado pela primeira vez em *Veratrum grandiflorum*, ou heléboro branco, na década de 1940. O resveratrol é um composto que recentemente atraiu muita atenção de pesquisa devido ao seu potencial farmacológico excitante. Atualmente este composto está disponível como preparação isolada, em forma de suplemento dietético (BERMAN et al., 2017).

O resveratrol é conhecido há muito tempo na terapêutica medicinal oriental, sendo utilizado pelos chineses e japoneses para o tratamento da aterosclerose, de doenças inflamatórias e de processos alérgicos. Sua característica fenólica permite explicar suas atividades de antiagregante plaquetário, antioxidante e redutor de triglicérides (DAVID et al., 2007). O resveratrol é bem conhecido por seus benefícios para a saúde ele possui uma ampla gama de benefícios, incluindo atividades cardiovasculares protetoras, antiplaquetárias, antioxidantes, anti-inflamatórias, hipoglicemiantes e anticancerígenas. (AGUIRRE et al., 2014). Curiosamente, o resveratrol também demonstrou aumentar a biogênese mitocondrial do músculo esquelético e a oxidação dos ácidos graxos, bem como o desempenho no exercício em camundongos, de maneira similar àquela observada apenas com exercícios. Recentemente, esse amplo espectro de efeitos foi ampliado por novos dados que demonstram um grande potencial desse composto em relação à obesidade e diabetes. Alguns estudos, relatam que o resveratrol reduz o peso corporal e a adiposidade em animais obesos, visto que a ação deste composto envolve mudanças favoráveis nas expressões gênicas e nas atividades enzimáticas. Evidências encontradas também indicam os benefícios do resveratrol no diabetes e complicações

diabéticas. Sabe-se também que o resveratrol afeta a secreção de insulina e a concentração de insulina no sangue RUPASINGHE et al., 2016; SZKUDELKA; SZKUDELSKI, 2010)

3.3.5 Inulina

As indicações dos benefícios para a saúde do consumo de fibras alimentares de frutas, verduras e grãos integrais vem de estudos epidemiológicos baseados na população mundial. Esses estudos comparam subpopulações (por exemplo, aquelas com alto e baixo consumo de fibra dietética) e procuram associações estatísticas com a incidência de doenças. As diretrizes de ingestão adequadas para fibra alimentar são baseadas em uma associação significativa entre uma dieta rica em fibras e um risco reduzido de doença cardiovascular (INSTITUTE OF MEDICINE (IOM), 2001).

O efeito protetor da fibra dietética no risco de doença cardiovascular e doença coronariana é biologicamente explicado, e existem muitos mecanismos potenciais pelos quais a fibra pode atuar em fatores de risco individuais. Os tipos de fibras viscosas e solúveis podem afetar a absorção do intestino delgado devido à formação de géis que diminuem a elevação da glicemia e do lipídio pós-prandiais. A formação de géis também retarda o esvaziamento gástrico, mantendo os níveis de saciedade e contribuindo para um menor ganho de peso (THREAPLETON et al., 2013). A inulina é um polissacarídeo solúvel em água e pertence a um grupo de carboidratos não digeríveis chamados frutanos, ela está amplamente disponível em cerca de 36.000 espécies de plantas, dentre as quais as raízes de chicória são consideradas a fonte mais rica de inulina. Comumente, a inulina é utilizada como prebiótico, substituto parcial de gordura, modificador de textura e para o desenvolvimento de alimentos funcionais, a fim de melhorar a saúde, devido ao seu papel benéfico na saúde gástrica (SHOAIB et al., 2016).

Os alimentos funcionais são conceitos novos e promissores, pois além de fornecerem a nutrição básica, promovem a saúde por meio de mecanismos não previstos pelo consumo de alimentos industrializados convencionais. Na indústria de alimentos, a inulina tem sido empregada para enriquecer os produtos com fibras, diferentemente de outras fibras, não têm sabor adicional, e pode enriquecer os alimentos sem contribuir muito com a viscosidade. Além disso, por possuir atividade prébiotica, pode desempenhar funções fisiológicas, como: prevenção de eventos de diarreia, alteração no trânsito intestinal, com efeito de redução de metabólitos tóxicos, redução do colesterol plasmático e da hipotrigliceridemia e aumento da biodisponibilidade de minerais (AHMED; RASHID, 2017; SHOAIB et al., 2016).

3.3.6 ID-Alg[®]

Este produto comercial é o extrato obtido da alga feofíceia *A. nodosum*. Estão presentes na composição química de *A. nodosum* elementos que demonstram possíveis aplicações no combate a obesidade. Entre esses compostos, podem ser destacados os polissacarídeos alginato de cálcio e fucoídano e o carotenoide fucoxantina.

3.3.6.1 *Ascophyllum nodosum*

As algas marinhas contêm grandes quantidades de polissacarídeos não-amiláceos que não são digeridos completamente pelo sistema digestório humano e, portanto, têm potencial como novas fontes de fibra dietética e pré-bióticos. Tal como acontece com a fibra vegetal de outras fontes, o consumo de fibras de algas marinhas são interessantes pois, vem sendo associado a uma redução significativa de doenças crônicas, como diabetes, obesidade e pressão arterial (KIM; RIOUX; TURGEON, 2014; LAHAYE, 1991; LANDIN et al., 1992).

Ascophyllum nodosum é uma alga marinha rica em minerais e nutrientes, comercialmente valiosa como um suplemento alimentar para animais e como um ingrediente de adubo para correção do solo. Já é estabelecido que *A. nodosum* é uma rica fonte de polifenóis e possui atividade antioxidante (ZHANG et al., 2007; ZHANG; BANKS, 2006). Os polifenóis são compostos fitoquímicos dotados de diversos benefícios para a saúde. Numerosos estudos pré-clínicos revelam que os polifenóis exibem fortes ações de proteção em muitas condições patológicas, particularmente aquelas provocados pelo estresse oxidativo, tais como a doença cardiovascular e distúrbios metabólicos. Além disso, os polifenóis podem suprimir o crescimento do tecido adiposo por meio da sua atividade antiangiogênica e da modulação do metabolismo dos adipócitos (GONZÁLEZ-CASTEJÓN; RODRIGUEZ-CASADO, 2011).

Zhang et al. (2007) verificaram que um extrato etanólico de *A. nodosum* foi ativo inibindo tanto a α -glicosidase intestinal de ratos, quanto estimulando a absorção de glicose em adipócitos 3T3-L1. Zhang e seus colegas demonstraram também que a inibição da α -glicosidase foi associada com componentes polifenólicos do extrato de *A. nodosum*. Hall et al. 2012 com o objetivo investigar a aceitabilidade de um pão enriquecido com *A. nodosum*, e medir seu efeito sobre a ingestão energética e a absorção de nutrientes em homens saudáveis e com sobrepeso. Ele demonstrou que a ingestão do pão enriquecido com a alga no café da manhã reduziu significativamente (16,4%) o consumo de energia, mas não a absorção de nutrientes em uma refeição-teste consumida 4 h depois.

3.3.6.2 Alginato de sódio

Extraído das algas feofíceas, o alginato de sódio, é uma fibra viscosa e possui características gelificantes e espessantes. Ele tem recebido muita atenção ultimamente pelo seu potencial papel na regulação energética, por meio da diminuição do consumo de energia e do aumento do sentimento de saciedade (GEORG JENSEN et al., 2012). Os mecanismos subjacentes a este efeito podem incluir diminuição do esvaziamento gástrico e absorção diminuída do intestino delgado (PAXMAN et al., 2008). Em apoio a isso Hall et al. (2012) diz que o consumo de algas marinhas isoladas, como o alginato de sódio, demonstrou reduzir com sucesso o consumo de energia e modular as respostas glicêmicas e colesterolêmicas.

