UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE NUTRIÇÃO JOSUÉ DE CASTRO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO
MESTRADO EM NUTRIÇÃO HUMANA

DESENVOLVIMENTO DE UM PRODUTO ALIMENTÍCIO PARA ATLETAS RICO EM PROTEÍNA DE ERVILHA (*Pisum sativum* L.) E CARBOIDRATOS

RENATA BARATTA DOS PASSOS

Rio de Janeiro
2013

DESENVOLVIMENTO DE UM PRODUTO ALIMENTÍCIO PARA ATLETAS RICO EM PROTEÍNA DE ERVILHA (*Pisum sativum* L.) E CARBOIDRATOS

RENATA BARATTA DOS PASSOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Nutrição (PPGN), do Instituto de Nutrição Josué de Castro da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título **de mestre em Nutrição Humana.**

Orientadora(s): Anna Paola T. R. Pierucci
e Cristiana Pedrosa

Rio de Janeiro
Dezembro/2013

DESENVOLVIMENTO DE UM PRODUTO ALIMENTÍCIO PARA ATLETAS RICO EM PROTEÍNA DE ERVILHA (*Pisum sativum* L.) E CARBOIDRATOS

Renata Baratta dos Passos

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO DO INSTITUTO DE NUTRIÇÃO JOSUÉ DE CASTRO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO **GRAU DE MESTRE EM NUTRIÇÃO HUMANA**.

Examinada por:

_____
Prof. Dra. Ana Lúcia do Amaral Vendramini

_____
Prof. Dra. Maria Cristina Jesus Freitas

_____
Prof. Dra. Priscilla Vanessa Finotelli

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL
DEZEMBRO/2013

Baratta dos Passos, Renata

Desenvolvimento de um produto alimentício para atletas rico em proteína de ervilha (*Pisum sativum* L.) e carboidratos/Renata Baratta dos Passos – Rio de janeiro. UFRJ/INJC, 2013.

XIII, 92.: il.: 29,7 cm

Orientadora(s): Pierucci, Anna et. al.

Dissertação – UFRJ/INJC/Programa de Pós-graduação em nutrição. 2013

Referências Bibliográficas: p.72 – 84.

1.Desenvolvimento de um produto alimentício para atletas; 2.Análise sensorial do produto. I. Baratta dos Passos, Renata. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, INJC, Programa de Pós-Graduação em Nutrição. III. Desenvolvimento de um produto alimentício para atletas rico em proteína de ervilha (*Pisum sativum* L.) e carboidratos.

Dedico esta dissertação aos meus pais pela constante dedicação em me transformar cada dia em uma pessoa melhor.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela graça de poder acordar todos os dias com saúde e buscar meus objetivos.

Agradeço as minhas orientadoras, Anna Paola e Cristiana Pedrosa, pelos conhecimentos transmitidos e principalmente por me abrirem as portas em um momento tão decisivo da minha vida. Obrigada por me mostrarem a ciência e por me apresentarem um caminho novo com o qual pude me identificar e pretendo aprimorar mais a cada dia.

Agradeço aos meus pais pela dedicação constante, pelo amor incondicional e por serem meu porto seguro em todos os momentos. Mas agradeço principalmente por me mostrarem que a educação é o melhor legado que vocês poderiam me dar e por não medirem esforços para que eu pudesse sempre ter acesso à educação de qualidade, fosse na escola, em casa ou na vida.

Agradeço aos amigos do laboratório DAFEE, pelo companheirismo e amizade compartilhadas nesses anos de convívio. Pela ajuda sempre que solicitada. E pelo apoio, o carinho e as brincadeiras que sempre foram uma forma de fazer com que os dias ficassem mais leves.

Agradeço as alunas de IC pela dedicação e trabalho em um momento crucial da minha pesquisa.

Agradeço aos meus amigos e minha irmã por me apoiarem sempre em todas as minhas escolhas, por entenderem meus momentos de reclusão e por sempre terem certeza de que esse dia chegaria.

Agradeço ao meu namorado por me fazer ser muito otimista, mesmo quando o cenário não é muito animador, por me incentivar todos os dias com muito carinho e por ter sempre um sorriso amoroso para me confortar.

Por fim ao meu cachorro que em sua inocência sempre esteve ao meu lado nos momentos de reclusão, que ao chegar a casa me recebe como se eu fosse a melhor pessoa do mundo e sempre alegra meus dias com um amor puro e verdadeiro e um eterno olhar infantil e brincalhão.

Não encontraria uma palavra melhor para descrever toda minha gratidão por vocês do que Obrigada.

DESENVOLVIMENTO DE UM PRODUTO ALIMENTÍCIO PARA ATLETAS RICO EM PROTEÍNA DE ERVILHA (*Pisum sativum* L.) E CARBOIDRATOS.

RENATA BARATTA DOS PASSOS

Dezembro/2013

Orientadoras: Anna Paola Trindade Rocha Pierucci
Cristiana Pedrosa

RESUMO: O presente estudo tem como objetivo o desenvolvimento de um produto alimentício com consistência em gel para atletas que seja rico em proteína de ervilha (*Pisum sativum*), obtida através de um concentrado proteico de ervilha (CPE) e carboidratos. O estudo está pautado na necessidade de reposição de nutrientes em atletas submetidos a esforço físico vigoroso e de longa duração. A ervilha mostrou-se uma fonte de proteína alternativa a proteína animal, por ser rica em nutrientes e ser um produto de menor custo para produção. Foram obtidos 3 CPE de diferentes marcas e caracterizados quanto a composição centesimal e parâmetros físico-químicos. O CPE 3 mostrou-se mais adequado para o desenvolvimento de um produto alimentício para atletas, por ter alta concentração de proteína e características sensoriais favoráveis a obtenção de um produto de qualidade. O produto alimentício desenvolvido foi caracterizado quanto à composição centesimal e valor calórico e quanto à viscosidade aparente, demonstrando a característica pseudoplástica esperada para um gel verdadeiro. Posteriormente o produto foi submetido à análise sensorial para aceitação e intenção de compra, sendo comparado a um produto em gel existente no mercado com proteína de origem animal em sua composição. O produto alimentício com proteína de ervilha apresentou índice de aceitabilidade maior que 70% para 3 dos 6 atributos sensoriais testados, sendo aceitação global o mais importante, indicando que o produto foi bem aceito pelos provadores. No entanto a intenção de compra ainda gerou dúvida entre 50% dos provadores, mostrando que existem parâmetros a serem aprimorados para melhorar a aceitação. A utilização de ervilha para o desenvolvimento de um produto alimentício para atletas é viável e inovador, pois a ervilha é uma fonte proteica de fácil obtenção e baixo custo e seu uso pode beneficiar a indústria alimentícia.

Palavras chave: Proteína, Ervilha, gel, Pisum sativum, Atletas.

DEVELOPMENT OF A FOOD PRODUCT WITH PEA PROTEIN (Pisum sativum L.) AND CARBOHYDRATES FOR ATHLETES.

RENATA BARATTA DOS PASSOS

December/2013

Advisors: Anna Paola Trindade Rocha Pierucci
Cristiana Pedrosa

ABSTRACT: The present study aims to develop a food product that is rich in pea protein (*Pisum sativum*), obtained through a pea protein concentrate (PPC), and carbohydrates. The research is guided by the need to replace nutrients in athletes during intense physical activity. Pea is a good alternative source of protein because has a high amount of nutrients and is a product cheaper than the protein from an animal source. The PPC from three different brands were obtained and characterized by physical/chemical measures and after that the nutritional value was determinate. The PPC 3 was selected to develop a food product for athletes because has high protein content and favorable sensory characteristics. After the selection, the physical/chemical composition, nutritional value and the viscosity of the product were determinate. Subsequently the product was tested by a sensory analysis for acceptance and purchase intent, being compared to a commercial gel product with whey protein (from animal source) in its composition. The food product made with pea protein shows an acceptability index over 70% for three of the six sensory attributes tested. The result shows that the product has a good acceptance between the panelists. However the intention of purchase has generated doubt between 50% of the panelists, showing that there are parameters to be enhanced to improve the acceptance of the product. The use of pea to develop a food product for athletes is a good alternative to protein from an animal source. The pea protein is a source cheaper and has high amounts of nutrients in its composition.

Keywords: Protein, Pea, Gel, Pisum sativum, Athletes.

SUMÁRIO

LISTA DE QUADROS E TABELAS xi
LISTA DE FIGURAS xiii
1. INTRODUÇÃO 01
2. REFERENCIAL TEÓRICO 03
2.1. Demandas nutricionais de atletas e desempenho físico 03
2.2. Desenvolvimento de novos produtos alimentares para fins especiais 07
2.2.1. Viscosidade em alimentos 09
2.2.2. Carboidratos no desenvolvimento de produtos alimentares 10
2.3. Proteínas de Leguminosas 11
2.3.1. Digestibilidade proteica 14
2.3.2. Antinutrientes em leguminosas 16
2.3.3. Ervilha (*Pisum sativum* L.)..... 17
2.3.4. Propriedades nutricionais e funcionais da proteína de ervilha (Pisum sativum) 18
2.3.5. Geleificação 21
2.4. Produtos para atletas 23
3. OBJETIVOS 26
3.1. Objetivo Geral 26
3.2. Objetivos específicos 26
4. MATERIAL E MÉTODOS 27
4.1. Seleção do concentrado proteico de ervilha comercial (CPE) 27
4.1.1. Matéria-prima 27
4.1.2. Caracterização dos CPE obtidos 27
4.2. Desenvolvimento de um produto alimentício de consistência em gel com CPE 30
4.2.1. Tratamento térmico 30
4.2.2. Relação entre o teor de sólidos totais, volume final e proporção carboidrato e proteína 33
4.2.3. Viscosidade aparente (ηap) 34
4.2.4. Formulação de um produto alimentício com CPE 34
4.3. Caracterização físico-química do produto alimentício 35

4.4. Análises microbiológicas do produto formulado 35
4.5. Aspectos de Bioética 36
4.6. Análise da aceitabilidade do produto pelo público alvo 36
4.6.1. Público alvo 36
4.6.2. Análise de aceitabilidade e intenção de compra pelo público alvo 36
4.7. Análise estatística 37
5. RESULTADOS 38
5.1. Seleção do concentrado proteico de ervilha comercial (CPE) ... 38
5.2. Parâmetros para elaboração e formulação de um produto de alimentício com consistência em gel com aplicação de CPE 41
5.2.1. Tratamento térmico 41
5.2.2. Relação entre o teor de sólidos totais e proporção carboidrato: proteína 46
5.2.3. Viscosidade Aparente 47
5.2.4. Formulação de um produto alimentício com aplicação de CPE... 51
5.3. Caracterização físico-química do alimento formulado 53
5.4 Análises microbiológicas do produto formulado 53
5.5. Análise da aceitabilidade do produto pelo público alvo..... 54
5.5.1. Caracterização dos provadores 54
5.5.2. Análise de aceitabilidade e preferência do produto 58
6. DISCUSSÃO 63
7. CONCLUSÃO 70
8. SUGESTÕES 71
9. REFERÊCIAS BIBLIOGRÁFICAS **72**
10. ANEXOS 85
ANEXO 1. Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) 86
ANEXO 2. Questionário de caracterização dos provadores 89
ANEXO 3. Questionário de aceitação de produto alimentício 90