Paxman et al. (2008) pesquisaram os efeitos do alginato de sódio sobre o controle do apetite em adultos saudáveis de peso normal e obesos, usando uma intervenção cruzada, randomizada e controlada. A ingestão pré-prandial diária de alginato de sódio levou a uma redução significativa de 7% (134,8 kcal) na ingestão energética diária média. Além disso, foram encontradas reduções significativas na ingestão diária média de carboidratos, gorduras, gorduras saturadas e proteínas.

3.3.6.3 Fucoxantina

Estudos recentes em animais demonstraram que a fucoxantina de algas marinhas, pode reduzir tanto o peso corporal quanto a porcentagem de tecido adiposo branco, sugerindo que outros componentes de algas marinhas, além do alginato, podem ter potencial para o controle de peso (LANGE et al., 2015). Corroborando com essa afirmação, Miyashita et al. (2011) demonstrou os efeitos antiobesidade e antidiabéticos da fucoxantina, um carotenoide característico encontrado em algas feofíceas. Estudos nutrigenômicos revelam que a fucoxantina induz a proteína de desacoplamento 1 (UCP-1) nas mitocôndrias da gordura branca abdominal, levando à oxidação dos ácidos graxos e à produção de calor no tecido adiposo branco. Ainda, segundo Miyashita e colaboradores, a fucoxantina melhora a resistência à insulina e diminui os níveis de glicose no sangue por meio da regulação das secreções de citocinas no tecido adiposo branco. Eles sugerem que a estrutura chave dos carotenoides para a expressão do efeito antiobesidade seja a extremidade carotenoide do cromóforo polieno, que contém uma dupla ligação conjugada (ligação alênica) e dois grupos hidroxila.

Para entender os mecanismos anti-obesidade da fucoxantina e seu metabolito fucoxantino-1, Matsumoto et al. (2010) investigaram os efeitos desses carotenoides sobre a absorção de triglicerídeos em ratos. Foi administrada uma infusão duodenal de emulsão de óleo

de teste com ou sem 2 mg de fucoxantina ou fucoxantíno-1 no canal linfático e na veia porta ou jugular. As atividades inibitórias da fucoxantina e fucoxantíno-1 sobre a atividade da lipase pancreática foram avaliadas *in vitro*. Os aumentos dos níveis de triglicerídeos linfáticos e sanguíneos foram muito mais baixos nos dois grupos tratados com os carotenoides em relação ao grupo isento de carotenoides, indicando que estes carotenoides marinhos inibem tanto a atividade da lipase no lúmen gastrointestinal como a absorção dos triglicerídeos.

Beppu et al, (2013) estudaram o efeito da fucoxantina, na esterol-CoA dessaturase-1 hepática em ratos com hiperleptinemia KK-A (y) e deficiência de leptina ob/ob. A esterol-CoA dessaturase-1 é uma enzima limitante de velocidade, que catalisa a biossíntese de ácidosgraxos monoinsaturados a partir de ácidosgraxos saturados. Recentemente, a regulação negativa de esterol-CoA dessaturase-1 tem sido implicada na prevenção da obesidade e na melhora da sensibilidade à insulina e à leptina. Neste estudo os níveis de leptina no sangue foram significativamente diminuída em ratos KK hiperleptinemia-A (y) após 2 semanas de administração fucoxantina. Uma vez que uma grande proporção de obesidade em humanos é caracterizada por resistência à leptina e não por deficiência de leptina, a fucoxantina pode ser útil na terapia de indivíduos obesos, mantendo mecanismos homeostáticos adequados.

3.3.6.4 Fucoídano

Os fucoídanos são uma classe de polissacarídeos sulfatados ricos em fucose, encontrados em algas marinhas feofíceas e equinodermos. Pesquisas sobre o fucoídano vem ganhando força ao longo dos últimos anos e apontam para potenciais papéis terapêuticos. Os fucoídanos possuem um conjunto atraente de bioatividades e potenciais aplicações, incluindo a modulação imunológica, a inibição do câncer e de agentes patogênicos (FITTON; STRINGER; KARPINIEC, 2015a).

Em um estudo de Park e Jung; Roh, (2011) foi analisado o efeito inibitório do fucoídano sobre o acúmulo de lipídeos em adipócitos diferenciados. O fucoídano apresentou uma elevada atividade de inibição lipídica. A atividade lipolítica em adipócitos é altamente dependente da lipase hormônio-sensível, que é um dos alvos mais importantes da regulação lipolítica. O fucoídano aumentou a expressão de lipase hormônio-sensível, indicando a estimulação da lipólise. Estes achados sugerem que o fucoídano reduz o acúmulo de lipídios por estimulação da lipólise e pode ser útil no tratamento da obesidade.

No estudo de Kim e Lee, (2012) foi descoberto que a expressão do gene de mRNA de marcadores adipogênicos foi regulada para baixo pelo fucoídano e a expressão de genes

relacionados com a inflamação nos adipócitos durante a adipogênese foi reduzida. Além disso, o fucoidano também diminuiu o acúmulo de lipídeos e espécies reativas de oxigênio em adipócitos.

3.3.7 Vitaminas e minerais

As boas recomendações incentivam a escolha de uma dieta balanceada e o aumento da atividade física para promover a saúde e bem-estar. Considerando que os efeitos adversos de uma dieta hipocalórica no desempenho físico são bem conhecidos, há também informações sobre o impacto do baixo consumo de vitaminas e minerais no rendimento esportivo. Pessoas fisicamente ativas geralmente consomem quantidades adequadas de vitaminas e minerais, compatíveis com as recomendações. Entretanto, quando as ingestões são menores do que as recomendações, algumas deficiências funcionais podem ocorrer (PAULSEN et al., 2014).

Os minerais são elementos inorgânicos essenciais necessários para uma série de processos metabólicos, os minerais além de servir como estrutura para o tecido, componentes importantes de enzimas e hormônios e reguladores do controle metabólico e neural. Em populações atléticas, alguns minerais são encontrados em concentrações mais baixas do que as indicadas, enquanto outros minerais se encontram mais baixos imediatamente após à sessão de treinamento (KERKSICK et al., 2018).

Tendo isso em vista, Paschalis e colaboradores investigaram e suplementaram indivíduos que estavam com baixo nível de vitamina C por 30 dias e relataram que esses indivíduos apresentavam VO_2 significativamente menor aos níveis máximos do que um grupo de homens que estavam com níveis adequados da mesma vitamina. Além disso, após 30 dias de suplementação, o VO_2 Max melhorou significativamente, assim como os níveis basais de do estresse oxidativo (PASCHALIS et al., 2016). É importante ressaltar que algumas vitaminas (Vitamina E, C) podem ajudar os atletas a tolerar o treinamento em maior grau, reduzindo o dano oxidativo e ajudando a manter um sistema imunológico saudável durante o treinamento pesado. Além disso, os níveis ótimos de vitamina D sejam associados à melhoria da saúde muscular e força em populações gerais (TOMLINSON; JOSEPH; ANGIOI, 2015). Alternativamente, evidências conflitantes acumularam que a ingestão de altas doses de Vitaminas C e E pode impactar negativamente as adaptações intracelulares observadas em resposta ao treinamento físico (PAULSEN et al., 2014), que conseqüentemente pode impactar negativamente o desempenho de um atleta.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Este protocolo experimental foi previamente aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Ponta Grossa (CEP/UEPG), com Número do Parecer 1.065.446.

O desenvolvimento e a avaliação do suplemento proteico multifuncional contendo extrato de *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis foram realizados na Universidade Estadual de Ponta Grossa e na Academia Skull Fighter, durante o segundo semestre de 2018.

Para tanto, foram utilizados: Laboratório de Farmacotécnica Alopática da UEPG para a elaboração do produto; Laboratório de Análises Bromatológicas da UEPG para a execução das avaliações físico-químicas; Laboratório de Microbiologia Clínica da UEPG para o desenvolvimento dos ensaios microbiológicos. A avaliação sensorial foi conduzida na Skull Fighter Academia, localizada na Rua Leopoldo Fróes, frente ao 95, Uvaranas, município de Ponta Grossa, Paraná.

4.1 DESENVOLVIMENTO DA FORMULAÇÃO

O suplemento proteico multifuncional contendo extrato de *A. nodosum* foi formulado a partir das concentrações indicadas na Tabela 1.

Esses ingredientes foram selecionados a partir das necessidades nutricionais dos esportistas que efetuam exercícios resistivos em academia (musculação), quanto de pacientes idosos e sarcopênicos, e considerando a pretensão nutricional de ser um produto compensador.

As vitaminas e os minerais foram adquiridos da Fagron Brasil, da Galena Farmacêutica e da Infinity Pharma. Essas matérias-primas foram empregadas após uma criteriosa análise das informações contidas nos laudos técnicos, considerando a necessidade da aplicação do fator de correção, para compensar uma possível diluição da substância, e/ou do fator de equivalência, para a conversão da forma de sal ou éster, em termos da substância de referência. A glutamina, a inulina, o resveratrol, a sucralose e o ID-alG[®] (extrato de *A. nodosum*) foram obtidos dos mesmos fornecedores e usados sem qualquer tratamento prévio. O saborizante em pó de chocolate foi adquirido da marca Selecta[®] (Duas Rodas Industrial Ltda.) em loja especializada de Ponta Grossa. A *whey protein* foi gentilmente doada pelo fornecedor Optimum Nutrition Inc., via Chemidex Cybrary (<http://search.chemidex.com>), sendo descrita no laudo técnico como um derivado do soro de leite, livre de lactose, obtido por membranas de troca iônica, e

formado por peptídeos de baixa massa molar, que revelam um alto valor biológico e uma elevada capacidade de absorção.

Tabela 1 – Composição percentual do suplemento proteico multifuncional contendo extrato de *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis

Matéria-prima	Concentração(%)
Tiamina(vitaminaB ₁)	0,003
Riboflavina(vitaminaB ₂)	0,00325
Niacina(vitaminaB ₃)	0,004
Piridoxina(vitaminaB ₆)	0,00325
Ácido fólico(vitaminaB ₉)	0,0006
Ácido ascórbico(vitamina C)	0,1125
α -tocoferol(vitaminaE)	0,025
Ferro	0,035
Magnésio	0,65
Selênio	0,000085
Zinco	0,0175
Glutamina	5
Inulina	5
Resveratrol	0,0875
Sucralose	0,05
Saborizante de chocolate	3
extrato de <i>Ascophyllum nodosum</i> (ID-Alg [®])	1
proteína do soro de leite isolada (<i>whey protein isolate</i>) <i>q.s.p.</i>	100g

Fonte: O autor

4.2 ELABORAÇÃO DO PRODUTO

Para a elaboração do suplemento proteico, foram adotadas as normas de higiene contidas na resolução 216 do Ministério da Saúde, que dispõe sobre o Regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação (BRASIL, 2004). Para a manipulação das matérias-primas foram adotados os procedimentos descritos por Ferreira, (2011). De forma sintética, para cada formulação, obtida em triplicata, a massa de *whey protein* foi obtida em balança semi-analítica. As demais matérias-primas representadas na Tabela 1 foram individualmente pesadas em balança analítica e transferidas para um mesmo béquer. Com o auxílio de um saco plástico, foi realizada a mistura geométrica da proteína do soro de leite aos demais ingredientes, empregando o processo de agitação manual vigorosa, por 1 min. Após, foi realizada a colocação de cada fórmula em um frasco plástico.

Inicialmente, o alimento proteico em pó foi avaliado, em triplicada, por análises clássicas de composição centesimal (ZENEBO; PASCUET; TIGLEA, 2008). Para tanto, a determinação do teor de umidade foi conduzida por secagem em estufa a 105°C e a porcentagem de cinzas foi analisada após a carbonização em bico de Bunsen e a calcinação em mufla. O teor de proteínas foi mensurado pelo método de Kjeldahl e o teor de gordura foi efetuado pelo método de Soxhlet. A quantidade de carboidratos foi determinada a partir da diferença entre a massa da amostra e a massa total verificada para cinzas, proteínas e lipídeos. A porcentagem de fibra alimentar foi quantificada pelo método enzimático-gravimétrico da “*Official Methods of Analysis of*”, (2012).

O cálculo do valor calórico foi estabelecido a partir dos teores de carboidratos, de proteínas e de lipídeos, utilizando os coeficientes específicos que avaliam o calor de combustão e a digestibilidade. A conversão de Atwater, segundo TACO (2006, p. 11), está representada na Equação 1.

$$kcal = \{ [4 \times g \text{ proteína}] + [4 \times g \text{ de carboidratos (carboidratos totais - fibra alimentar)}] \\ + [9 \times g \text{ lipídeos}] + [7 \times g \text{ etanol}] \}$$

(Equação 1)

4.3 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

As análises foram desenvolvidas de acordo com a RDC 12 (BRASIL, 2001), que estabelece o Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos e determina os critérios para a conclusão e interpretação dos resultados das análises microbiológicas de alimentos destinados ao consumo humano. Levando em consideração o padrão microbiológico para suplementos alimentares em pó, foram realizadas as análises para coliformes a 45° C, estafilococos coagulase positiva, *Bacillus cereus* e *Salmonella* sp., de acordo com a literatura pertinente (SILVA, 2007, p.31-64).

A Tabela 2 sumariza o padrão específico para o grupo de suplementos vitamínico e minerais e similares, em forma de pó, cápsulas, drágeas e similares.

Tabela 2 – Padrão microbiológico para o suplemento proteico multifuncional contendo extrato de *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis

Microrganismos	Tolerância de amostra indicativa	Tolerância para amostra representativa			
		n	c	M	M
Coliformes à 45°C/g	10	5	2	5	10
Estafilococos coag. Posit./g	5x10 ²	5	2	10 ²	5x10 ²
<i>B. cereus</i> /g	5x10 ²	5	2	10 ²	5x10 ²
<i>Salmonella</i> sp. /25g	Ausência	5	0	Ausência	-

Fonte: O autor

4.4 ANÁLISE SENSORIAL

Na análise sensorial, foi empregado o teste afetivo de aceitação (MORAES, 1988). Foram recrutados, aleatoriamente, 74 provadores não-treinados sensorialmente, de ambos os sexos, com idade variando de 18 a 45 anos, sendo esses, praticantes habituais de exercícios físicos na Academia Skull Fighter. A amostra de suplemento proteico, previamente dispersada em água, na proporção de 40 g de pó para 200 mL de líquido, foi apresentada aos julgadores, perfazendo um volume aproximado de 20 mL, no interior de copos plásticos descartáveis. A amostra foi fornecida aos avaliadores na temperatura ambiente, acompanhada de um copo plástico com água, para enxaguar a boca, além de caneta e da ficha-resposta (QUADRO1), para o registro do julgamento em relação à aceitação do produto.