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1. Comparação entre as proporções de carboidrato e proteína mais observadas em estudos de suplementação com praticantes de atividade física intensa..... 06
Quadro 2. Produção mundial de sementes de leguminosas, 2006 (1,000 t) 12
Quadro 3. Composição Química de algumas espécies de leguminosas 13
Quadro 4. Perfil de ácidos graxos de leguminosas por 100 gramas de parte comestível..... 14
Quadro 5. PDCAAS de alguns alimentos proteicos 15
Quadro 6. Bolsa de Cereais de São Paulo (SP), cotação do preço em reais do kg da Soja, do feijão preto e da ervilha, em Junho de 2013..... 18
Quadro 7. Composição aminoacídica (g aminoácido/ 100 g proteína) da proteína de ervilha (*Pisum sativum*) 20
Quadro 8. Conteúdo de aminoácidos essenciais em bebidas de diferentes fontes proteicas contendo aproximadamente 20 gramas de proteína/porção 21
Quadro 9. Comparação entre a composição de 5 suplementos em gel disponíveis no mercado contendo proteína em sua composição .. 23
Quadro 10. Descrição do fabricante sobre principais características dos concentrados proteicos obtidos..... 27
Quadro 11. Planejamento para o teste de diferentes formulações de um produto alimentício com consistência em gel e aplicação de CPE quanto ao teor de sólidos totais e proporção de carboidrato e proteína. 34
Tabela 1. Comparação quanto à composição centesimal entre três amostras de concentrado proteico de ervilha comercial 38
Tabela 2. Comparação quanto aos valores de acidez titulável e pH entre três amostras de concentrado proteico de ervilha comercial 39
Tabela 3. Comparação ilustrativa entre as características sensoriais do CPE (1), CPE (2) e CPE (3), quanto aroma, textura e solubilidade em água 40

Tabela 4. Percentual de Solubilidade em água de 3 amostras diferentes de concentrado proteico de ervilha 41
Tabela 5. Comparação entre os diferentes tratamentos térmicos aplicados ao concentrado proteico de ervilha (3) diluído em água ... 42
Tabela 6. Representação, parâmetros de cocção e apresentação Pós-cocção do CPE (3) aquecido em recipiente fechado submetido à pressão 43
Tabela 7. Vantagens e desvantagens dos métodos de cocção empregados na elaboração do produto alimentício 44
Tabela 8. Rendimento final e viscosidade aparente no valor 100 da taxa de deformação das formulações obtidas com diferentes teores de sólidos totais e razão carboidrato:proteína..... 47
Tabela 9. Características químicas do produto alimentício formulado .. 53
Tabela 10. Análise microbiológica do produto formulado com CPE 3 quanto a presença de: *Bacillus cereus*, bactérias mesófilas, bolores e leveduras, *Salmonella* e coliformes fecais de acordo com a resolução 12, 2001 (RDC, 12 - 2001)..... 54
Tabela 11. Frequência semanal da prática de Atividade Física entre os provadores 55
Tabela 12. Índice de aceitabilidade e médias das notas atribuídas pelos provadores para aceitação, sabor, consistência, cor, gosto doce e intenção de compra 58

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Distribuição percentual dos principais países produtores de leguminosas em 2007..... 12
Figura 2. Comparação entre a composição de macronutrientes em cada amostra de concentrado proteico de ervilha comercial em relação ao tipo de macronutriente analisado. Letras diferentes (a,b e c) diferem significativamente (p<0,05) 39
Figura 3. Gel de eletroforese na presença de SDS em gradiente de 15% 44
Figura 4. Unidades de tripsina inibida (UTI/mg amostra) do Concentrado proteico de ervilha (3). Letras diferentes (a e b) diferem significativamente (p<0,05) 46
Figura 5. Taxa de deformação versus viscosidade aparente e versus Taxa de cisalhamento para Gel 3:1 – 70% de sólidos totais; 3:1 – 60% de sólidos totais; 2:1 – 60% de sólidos totais e 2:1 – 50% de sólidos totais 49
Figura 6. Viscosidade aparente versus taxa de deformação de 2 formulações com proporção carboidrato:proteína 3:1 e 2:1 com teor de sólidos totais respectivamente 70% e 60% 50
Figura 7. Viscosidade aparente versus taxa de deformação de 2 formulações com proporção carboidrato:proteína 3:1 e 2:1 com teor de sólidos totais respectivamente 60% e 50% 50
Figura 8. Fluxograma do preparo do produto alimentício com CPE.. 52
Figura 9. Nível de escolaridade dos provadores 55
Figura 10. Tipo de atividade física realizada pelos provadores**.....** 55
Figura 11. Percentual de consumidores de suplemento alimentar. 56
Figura 12. Tipos de suplementos consumidos pelos provadores 57
Figura 13. Histograma de distribuição dos provadores pelos valores hedônicos para os atributos sensoriais dos produtos alimentícios em gel 60
Figura 14. Representação gráfica quanto a intenção de compra dos provadores 61

1. INTRODUÇÃO

Atletas e praticantes de atividade física buscam constantemente fontes alimentares que beneficiem o treinamento e a qualidade de vida. Com a finalidade de atender a este público, proteínas concentradas ou isoladas têm sido utilizadas pelas indústrias na produção de uma variedade de alimentos. No entanto, o desenvolvimento de um novo produto requer o aperfeiçoamento de parâmetros sensoriais, como cor, sabor e textura, objetivando conciliar a qualidade nutricional e a aceitabilidade do produto final.

Suplementos a base de carboidratos e/ou proteínas são os mais difundidos entre a população fisicamente ativa, devido à necessidade de reposição rápida das reservas de energia e manutenção do tecido muscular para um bom desempenho físico. As apresentações em forma de pó, líquidos ou géis também são preferidas, pois conferem ao alimento praticidade para consumo imediato.