Os provadores foram instruídos a preencherem a ficha, avaliando a amostra, de acordo com a escala hedônica, variando de um (desgostei muitíssimo) a nove (gostei muitíssimo) (MORAES, 1988, p. 39). A aceitação global média para a amostra de alimento proteico foi obtida pelo cálculo da média aritmética, em função do número de julgadores. A expressão percentual desse valor foi considerada como o índice de aceitabilidade. Os resultados sensoriais foram expressos em termos de estatística descritiva (média, desvio padrão e coeficiente de variação).

QUADRO 1 – Ficha resposta utilizada na análise sensorial do suplemento proteico multifuncional contendo extrato de *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis

ANÁLISE SENSORIAL DE SUPLEMENTO ALIMENTAR	
Parte I – Recrutamento do consumidor	
Sexo: ()M ()F	
Idade: ()<18 ()18-25 ()25-35 ()35-45 ()acima de 45anos	
Caso você concorde em participar voluntariamente deste teste e não tenha alergia e/ou outros problemas de saúde relacionados à ingestão de produtos a base de proteína animal, por favor, assine esta ficha. Os pesquisadores se colocam inteiramente à disposição para os esclarecimentos necessários.	
ASSINATURA:	
Parte II – Teste sensorial	
1. Instruções para o teste sensorial:	
Você está recebendo quatro amostras codificadas. Deguste e coloque a nota para a sua avaliação global da amostra, de acordo com a escala abaixo.	
ESCALA	
1.	Desgostei MUITÍSSIMO
2.	Desgostei Muito
3.	Desgostei Moderadamente
4.	Desgostei Ligeiramente
5.	Nem Gostei, Nem Desgostei
6.	Gostei Ligeiramente
7.	Gostei Moderadamente
8.	Gostei Muito
9.	Gostei MUITÍSSIMO
2.	Observação:
A aceitação global corresponde ao quanto você gostou ou desgostou da amostra, de um modo geral.	
Obrigado por sua colaboração!	

Fonte: MORAES, M. A. C. **Métodos para a avaliação sensorial dos alimentos**. 7. ed. Campinas: Unicamp, 1988.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 DESENVOLVIMENTO DA FORMULAÇÃO

O produto resultou em alimento de aspecto sólido, na forma de pó, de densidade aparente baixa e de coloração creme a marrom. Considerando o acondicionamento das formulações em frascos plásticos hermeticamente fechados, não foi verificada a presença de higroscopia ou de deliquescência.

O suplemento proteico em pó foi formulado com uma quantidade elevada de proteínas de alto valor biológico, genericamente denominadas de proteína do soro do leite. O exercício físico exaustivo causa depressão imunológica, produção de radicais livres e catabolismo proteico, e os antioxidantes dietéticos ajudam o corpo a combater os radicais livres e, portanto, evitam ou reduzem o estresse oxidativo e o catabolismo proteico. Recentemente, proteínas do soro do leite foram descritas como antioxidantes, e que a composição de aminoácidos das mesmas favorecem a síntese de proteínas musculares; que as proteínas do soro de leite e seus hidrolisados atuam estimulando o sistema imune celular e humoral, por meio do estímulo linfocitário e da produção de anticorpos; pela presença de aminoácidos de cadeia ramificada, é de se esperar que sua ação seja altamente benéfica ao organismo humano, após períodos de exercícios intensos (CORROCHANO et al., 2018; SGARBIERI, 2004).

Exercícios físicos regulares, especialmente do tipo ER, e uma maior ingestão de proteínas, são recomendados para pessoas com obesidade que se submetem à terapia para perda de peso. O ER melhora a sensibilidade à insulina e estimula SPM, bem como, os aminoácidos e proteínas dietéticas, que a estimulam de maneira dose-dependente. A ingestão proteica, após uma sessão de ER, favorece o aumento de massa muscular, principalmente quando combinado com alguma fonte de carboidrato, reduzindo ainda mais a degradação proteica, pois, a insulina serve como potente inibidor da degradação das proteínas musculares, e suprime ao máximo a quebra destas. (CAVA; YEAT; MITTENDORFER, 2017).

Em um estudo conduzido por Kleiner; Greenwood-Robinson, (2016a) partir de uma investigação experimental, foi possível mostrar que a proteína do soro de leite consegue prevenir o estresse oxidativo. Nesse trabalho, 20 atletas (10 homens e 10 mulheres) receberam um suplemento de proteína do soro do leite (20 g por dia), por três meses e para o grupo controle, foi administrado o placebo. A força e a capacidade de trabalho dos atletas foram

avaliadas durante as sessões de ciclismo. Esses dois aspectos do desempenho físico foram aumentados de maneira significativa no grupo que tomou a proteína do soro, enquanto não houve alteração no grupo placebo. Os pesquisadores concluíram que a suplementação prolongada com a proteína do soro do leite resultou em aprimoramento do desempenho, além de, possivelmente, elevar as defesas antioxidantes.

As fibras podem melhorar o controle glicêmico, diminuir o colesterol, também facilitar a perda de peso. Porém, uma é uma dificuldade nutricional contemporânea, a ingestão deficiente de fibras. Nesse sentido, o uso de fibras solúveis, integrando um suplemento alimentar de natureza proteica, que possibilite a redução da absorção de colesterol e do índice glicêmico, com um melhor trânsito intestinal, pode acarretar em benefícios adicionais aos praticantes usuários do produto (GUIMARÊS NETO; PERES, 2008).

O exercício é considerado um grande aliado no aumento da longevidade e promoção de um envelhecimento saudável, no entanto, o dano celular produzido pelo exercício, como resultado de uma maior produção de espécies de radicais livres, é um fenômeno reconhecido. Com isso, o uso de substâncias antioxidantes, como o resveratrol, a vitamina E e a vitamina C permitem uma adequada neutralização desses compostos, mantendo o equilíbrio metabólico e prevenindo a ocorrência de doenças. Outras vitaminas e minerais, atuam ainda como importantes cofatores bioquímicos, necessários à prática esportiva (FLORIDA-JAMES et al., 2016).

Nos últimos anos, as diversas aplicações farmacológicas do resveratrol (antioxidante, anti-inflamatório, anticâncerígeno, antidiabético, antiassômico e antálgico) foram elucidadas em estudos *in vitro* e *in vivo*. Além disso, o resveratrol é conhecido por aumentar a utilização de energia, potencializando a função mitocondrial através da ativação da via de sinalização SIRT1 (WU et al., 2013). Investigando possíveis benefícios da suplementação do resveratrol associado à prática do ER, Wu e seus colegas descobriram que a suplementação do resveratrol aumentou significativamente o ganho de peso (em massa muscular), bem como, mostrou uma melhora sobre o perfil lipídico, hepático e renal dos participantes da pesquisa. O desempenho no exercício aumentou significativamente. Além disso, os parâmetros relacionados à fadiga induzida pelo exercício, incluindo lactato, amônia, glicose e CK, foram modulados positivamente pela suplementação de do resveratrol de maneira dose-dependente. Eles sugerem então, que a suplementação de resveratrol pode ser um potencial auxílio ergogênico contra o acúmulo anormal de metabólitos e aumentar a utilização de glicose. O que vai de encontro com a inclusão do resveratrol na formulação do suplemento em questão.