As proteínas de reserva de leguminosas vêm ganhando destaque no desenvolvimento de novos alimentos, por serem uma fonte proteica alternativa e mais acessível do ponto de vista econômico do que fontes de origem animal, além de desempenharem propriedades tecnológicas favoráveis ao desenvolvimento industrial de géis alimentares. Porém, o uso de proteína vegetal para formulação de alimentos é limitado, pois a ação de antinutrientes presentes nos grãos pode reduzir a qualidade sensorial do produto. Desta forma, o tratamento térmico tem se mostrado efetivo em aprimorar qualitativamente as características físico-químicas do alimento.

A ervilha tem sido utilizada em diversas aplicações na indústria alimentícia, pois seu perfil proteico é caracterizado por um alto conteúdo de aminoácidos essenciais. Pesquisas têm apontado importantes benefícios à saúde associados ao consumo dessa proteína, mas, especialmente no Brasil, essa leguminosa ainda é subutilizada na alimentação humana. Além disso, pouco se tem descrito na literatura sobre seu uso na alimentação de atletas.

A formulação de um produto de consistência em gel com proteína de ervilha associada a carboidratos pode ser uma alternativa que venha a contribuir positivamente para o alcance das necessidades nutricionais pela população praticante de atividade física. Mas, para tanto é necessária à correta escolha de matérias primas disponíveis e dos parâmetros de formulação, como tratamento

térmico adequado e proporção ideal entre os ingredientes, para obtenção de um produto de qualidade sensorial que vá ao encontro das expectativas do consumidor alvo.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Demandas nutricionais de atletas e desempenho físico.

O exercício físico aumenta a demanda energética corporal e modifica a homeostase orgânica. O aporte energético adequado é fundamental para uma adaptação fisiológica a esta condição metabólica e melhora do desempenho físico (Brum et. al, 2004). Neste contexto, para o suprimento das necessidades energéticas via alimentação as alterações fisiológicas sofridas nesse período devem ser consideradas.

Praticantes de atividade física intensa e de longa duração (*endurance*) apresentam elevação do gasto energético, com significativo aumento das taxas de oxidação de carboidratos e lipídios, induzindo a perdas de líquidos e eletrólitos, através do suor. Como resultado, a ingestão inadequada de líquidos e de nutrientes, durante o exercício físico, pode levar à desidratação, a hiponatremia, a depleção de glicogênio, a hipoglicemia e a queda no desempenho físico (Saunders, 2007).

A reposição de energia corporal na forma de glicogênio entre as sessões de treinamento diário, ou eventos competitivos, é uma estratégia essencial ao desempenho atlético. Os estoques corporais de carboidratos são as maiores fontes de substrato para o trabalho muscular e, portanto, a rápida recuperação/reposição destes estoques representa um ponto crítico para o desempenho dos atletas. Para tanto, carboidratos devem ser consumidos durante e/ou imediatamente após exercícios prolongados e em intervalos subsequentes (Costil & Hargreaves, 1992; Hargreaves, 1992; Tsintzas & Williams, 1993; Burke et. al., 1996; Ivy et. al., 1998). No entanto, a contribuição dos carboidratos para o metabolismo durante o exercício é determinada por fatores como a intensidade e duração do exercício, influência do treinamento físico e da dieta (Conley & Stone, 1996).

O exercício físico de *endurance* também resulta na oxidação de aminoácidos, tendo em vista a contribuição destes com uma pequena parcela (5-15%) da energia consumida durante o esforço físico e comprometendo o *turnover* proteico muscular (Araújo, 2010).

Em humanos saudáveis, nove aminoácidos são considerados essenciais, uma vez que não podem ser sintetizados endogenamente e, portanto, devem ser ingeridos por meio da dieta. Dentre os aminoácidos essenciais, incluem-se os três aminoácidos de cadeia ramificada (BCAA, do inglês: Branched Chain Amino Acids)**,** ou seja, leucina, valina e isoleucina, que apresentam, respectivamente, concentração plasmática média de 120, 220 e 63 µmol/L; concentração intramuscular na forma livre média de 133, 253 e 68 µmol/L de água intracelular; e concentração na proteína muscular humana de 59,5, 43,5 e 41,9 mmol/100 g de proteína (Rogero & Tirapegui, 2008).

Em indivíduos adultos, BCAA são relevantes para a manutenção da proteína corporal além de ser fonte de nitrogênio para a síntese de alanina e glutamina. Existem evidências demonstrando o papel fundamental dos BCAA, especialmente a leucina, na regulação de processos anabólicos envolvendo tanto a síntese quanto a degradação proteica muscular, inibindo a degradação dos músculos de forma isolada e promovendo sinalização anabólica intracelular, através da via do mTOR (Dreyer et. al., 2008; Tipton et. al. , 2004; Wilkinson et. al., 2008).

Durante o exercício físico ocorre a captação predominantemente de BCAA pelo tecido muscular. Se o exercício físico é prolongado, verifica-se significativa liberação de BCAA pelo tecido hepático, aliada à diminuição da concentração plasmática do mesmo, por exemplo, a concentração plasmática de leucina diminui entre 11 e 33% (Mero, 1999).

Em um estudo (Decombaz et. al., 1979) realizado com 11 homens treinados, submetidos a 100 km de corrida, foi verificada diminuição significativa (35-85%) da concentração sérica de BCAA em relação aos valores pré-exercício. Em outro estudo com exercício prolongado (ciclistas com duração de 225 minutos, com intensidade moderada - a 50% VO2máx), Rennie *et al.* (1981) verificaram diminuição significativa da concentração plasmática de BCAA ao final do exercício.

Desta forma, a ingestão inadequada de energia pode acarretar em aumento da necessidade de aminoácidos e consequentemente da necessidade proteica na dieta, isto porque algumas das proteínas utilizadas normalmente para o processo de síntese funcional (enzimática) e estrutural (tecidual) são desviadas para o

fornecimento de energia quando a necessidade energética não é suprida (Lemon, 1998). Segundo Koopman *et al* (2004), a degradação proteica aumenta durante o exercício de *endurance* e, na ausência de uma intervenção nutricional adequada, o balanço proteico pode permanecer negativo por um período de até três horas após o exercício.

Contudo, assim como os carboidratos, a necessidade de ingestão proteica na dieta pode ser influenciada por alguns fatores, dentre os quais se destacam a intensidade, duração e tipo de exercício, conteúdo de glicogênio, balanço energético, gênero, idade e tempo de treinamento.

Neste sentido, alimentos contendo carboidratos associados a proteínas podem promover a síntese proteica e reduzir sua degradação, resultando em um balanço proteico positivo após o exercício. Alguns estudos investigaram estratégias nutricionais para minimizar estas ocorrências e passou-se a especular sobre um possível papel benéfico da proteína adicionada as bebidas esportivas contendo carboidrato, tendo em vista a existência de evidências apontando para o fato da adição de proteína melhorar o desempenho de atletas (Zawadski et al., 1992; Williams et al., 2003; Ivy et al., 2003; Saunders et al., 2004).

Foi demonstrado que a suplementação pós-exercício de carboidrato associado à proteína para praticantes de atividade física prolongada, tem o papel de aumentar a síntese proteica e a síntese de glicogênio muscular, importantes para o processo de recuperação de indivíduos submetidos a exercícios intensos (Ivy et al., 2008).

Estudos realizados com atletas, para fins de verificação do efeito da suplementação alimentar de proteínas e carboidratos sobre a recuperação e desempenho físico, têm reportado proporções variadas destes macronutrientes na composição dos suplementos alimentares testados. Os estudos nesse âmbito que demonstraram resultados significativos quanto à co-ingestão dos macronutrientes em questão para a recuperação do glicogênio muscular durante ou pós-exercício e/ou a maior concentração de insulina sérica e/ou o aumento do tempo de exaustão encontram-se sumarizados no Quadro 1.

A proteína do soro do leite foi o tipo de proteína mais comum observado nos estudos, no entanto observou-se a utilização de proteínas de origem vegetal como proteína hidrolisada do trigo e do arroz.

Quadro 1. Comparação entre as proporções de carboidrato e proteína mais observadas em estudos de suplementação com praticantes de atividade física intensa.

Autor	Ano	Número de indivíduos	Proporção CHO: PTN	Tipo de PTN
Niles et al	2001	9 Corredores	3:1	Mistura de leite e PTN do soro do leite Isolada
Ivy et al	2002	7 Ciclistas	4:1	Não informado
Miller et al.,	2002	9 Corredores	2:1	Leite 0% de gordura
Ivy et al.	2003	9 Ciclistas	4:1	PTN do soro de leite
Williams et al.	2003	8 Ciclistas	4:1	PTN do soro de leite concentrada, PTN hidrolisada do trigo
Koopman et al.,	2004	8 Atletas de endurance	3:1	PTN hidrolisada do arroz
Saunders et al.,	2004	15 ciclistas	4:1	PTN do soro de leite
Luden et al.	2007	23 corredores	4:1	PTN de soro de leite concentrada, proteína hidrolisada do trigo
Saunders et al.	2007	30 ciclistas	4:1	Caseína hidrolisada
Ivy et al.	2008	8 homens bem condicionados	5:1	PTN do soro do leite Isolada
Osterberg et al.,	2008	13 ciclistas	5:1	PTN do soro do leite Isolada

Valentine et al.,	2008	11 ciclistas	4:1	PTN do soro de leite concentrada
Betts et al.	2009	17 atletas	3:1	PTN do soro de leite isolada
Howarth et al.	2009	6 não atletas	3:1	PTN do soro de leite concentrada hidrolisada
Skillen et al.	2008	12 atletas de endurance	3:1	BCAA + Arginina

Legenda: CHO= Carboidrato; PTN= Proteína; BCAA= Aminoácidos de cadeia ramificada

Os indivíduos selecionados para os testes foram na maioria dos estudos atletas de exercícios de longa duração e esforço físico intenso como, corredores, ciclistas e triatletas.

O consumo de alimentos ou formulações específicas para a recuperação de atletas durante ou após eventos extenuantes pode ser fundamental na promoção do desempenho atlético. Além disso, os produtos disponíveis atualmente no mercado tem alto custo e baixa aceitação, dificultando sua implementação na rotina de treinamento de atletas. Por isso, o desenvolvimento de novos produtos alimentares é uma área em constante inovação na tentativa de beneficiar o desempenho físico e agregar facilidade a rotina de atletas e praticantes de atividade física.

2.2. Desenvolvimento de novos produtos alimentares para fins especiais

Alimentos para fins especiais são definidos como um produto diferencialmente formulado ou processado, no qual se introduzem modificações no conteúdo de nutrientes, adequados à utilização em dietas diferenciadas e opcionais, atendendo às necessidades de pessoas em condições metabólicas e fisiológicas específicas, segundo a portaria 29 de 13 de Janeiro de 1998 da ANVISA. Esses alimentos classificam-se em: (1) alimentos para dietas com restrição de nutrientes; (2) alimentos para ingestão controlada de nutrientes e (3) alimentos para grupos populacionais específicos (Brasil, 1998).