Extraído da alga feofíceia *A. nodosum*, o ID-ALG[®], apresenta na sua composição substâncias que demonstram possíveis benefícios no combate à obesidade e melhoria da composição corporal. Entre esses elementos, estão os polissacarídeos alginato de cálcio e fucoidano e o carotenoide fucoxantina. *A. nodosum* é uma alga marinha rica em minerais e nutrientes, também é estabelecido que essa alga parda seja uma rica fonte de polifenóis e possui atividade antioxidante (ZHANG et al., 2007; ZHANG e BANKS, 2006).

Com o objetivo de investigar o efeito do alginato do sódio, substância presente na alga feofíceia *A. nodosum*, sobre os sentimentos de saciedade pós-prandial, consumo de energia e taxa de esvaziamento gástrico Georg Jensen et al. (2012) estudaram vinte indivíduos distribuídos aleatoriamente e que receberam uma concentração de 3% de pré-carga de baixo volume (9,9 g de alginato de sódio em 330 mL) ou de alto volume (15,0 g de alginato de sódio em 500 mL) de bebida à base de alginato de sódio, ou de iso-volume de placebo. As pré-cargas foram consumidas 30 min antes de um café-da-manhã fixo e novamente antes de um almoço *ad libitum*. A ingestão de pré-carga de baixo volume de alginato induziu uma diminuição significativa (8,0%) na ingestão de energia em relação à bebida placebo na refeição seguinte, enquanto que não foram observadas diferenças nos sentimentos de saciedade. O alto volume de alginato induziu uma redução não significativa do consumo de energia em apenas 5,5%, embora tenha sido relatado um aumento significativo nos sentimentos de saciedade, diminuição da fome e sensação de consumo alimentar.

Em seu estudo, Maeda et al. (2008) demonstraram que os pesos do tecido adiposo branco abdominal de camundongos alimentados com fucoxantina, composto presente na alga parda *A. nodosum*, foi significativamente mais baixos do que aqueles do grupo de controle. A ingestão diária de fucoxantina pelos camundongos também causou uma redução significativa do seu peso corporal. Foram detectados sinais claros da UCP-1 e do seu mRNA no tecido adiposo branco abdominal nos animais alimentados com fucoxantina, embora exista pouca expressão de UCP-1 no tecido adiposo branco em camundongos alimentados com uma dieta de controle.

Os fucoidanos são uma classe de polissacarídeos ricos em fucose sulfatados encontrados em algas marinhas feofíceas, como *A. nodosum*. Eles possuem um arranjo atraente de bioatividades e potenciais aplicações, incluindo modulação imunológica, inibição do câncer e inibição de patógenos. A investigação sobre o fucoidano continuou a ganhar ritmo nos últimos anos e aponta para potenciais papéis terapêuticos ou adjuntos (FITTON; STRINGER; KARPINIEC, 2015b). Em um estudo conduzido por Kim, Jeon e Lee, (2014) que examinou os

efeitos antiobesidade do fucoidano em um modelo animal de obesidade induzida por dieta, mostrou que o grupo que suplementou com fucoidano, reduziu significativamente o ganho de peso corporal, massa gorda relativa do fígado e do epidídimo comparada com o grupo controle. Os camundongos suplementados com fucoidano mostraram níveis significativamente mais baixos de triglicérides, colesterol total e lipoproteínas de baixa densidade no plasma. Além disso, a esteatose hepática induzida pela dieta rica em gordura melhorou no grupo suplementado com fucoidano.

Nos últimos anos, estudos mostraram que um mecanismo que pode explicar parcialmente a sarcopenia, é uma diminuição da capacidade do músculo idoso em responder adequadamente à estímulos anabólicos, como ingestão de alimentos, aminoácidos ou leucina. A síntese de proteínas é menos estimulada e a degradação proteica é menos inibida pela ingestão de aminoácidos no músculo idoso do que no músculo adulto, portanto, mais aminoácidos são necessários para obter uma resposta normal no músculo de um indivíduo senil (MOSONI et al., 2014).

Várias publicações recentes indicam que a estimulação máxima da taxa de síntese de proteína muscular fracionada ocorre com a ingestão de 20 a 30 g de proteína. Um estudo de Areta et al. (2013), frequentemente citado, apoia a hipótese de que a síntese proteica máxima é otimizada com uma dose de proteína de ~20-25 g e fornece quantidades diferentes de proteína para indivíduos praticantes de ER, durante um período de recuperação de 12 h após a realização de um protocolo de exercícios de extensão de pernas com repetições múltiplas e moderadas. Um total de 80 g de proteína de soro do leite foi ingerido em uma das três condições a seguir: 8 porções de 10 g a cada 1,5 h; 4 porções de 20 g a cada 3 h; ou 2 porções de 40 g a cada 6 h. Os resultados mostraram que a SPM foi maior naqueles que consumiram 4 porções de 20 g de proteína, sugerindo nenhum benefício adicional e, na verdade, um aumento menor na SPM ao consumir a dose mais alta (40 g) sob as condições impostas no estudo.

Em outro estudo que corrobora com esses achados Moore et al. 2012 concluiu que a quantidade de proteína ingerida em uma refeição, e não apenas a quantidade total diária, pode afetar o metabolismo proteico de todo o corpo. Indivíduos com o objetivo de maximizar a SPM provavelmente se beneficiariam da ingestão de quantidades moderadas de proteína (~ 20g) em intervalos regulares (~ 3h) ao longo do dia.

Porém, contrapondo esses apontamentos Deutz e Wolfe (2013) num estudo onde eles analisam a resposta anabólica em uma única refeição, concluem que a nutrição proteica pode

ser melhorada aumentando a ingestão de proteína no café da manhã e almoço e mantendo uma alta quantidade de proteína no jantar, ou aumentando a quantidade de proteína ingerida com o jantar, se isso for mais conveniente. Alternativamente, a substituição de proteínas de baixa qualidade por proteínas de alta qualidade, contendo níveis mais elevados de uma mistura equilibrada de aminoácidos essenciais, estimulará adicionalmente o anabolismo proteico.

Dessa forma, o produto ora desenvolvido, entrega a quantidade de proteína recomendada nos estudos científicos, ao mesmo passo que tem características multifuncionais, tornando-o adequado para indivíduos que desejam a manutenção ou aumento da massa muscular, com redução da porcentagem de gordura. Um ambiente com a nutrição adequada é mais favorável a ocorrência concomitante desses processos.

5.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Os resultados das análises físico-químicas e a composição nutricional do suplemento proteico em pó, considerando a porção de 40 g do produto, estão indicados nas Tabelas 3 e 4, respectivamente.

Um valor de umidade de 6,4% foi observado para o suplemento alimentar pesquisado. Considerando que as proteínas do soro de leite e a inulina têm grupamentos hidrofílicos (TONELI et al., 2008), esse teor de água pode ser considerado compatível com o produto em análise e não compromete a sua qualidade.

O valor energético da porção de 40 g do suplemento proteico totalizou 142 kcal. Um valor de proteínas próximo a 70% foi verificado, com quantidades de carboidratos de 16,4% e de lipídeos de 1,2%. Dessa forma, o produto revelou todos os requisitos para caracterizá-lo como um alimento compensador para praticantes de atividades físicas, particularmente: carboidratos abaixo de 90%; proteínas com 65%, no mínimo, de alto valor biológico; gorduras ricas em ácidos graxos mono e poli-insaturados; e, opcionalmente, vitaminas e/ou minerais (BRASIL, 1998).