Entre atletas e praticantes de atividade física regular o consumo de produtos contendo carboidrato, proteínas ou com a consistência modificada é bastante difundido. Alimentos de consistência em gel tendem a apresentar uma concentração de nutrientes mais elevada em um volume reduzido, o que favorece o alcance aos requerimentos dietéticos necessários em situações de exercício físico extenuantes. Tecnologicamente, os alimentos em gel trazem vantagens, tais como facilidade no armazenamento à temperatura ambiente, no transporte e na utilização, além de boa aceitação e tolerância (Pierucci et. al., 2000).

No desenvolvimento de alimentos a consistência em gel pode ser obtida pelo uso de substâncias geleificantes, tais como polissacarídeos, amidos e proteínas. A vantagem de utilizar proteínas na formação de géis alimentares é o valor nutricional que se pode agregar ao alimento.

Para o desenvolvimento de novos produtos, uma etapa importante é a criação de uma formulação teórica, realizada a partir do estabelecimento da tecnologia básica envolvida e do estudo da legislação pertinente. A definição de tecnologia deve visar à eliminação ou redução de contaminantes microbianos e de reações de deterioração em geral, além de obtenção de um produto nutritivo e atraente. (Food Design, 1998).

A avaliação sensorial intervém nas diferentes etapas do ciclo de desenvolvimento de produtos; como na seleção e caracterização de matérias primas, na seleção do processo de elaboração, no estabelecimento das especificações das variáveis das diferentes etapas do processo, na otimização da formulação, na seleção dos sistemas de envase e das condições de armazenamento, no estudo de vida útil e aceitação do produto final (Penna, 1999).

Um alimento além de seu valor nutritivo deve produzir satisfação e ser agradável ao consumidor, isto é resultante do equilíbrio de diferentes parâmetros de qualidade sensorial. Em um desenvolvimento de um novo produto é imprescindível aperfeiçoar parâmetros, como forma, cor, aparência, odor, sabor, textura, consistência, viscosidade e a interação dos diferentes componentes, com a finalidade de alcançar um equilíbrio integral que se traduza em uma qualidade excelente e que seja de boa aceitabilidade (Penna, 1999).

2.2.1. Viscosidade em alimentos

O estudo das propriedades como viscosidade, elasticidade e plasticidade é feito por um ramo da física denominada reologia, que analisa o comportamento deformacional e do fluxo da matéria quando submetida a tensões, sob determinadas condições termodinâmicas ao longo de um intervalo de tempo (Steffe, 1992). Medidas reológicas são a metodologia mais utilizada na literatura para avaliar o processo de geleificação (Shand et. al., 2008; Andrade & Nasser, 2005).

A viscosidade é um parâmetro muito importante no desenvolvimento de produtos principalmente por fornecer dados sobre a consistência ideal e servir como controle de qualidade para produtos aonde uma consistência é esperada, como por exemplo, Iogurte, mostarda e molho de tomate. (Lewis, 1993).

Pode ser definida como o resultado do atrito quando uma camada de fluido se move em relação à outra em função da natureza do fluido, da temperatura, da pressão e da taxa de deformação angular (Steffe, 1992). Assim a viscosidade é a relação entre a taxa de cisalhamento (deformação do fluido depende da força e da área sobre a qual é aplicada) e a taxa de deformação (velocidade de deformação).

Os fluidos podem ser classificados em Newtonianos e não Newtonianos. Fluidos Newtonianos apresentam uma relação linear entre o gradiente de velocidade ou a taxa de deformação e a tensão cisalhante, isto é, a viscosidade é constante ou independente da taxa de deformação (Steffe, 1992). Essa relação é chamada de coeficiente de viscosidade (η) e é igual a 1. Exemplos de fluidos com essa característica: água, azeite, leite, bebidas alcoólicas, petróleo, glicerina, dentre outros (deMan, 1976).

Fluidos que apresentam viscosidade em função da taxa de deformação são chamados de não Newtonianos. A relação entre a taxa de deformação e a tensão de cisalhamento não é constante e nesse caso é chamada de viscosidade aparente (ηap) (Steffe, 1992). Esses fluidos são classificados de acordo com o comportamento que apresentam. Quando esse comportamento é independente do tempo de aplicação da taxa de deformação eles podem ser classificados como:

a) Pseudoplásticos: Viscosidade aparente diminui com o aumento da taxa de deformação (n<1). Exemplos desse tipo de fluido: polpa de fruta, solução de pectina e sucos.

b) Dilatante: Viscosidade aparente aumenta com a taxa de deformação (n>1). Exemplo desse tipo de fluido: suspensão de goma de amido e mel de abelha.

Quando esse comportamento é dependente do tempo de aplicação da taxa de deformação, eles podem ser classificados como:

a) Tixotrópico: Viscosidade aparente diminui com o aumento da taxa de deformação e o tempo de aplicação da mesma. Exemplos desse tipo de fluidos: suco de maçã com polpa, leite condensado e suco de maracujá.

b) Reopético: Viscosidade aparente aumenta com o aumento da taxa de deformação e o tempo de aplicação da mesma. Esse tipo de comportamento não é comum em alimentos.

(Lewis, 1993; deMan, 1976).

O conhecimento da viscosidade de produtos alimentares é importante industrialmente para auxiliar na aceitabilidade pelo consumidor, no dimensionamento de equipamentos, na escolha de embalagem adequada, além de poder avaliar a estabilidade de diversos produtos formadores de géis (Rodriguez, 1990).

2.2.2. Carboidratos no desenvolvimento de produtos alimentares.

Requerimentos funcionais em alimentos são obtidos por meio do uso de carboidratos, os quais oferecem propriedades como: viscosidade, solubilidade, crioproteção, efeito edulcorante, higroscopicidade, habilidade de revestimento. (Sanderson, 1981; Chinachoti, 1995). Estas propriedades são baseadas na estrutura química e interações com outras moléculas através de pontes de hidrogênio, efeito

iônico e formação de complexos com proteínas e lipídios. Dentre os carboidratos pode-se destacar a frutose e a maltodextrina para aplicação em alimentos.