Tabela 3 - Resultados das análises físico-químicas efetuadas para o suplemento proteico multifuncional contendo extrato de *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis

(continua)	
Determinação	Suplemento proteico de chocolate
umidade (%)	6,4
cinzas (%)	4,2
proteínas (%)	69,3
fibra alimentar (%)	2,5

Tabela 3 - Resultados das análises físico-químicas efetuadas para o suplemento proteico multifuncional contendo extrato de *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis

	(conclusão)
gorduras totais (%)	1,2
carboidratos (%)*	16,4
valor calórico (kcal)**	353,6
*calculado pela diferença; **calculado	

Fonte: O autor

O produto elaborado atenda à demanda energética e ofereça uma proporção racional entre os macronutrientes. Além disso, os valores relativamente reduzidos de carboidratos e de lipídeos no suplemento alimentar (Tabelas 3 e 4) permitem estabelecer que o produto em avaliação não deve ser consumido como única fonte energética.

No caso das fibras, o valor de 2,5% para cada 40 g do suplemento alimentar, permite indicar o produto como um alimento que contém fibras. Esse consumo está de acordo com a literatura (DELAVIER; GUNDILL, 2009), para complementar a alimentação habitual, uma vez que o excesso de fibras também pode ocasionar problemas, como constipação, diarreia ou flatulência.

Tabela 4 – Composição nutricional do suplemento proteico multifuncional contendo extrato de *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis

SUPLEMENTO ALIMENTAR		
Porção de 40 g (2 colheres de sopa)		
Ingredientes	Porção de 40 g	IDR*
valor energético	141 kcal = 589 kJ	7%
Carboidratos	6,3 g	2%
Proteínas	28 g	37%
gorduras totais	0,5 g	1%
fibra alimentar	1,2 g	5%
tiamina (vitamina B ₁)	1,2 mg	100%
riboflavina (vitamina B ₂)	1,3 mg	100%
niacina (vitamina B ₃)	1,6 mg	100%
piridoxina (vitamina B ₆)	1,3 mg	100%
ácido fólico (vitamina B ₉)	240 mcg	100%
ácido ascórbico (vitamina C)	45 mg	100%
α -tocoferol (vitamina E)	10 mg	100%
Ferro	14 mg	100%
Magnésio	260 mg	100%
Selênio	34 mcg	100%
Zinco	7 mg	100%
Glutamine	2 g	**
Inulina	2 g	8 %

(continua)

Tabela 4 – Composição nutricional do suplemento proteico multifuncional contendo extrato de *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis

		(conclusão)
Resveratrol	35 mg	**
Sucralose	20 mg	**
Extrato da alga <i>A. nodosum</i>	400 mg	**
Saborizante	1,2 g	**
proteína do soro do leite (<i>whey protein</i>)	34 g	**

(*) % dos valores diários de referência com base em uma dieta de 2000 kcal ou 8400 kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas.

(**) valor não estabelecido.

Fonte: O autor

Com relação à elevada quantidade de minerais, representados pelo total de cinzas na faixa de 4%, o produto foi dimensionado para atender a 100% da ingestão diária recomendada, o que permite classificar o suplemento proteico como um produto rico em minerais.

É relevante destacar que o suplemento proteico multifuncional para praticantes de atividades físicas pode ser consumido após a dispersão de 40 g do produto em 200 mL de água na temperatura ambiente ou, ainda, preparado com o mesmo volume de leite desnatado. Nesse caso, porém, é necessário considerar os valores dos macronutrientes provenientes do leite desnatado, o que adiciona aproximadamente 80 kcal ao alimento (AUDZEYEVA; HUDSON, 2016).

5.3 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

A Tabela 5 apresenta os resultados das análises microbiológicas. Considerando os microrganismos pesquisados, foram verificados valores em unidades formadoras de colônia inferiores ao preconizado pela legislação para coliformes a 45 °C, estafilococos coagulase positiva e *Bacillus cereus* e, ainda, ausência de *Salmonella* sp. Com isso, o produto se mostrou apropriado para o consumo humano, de acordo com os padrões legais vigentes (BRASIL, 2001).

Tabela 5 – Resultados das análises microbiológicas realizadas para o suplemento proteico multifuncional contendo extrato de *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis

Microrganismos pesquisado	Resultado do ensaio	Padrão microbiológico segundo a RDC 12/2001
Coliformes à 45°C/g	<10 UFC/g	10NMP/g
Estafilococos coag. Posit./g	<10 UFC/g	5X10 ² UFC/g
<i>B. cereus</i> /g	<10 UFC/g	5X10 ² UFC/g
<i>Salmonella</i> sp./25g	Ausência em 25g	Ausência em 25g

Fonte: O autor

5.4 ANÁLISE SENSORIAL

A Tabela 6 compila os resultados verificados no teste afetivo de aceitação, realizado com a amostra do suplemento proteico em pó, envolvendo os 74 provadores praticantes de exercícios físicos.

Tabela 6 – Aceitação global média e índice de aceitabilidade do suplemento proteico multifuncional contendo extrato de *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis

Suplemento alimentar	Aceitação global media	Estimativa do desvio-padrão	Coefficiente de variação (%)	Índice de aceitabilidade (%)
sabor chocolate	6,41	2,03	31,75	71

Fonte: O autor

Foi observado que a amostra do suplemento proteico multifuncional contendo extrato de *A. nodosum* apresentou 71% de índice de aceitabilidade. É importante destacar que, segundo Dutcosky, (2013), para que um produto seja considerado como aceito, em termos de suas propriedades sensoriais, é necessário que obtenha um índice de aceitabilidade de, no mínimo, 70%. Dessa forma, o suplemento pode ser considerado aprovado, a partir da aceitação dos voluntários- consumidores.

Considerando os resultados promissores apresentados, é possível sugerir a realização de estudos adicionais, quanto à resposta pré-clínica em animais e à viabilidade em termos de custo do produto.

6 CONCLUSÃO

Conforme os resultados apresentados e discutidos neste estudo, foi possível concluir que:

- o suplemento proteico multifuncional contendo extrato de *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis foi desenvolvido com sucesso, como um alimento compensador;
- a avaliação do perfil nutricional permitiu confirmar que o alimento baseado em proteínas do soro do leite, fornece elevadas quantidades de vitaminas e de minerais, bem como, contém fibras solúveis e antioxidantes biológicos;
- com base nos resultados das análises físico-químicas foi possível demonstrar que o produto revelou um elevado teor proteico e baixas quantidades de carboidratos e de lipídeos;
- a avaliação microbiológica permitiu estabelecer que o suplemento proteico em pó apresenta-se aprovado para o consumo humano;
- a análise sensorial possibilitou considerar o alimento proteico aprovado no aspecto organoléptico perante os frequentadores de uma academia de jiu-jitsu.

REFERÊNCIAS

- AGUIRRE, L. et al. Resveratrol: anti-obesity mechanisms of action. **Molecules (Basel, Switzerland)**, v. 19, n. 11, p. 18632–55, 14 nov. 2014.
- AHMED, W.; RASHID, S. Functional and therapeutic potential of inulin: A comprehensive review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, p. 1–13, 11 ago. 2017.
- ARETA, J. L. et al. Timing and distribution of protein ingestion during prolonged recovery from resistance exercise alters myofibrillar protein synthesis. **Journal of Physiology**, 2013.
- ASTRUP, A. Yogurt and dairy product consumption to prevent cardiometabolic diseases: Epidemiologic and experimental studies. **American Journal of Clinical Nutrition**, 2014.
- ASTRUP, A.; RABEN, A.; GEIKER, N. The role of higher protein diets in weight control and obesity-related comorbidities Diet compliance. **International Journal of Obesity**, v. 39, n. 5, p. 721–726, 2015.
- AUDZEYEVA, A.; HUDSON, R. How to get the most from a business intelligence application during the post implementation phase? Deep structure transformation at a U.K. retail bank. **European Journal of Information Systems**, 2016.
- BACURAU, R. F. **Nutrição e Suplementação Esportiva - 6ª Ed. 2009**. [s.l.] Phorte, 2009.
- BEPPU, F. et al. Down-regulation of hepatic stearyl-CoA desaturase-1 expression by fucoxanthin via leptin signaling in diabetic/obese KK-A y mice. **Lipids**, v. 48, n. 5, p. 449–455, 2013.
- BERMAN, A. Y. et al. The therapeutic potential of resveratrol: a review of clinical trials. **NPJ precision oncology**, v. 1, 2017.
- BRASIL. **Ministério da Saúde-MS Agência Nacional de Vigilância Sanitária-ANVISA**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/%281%29PRT_SVS_29_1998_COM_P.pdf/feffa45e-7dea-4c6d-9cf3-ef92d014490d>. Acesso em: 2 fev. 2019.
- BRASIL. Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. Aprova o regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional. **Agencia Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA)**, 2003.
- CAVA, E.; YEAT, N. C.; MITTENDORFER, B. Preserving Healthy Muscle during Weight Loss. **Advances in nutrition (Bethesda, Md.)**, v. 8, n. 3, p. 511–519, maio 2017.
- CHATER, P. I. et al. Inhibitory activity of extracts of Hebridean brown seaweeds on lipase activity. **Journal of applied phycology**, v. 28, p. 1303–1313, 2016.
- CHURCH, T. Exercise in Obesity, Metabolic Syndrome, and Diabetes. **Progress in Cardiovascular Diseases**, 2011.
- CORROCHANO, A. R. et al. Invited review: Whey proteins as antioxidants and promoters of cellular antioxidant pathways. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 6, p. 4747–4761, jun. 2018.
- CUENCA-SÁNCHEZ, M.; NAVAS-CARRILLO, D.; ORENES-PIÑERO, E. Controversies Surrounding High-Protein Diet Intake : Satiating Effect and Kidney and Bone. v. 1985, n. 4, p. 260–266, 2015.

- DAMAS, F. et al. Resistance training-induced changes in integrated myofibrillar protein synthesis are related to hypertrophy only after attenuation of muscle damage. **The Journal of physiology**, v. 594, n. 18, p. 5209–22, 2016.
- DELAVIER, FREDERIC; GUNDILL, M. **Guia De Suplementos Alimentares Para Atletas - Frederic Delavier, Michael Gundill - Google Livros**. 1º ed. [s.l.] MANOLE, 2009.
- DEUTZ, N. E.; WOLFE, R. R. Is there a maximal anabolic response to protein intake with a meal? **Clinical Nutrition**, 2013.
- DUDGEON, W. D.; KELLEY, E. P.; SCHEETT, T. P. In a single-blind, matched group design: Branched-chain amino acid supplementation and resistance training maintains lean body mass during a caloric restricted diet. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 13, n. 1, p. 1–10, 2016.
- DUTCOSKY, S. D. **Análise Sensorial de Alimentos 4ª Edição 4ª Edição Revista e ampliada**. Curitiba: Champagnat - Pucpress, 2013.
- DWYER, J. T.; COATES, P. M.; SMITH, M. J. Dietary Supplements: Regulatory Challenges and Research Resources. **Nutrients**, v. 10, n. 1, 4 jan. 2018.
- FERREIRA, A. **GUIA PRATICO DA FARMACIA MAGISTRAL**. 4º ed. [s.l.] PHARMABOOKS EDITORA, 2011.
- FITTON, J. H.; STRINGER, D. N.; KARPINIEC, S. S. Therapies from fucoidan: An update. **Marine Drugs**, v. 13, n. 9, p. 5920–5946, 2015a.
- FITTON, J. H.; STRINGER, D. N.; KARPINIEC, S. S. Therapies from Fucoidan: An Update. **Marine drugs**, v. 13, n. 9, p. 5920–46, 16 set. 2015b.
- FLORIDA-JAMES, G. D. et al. Exercise, Free Radical Metabolism, and Aging: Cellular and Molecular Processes. **Oxidative medicine and cellular longevity**, v. 2016, p. 3813680, 2016.
- FONSECA-JUNIOR, S. J. et al. Exercício Físico E Obesidade Mórbida: Uma Revisão Sistemática. **ABCD Arq Bras Cir Dig**, v. 26, n. Suplemento 1, p. 67–73, 2013.
- GEORG JENSEN, M. et al. Acute Effect of Alginate-Based Preload on Satiety Feelings, Energy Intake, and Gastric Emptying Rate in Healthy Subjects. **Obesity**, v. 20, n. 9, p. 1851–1858, 2012.
- GONZÁLEZ-CASTEJÓN, M.; RODRIGUEZ-CASADO, A. Dietary phytochemicals and their potential effects on obesity: A review. **Pharmacological Research**, v. 64, n. 5, p. 438–455, 2011.
- GUIMARÊS NETO, W. M.; PERES, R. A. DE N. **Are You Ready?** [s.l.] Phorte, 2008.
- HALL, A. C. et al. Ascophyllum nodosum enriched bread reduces subsequent energy intake with no effect on post-prandial glucose and cholesterol in healthy, overweight males. A pilot study. **Appetite**, v. 58, n. 1, p. 379–386, 2012.
- HALL, K. D.; GUO, J. Obesity Energetics: Body Weight Regulation and the Effects of Diet Composition. **Gastroenterology**, v. 152, n. 7, p. 1718- 1727.e3, 2017.
- HARAGUCHI, F. K.; DE ABREU, W. C.; DE PAULA, H. **Proteínas do soro do leite: Composição, propriedades nutricionais, aplicações no esporte e benefícios para a saúde humana** Revista de Nutricao, 2006.

HOLEČEK, M. Branched-chain amino acids in health and disease: metabolism, alterations in blood plasma, and as supplements. **Nutrition e metabolism**, v. 15, p. 33, 2018.

HRUBY, A.; HU, F. B. The Epidemiology of Obesity: A Big Picture. **Pharmacoeconomics**, v. 33, n. 7, p. 673–89, jul. 2015.

IGEL, L. I. et al. Practical Use of Pharmacotherapy for Obesity. **Gastroenterology**, v. 152, n. 7, p. 1765–1779, 2017.

INSTITUTE OF MEDICINE (IOM). **Crossing the quality chasm: a new health system for the 21st century** *Shaping the Future for health*. [s.l.: s.n.].

JÄGER, R. et al. International Society of Sports Nutrition Position Stand: protein and exercise. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 14, p. 20, 2017.

KERKSICK, C. M. et al. ISSN exercise & sports nutrition review update: research & recommendations. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 15, n. 1, p. 38, 1 ago. 2018.

KIM, K. J.; LEE, B. Y. Fucoidan from the sporophyll of *Undaria pinnatifida* suppresses adipocyte differentiation by inhibition of inflammation-related cytokines in 3T3-L1 cells. **Nutrition Research**, v. 32, n. 6, p. 439–447, 2012.

KIM, K. T.; RIOUX, L. E.; TURGEON, S. L. Alpha-amylase and alpha-glucosidase inhibition is differentially modulated by fucoidan obtained from *Fucus vesiculosus* and *Ascophyllum nodosum*. **Phytochemistry**, v. 98, p. 27–33, 2014.

KIM, M. J.; JEON, J.; LEE, J. S. Fucoidan prevents high-fat diet-induced obesity in animals by suppression of fat accumulation. **Phytotherapy Research**, v. 28, n. 1, p. 137–143, 2014.