A Frutose é um monossacarídeo naturalmente encontrado nas frutas e no mel e tem potencial poder adoçante sendo 173 vezes mais doce do que a sacarose, considerado o mais doce dos açúcares (SBD, 2013). A indústria alimentícia vem utilizando-a com a função de aumentar a palatabilidade dos alimentos (Stanhope et. al., 2009). Dentre as propriedades mais importantes no ponto de vista tecnológico destacam-se: a alta solubilidade em água e a alta higroscopicidade, o que a torna útil como inibidor de cristalização no armazenamento de alimentos. Além disso, a frutose possui maior poder edulcorante e é menos cariogênica do que a sacarose, também reduz a atividade de água e auxilia no controle da contaminação microbiana (Deis, 1994; Delarue et al., 1992).

As Maltodextrinas são polímeros polissacarídeos de absorção gradativa, resultado da união da maltose com a dextrina, o que facilita a absorção rápida pelo organismo, contribuindo em indivíduos saudáveis, para o aumento exponencial da insulinemia (Livesey & Tagami, 2009). Esses polissacarídeos são utilizados para conferir viscosidade, aumentar o teor de sólidos solúveis, inibir a cristalização e controlar o ponto de congelamento em alimentos (Alonso & Setser, 1994; Deis, 1994).

Na busca por novos alimentos e matérias-primas que agreguem valor aos novos produtos, as proteínas de leguminosas tem sido estudadas devido às suas propriedades funcionais e bioativas, importantes para desenvolvimento de novas formulações (Mateos-aparicio et. al., 2008; Sosulski et. al., 1976).

2.3. Proteínas de Leguminosas

Leguminosas são sementes maduras de plantas da família *Fabaceae*. Esses grãos são conhecidos como importante fonte de proteína para grande parte da população mundial (Belitz & Weder, 1990). No Quadro 2 está representada a extensão da produção das principais leguminosas cultivadas no mundo em 2006, estratificada por continentes.

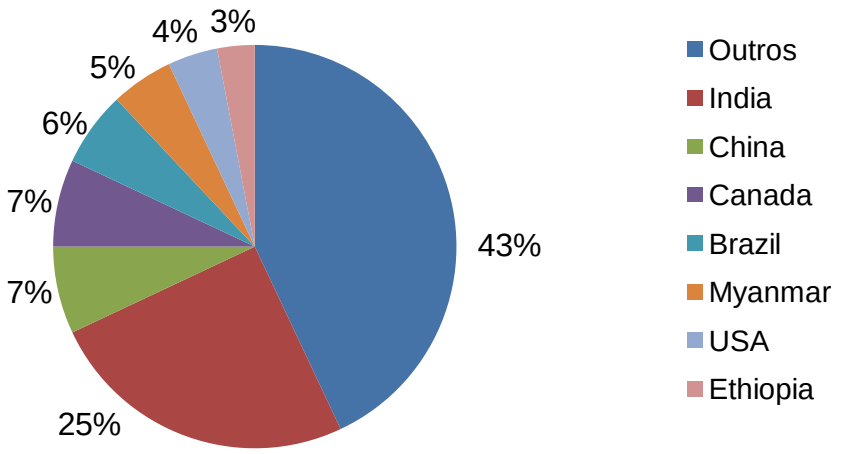
Quadro 2. Produção mundial de sementes de leguminosas, 2007 (1,000 t).

Continentes	Leguminosas total[a]	Feijão	Lentilha	Ervilha	Grão de Bico	Soja
Mundo	60,194	19,559	3455	10,563	8241	221,501
África	11,111	2856	105	382	324	1417
América central	2185	1853	7	8	163	124
América do norte	6025	1430	928	3405	231	91,203
America do sul e Caribe	6865	6153	16,759	94	170	98,885
Ásia	28,505	8701	2316	2392	7365	26,334
Europa	6841	404	48	3898	43	3607
Oceania	846	15	41	392	108	55

[a] sem a soja; FAOSTAT (2005-2007)

Em todo o mundo cinco países representam 50 % da produção global de leguminosas. A Índia lidera o grupo com 25 % de participação na produção mundial, seguida pelos outros principais países produtores como a China, Canadá, Brasil e Mianmar. A área mundial de cultivo de leguminosas foi estimada em cerca de 72 milhões de hectares em 2007 (FAOSTAT, 2007). Na figura 1 é possível observar a distribuição entre os principais países produtores de leguminosas.

Figura 1. Distribuição percentual dos principais países produtores de leguminosas em 2007.



FAOSTAT (2005-2007)

Grãos de leguminosas contêm quantidades relativamente altas de proteína em sua composição, como pode ser observado no Quadro 3. São ricos em fibras, minerais, carboidratos, antioxidantes e vitaminas, especialmente do complexo B, e pobres em gordura saturada, e o perfil de ácidos graxos das principais leguminosas pode ser observada no Quadro 4. A concentração elevada em proteína proporciona aminoácidos essenciais e ainda possuem propriedades físico-químicas de interesse tecnológico (Fernandez-Quintela et al.,1997; O'Kane et al., 2004ab; Kaur & Singh, 2007).

As proteínas vegetais como matéria prima para produtos alimentícios destacam-se por sua composição nutricional orientada para saúde e associada a benefícios dietéticos e pelo preço mais atraente que possibilita a disponibilidade a um custo mais acessível (Davis et al., 2010).