KLEINER, S.; GREENWOOD-ROBINSON, M. **Nutrição Para O Treinamento De Força | 4ª Ed. - Manole - Manole**. São Paulo: Manole, 2016.

LANGE, K. W. et al. Dietary seaweeds and obesity. **Food Science and Human Wellness**, v. 4, n. 3, p. 87–96, 2015.

MAEDA, H. et al. Seaweed carotenoid, fucoxanthin, as a multi-functional nutrient. **Asia Pac J Clin Nutr**, v. 17, n. 1, p. 196–9, 2008.

MARTINS, P. Glutamine in critically ill patients: is it a fundamental nutritional supplement? **Revista Brasileira de terapia intensiva**, v. 28, n. 2, p. 100–3, jun. 2016.

MASHMOUL, M. et al. Dietary fucoidan improves metabolic syndrome in association with increased *Akkermansia* population in the gut microbiota of high-fat diet-fed mice. **Epidemiol. Serv. Saúde**, v. 24, n. 1, p. 138–146, 2017.

MATSUMOTO, M. et al. Suppressive effects of the marine carotenoids, fucoxanthin and fucoxanthinol on triglyceride absorption in lymph duct-cannulated rats. **European Journal of Nutrition**, v. 49, n. 4, p. 243–249, 2010.

MCGLORY, C.; DEVRIES, M. C.; PHILLIPS, S. M. Skeletal muscle and resistance exercise training; the role of protein synthesis in recovery and remodeling. **Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)**, v. 122, n. 3, p. 541–548, 1 mar. 2017.

MIYASHITA, K. et al. The allenic carotenoid fucoxanthin, a novel marine nutraceutical from brown seaweeds. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 91, n. 7, p. 1166–1174, 2011.

MOORE, D. R. et al. Daytime pattern of post-exercise protein intake affects whole-body protein turnover in resistance-trained males. **Nutrition and Metabolism**, 2012.

MORAES, M. A. C. **Métodos para a avaliação sensorial dos alimentos**. 7. ed. Campinas: Unicamp, 1988.

MORTON, R. W. et al. A systematic review, meta-analysis and meta-regression of the effect of protein supplementation on resistance training-induced gains in muscle mass and strength in healthy adults. **British journal of sports medicine**, v. 52, n. 6, p. 376–384, 2018.

MOSONI, L. et al. High whey protein intake delayed the loss of lean body mass in healthy old rats, whereas protein type and polyphenol/antioxidant supplementation had no effects. **PLoS one**, v. 9, n. 9, p. e109098, 2014.

Official Methods of Analysis of. **Analytical Chemistry**, 2012.

PARK, M. K.; JUNG, U.; ROH, C. Fucoidan from marine brown algae inhibits lipid accumulation. **Marine Drugs**, v. 9, n. 8, p. 1359–1367, 2011.

PASCHALIS, V. et al. Low vitamin C values are linked with decreased physical performance and increased oxidative stress: reversal by vitamin C supplementation. **European Journal of Nutrition**, v. 55, n. 1, p. 45–53, 20 fev. 2016.

PAULSEN, G. et al. Vitamin C and E supplementation hampers cellular adaptation to endurance training in humans: A double-blind, randomised, controlled trial. **Journal of Physiology**, 2014.

PAXMAN, J. R. et al. Daily ingestion of alginate reduces energy intake in free-living subjects. **Appetite**, v. 51, n. 3, p. 713–719, 2008.

PHILLIPS, S. M. A brief review of critical processes in exercise-induced muscular hypertrophy. **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 44 Suppl 1, n. Suppl 1, p. S71-7, maio 2014.

PHILLIPS, S. M.; LOON, L. J. C. VAN. Dietary protein for athletes : From requirements to optimum adaptation. v. 0414, 2011.

RUPASINGHE, H. P. V. et al. Phytochemicals in regulating fatty acid β -oxidation: Potential underlying mechanisms and their involvement in obesity and weight loss. **Pharmacology and Therapeutics**, v. 165, p. 153–163, 2016.

SEIDELL, J. C.; HALBERSTADT, J. The Global Burden of Obesity and the Challenges of Prevention. **Annals of Nutrition and Metabolism**, v. 66, n. 2, p. 7–12, 2015.

SGARBIERI, V. C. Propriedades fisiológicas-funcionais das proteínas do soro de leite. **Revista de Nutrição**, v. 17, n. 4, p. 397–409, dez. 2004.

SHOAIB, M. et al. Inulin: Properties, health benefits and food applications. **Carbohydrate Polymers**, v. 147, p. 444–454, 20 ago. 2016.

SOUSA, G. T. D. et al. Dietary whey protein lessens several risk factors for metabolic diseases: a review. **Lipids in health and disease**, v. 11, p. 67, 10 jul. 2012.

STOKES, T. et al. Recent Perspectives Regarding the Role of Dietary Protein for the Promotion of Muscle Hypertrophy with Resistance Exercise Training. **Nutrients**, v. 10, n. 2, 7 fev. 2018.

SZKUDELSKA, K.; SZKUDELSKI, T. Resveratrol, obesity and diabetes. **European Journal**

of Pharmacology, v. 635, n. 1–3, p. 1–8, 10 jun. 2010.

THREAPLETON, D. E. et al. Dietary fibre intake and risk of cardiovascular disease: systematic review and meta-analysis. **BMJ (Clinical research ed.)**, v. 347, p. f6879, 19 dez. 2013.

TOMLINSON, P. B.; JOSEPH, C.; ANGIOI, M. Effects of vitamin D supplementation on upper and lower body muscle strength levels in healthy individuals. A systematic review with meta-analysis. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 18, n. 5, p. 575–580, set. 2015.

TONELI, J. T. D. C. L. et al. Rheological behavior of concentrated inulin solution: Influence of soluble solids concentration and temperature. **Journal of Texture Studies**, 2008.

VERREIJEN, A. M. et al. A high whey protein –, leucine- , and vitamin D – enriched supplement preserves muscle mass during intentional weight loss in obese older adults : a double-blind randomized controlled trial. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 101, n. 1, p. 279–286, 2015.

VERREIJEN, A. M. et al. Effect of a high protein diet and/or resistance exercise on the preservation of fat free mass during weight loss in overweight and obese older adults: a randomized controlled trial. **Nutrition journal**, v. 16, n. 1, p. 10, 6 fev. 2017.

WESTCOTT, W. L. Resistance training is medicine: Effects of strength training on health. **Current Sports Medicine Reports**, 2012.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **WHO | Obesity and overweight**. Disponível em: <<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/#>>.

WU, R. et al. Resveratrol Protects against Physical Fatigue and Improves Exercise Performance in Mice. p. 4689–4702, 2013.

ZENEBON, O.; PASCUET, N.; TIGLEA, P. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. [s.l: s.n.].

ZHANG, J. et al. Antidiabetic properties of polysaccharide- and polyphenolic-enriched fractions from the brown seaweed *Ascophyllum nodosum* This article is one of a selection of papers published in this special issue (part 2 of 2) on the Safety and Efficacy of Natur. **Canadian Journal of Physiology and Pharmacology**, v. 85, n. 11, p. 1116–1123, 2007.

ZHANG, Y.; BANKS, C. A comparison of the properties of polyurethane immobilised Sphagnum moss, seaweed, sunflower waste and maize for the biosorption of Cu, Pb, Zn and Ni in continuous flow packed columns. **Water Research**, v. 40, n. 4, p. 788–798, 1 fev. 2006.