Quadro 3. Composição química do grão de algumas espécies de leguminosas

Nome	Espécie	Proteína (%)	Lipídio (%)	Carboidrato (%)	Fibra alimentar (%)	Mineral (%)
Soja	*Glycine hyspida max*	41	19.6	7.6	24	5.5
Ervilha	*Pisum sativum*	25.7	1.4	53.7	18.7	3.0
Grão de Bico	*Cicer arietinum*	22.7	5	54.6	10.7	3
Lentilhas	*Lens culinaris*	28.6	1.6	57.6	11.9	3.6

(IQBAL et. al., 2006)

Consumidores interessados em fontes alternativas de proteínas não são apenas vegetarianos, mas também aqueles que buscam ingerir uma proporção equilibrada entre proteína vegetal e animal, devido ao aporte diferenciado em aminoácidos. E ainda, pessoas que associam benefícios à saúde com tipos específicos de proteínas (Russell et al., 2006), como o exemplo da soja que é associada a inúmeros benefícios à saúde da mulher sobre os efeitos climatérios e o perfil lipídico na menopausa (Nahás, 2003).

Os benefícios á saúde da mulher estão relacionados as isoflavonas presentes na soja, que são substâncias químicas cujo efeito é semelhante ao do hormônio feminino estrogênio. Estudo conduzido por Taku e colaboradores (2012), mostrou que ingerir ao menos 54 miligramas de isoflavonas da soja cozida ou preparada diariamente, por um período entre seis semanas e um ano, diminui a frequência das ondas de calor em 20,6% e a intensidade do sintoma da menopausa em até 26% em comparação com o uso de um placebo. Desta forma o consumo de leguminosas em geral tem sido relacionado a benefícios a saúde do consumidor.

Quadro 4. Perfil de ácidos graxos de leguminosas por 100 gramas de parte comestível.

Nome	Espécie	Saturada (g)	Monoinsaturada (g)	Polinsaturada (g)
Soja	*Glycine hyspida max*	0,2	0,3	0,6
Ervilha	*Pisum sativum*	Tr	0,1	0,3
Grão de Bico	*Cicer arietinum*	0,9	1,4	2,8
Lentilhas	*Lens culinaris*	0,1	0,2	0,4
Feijão preto	*Phaseolus vulgaris*	0,2	0,3	0,8

(TACO, 2006)

2.3.1. Digestibilidade proteica

O valor nutricional de uma proteína é dependente de sua digestibilidade, biodisponibilidade de aminoácidos essenciais, ausência de toxicidade e antinutrientes (Pires et. al, 2006). A digestibilidade proteica é um determinante da qualidade proteica da dieta, definida como a porcentagem de proteína absorvida após a ingestão de certa quantidade pelo homem ou animal. Está diretamente relacionada com a disponibilidade do aminoácido, sendo por isso importante índice de qualidade proteica (Liu, 1999).

O PDCAAS (*protein digestibility corrected amino acid score*) é a medida atualmente aceita para avaliar a qualidade proteica (Schaafsma, 1994), é definido como a relação entre o conteúdo do primeiro aminoácido limitante na proteína (mg/g)

e o conteúdo daquele aminoácido em uma proteína de referência (mg/g), multiplicado pela digestibilidade verdadeira (FAO/WHO, 1985).

As proteínas de origem vegetal apresentam maior variabilidade quanto ao conteúdo de aminoácidos essenciais e a digestibilidade em relação a proteína animal. Dentre os alimentos de origem vegetal, os grãos de leguminosas cruas apresentam digestibilidade muito baixa, no entanto esse fato é melhorado com o cozimento, autoclavagem, tostagem ou outras formas de tratamento térmico.

O Quadro 5 apresenta a digestibilidade de alguns alimentos proteicos, considera-se que um valor acima de 1,0 indicam uma proteína de boa qualidade (que contem aminoácidos essenciais capazes de suprir as necessidades para dieta de humanos) (Pires et. al, 2006).

Quadro 5. PDCAAS de alguns alimentos proteicos.

Alimento	PDCAAs
Caseína	*1,0*
Clara de ovo	*1,0*
Concentrado proteico de soja	*0,99*
Isolado proteico de soja	*0,92*
Carne bovina	*0,92*
Farinha de ervilha	*0,69*
Isolado proteico de ervilha	*0,98*

(FAO/WHO, 1991)

Pode-se observar que os alimentos de origem vegetal têm menores valores de digestibilidade, no entanto, Liu (1999) descreve que após processamento térmico o grão cozido da soja chega a ter 92% de digestibilidade e dependendo do tratamento térmico aplicado pode alcançar 100%. A baixa digestibilidade observada em proteínas de leguminosas está relacionada a presença de antinutrientes nos grãos e o tratamento térmico adequado é essencial para aproveitamento dessa proteína.

2.3.2. Antinutrientes em Leguminosas

O potencial das proteínas de leguminosas para utilização na indústria é alto, no entanto seu uso limitado na alimentação pode estar relacionado à ação de antinutrientes presentes nos grãos e outras substâncias nocivas à saúde (Proll et.al., 1998). Esses fatores podem reduzir o valor nutricional, provocar efeitos fisiológicos adversos, diminuir a disponibilidade de alguns nutrientes ou serem responsáveis por sabores indesejáveis geralmente atribuídos à proteína de origem vegetal (Silva & Silva, 1999).

Essas substâncias podem ser: inibidores das enzimas proteases, lectinas, antivitaminas, lipoxigenases, saponinas, taninos, alérgenos, fitatos e toxinas.

Porém a diminuição da atividade desses antinutrientes após processamentos térmicos tem sido extensivamente reportada (Hernández-Infante et al., 1998; Marquez & Alonso, 1999; Wang. et al., 2003; Heng et al., 2006; Wang et al., 2009).

A pesquisa realizada por Ma et al. (2011), demonstrou que o pré-cozimento de farinhas de leguminosas tanto por torrefação quanto por fervura pode ser uma maneira de aumentar seu uso em formulações alimentares, já que esse processo pode reduzir o tempo de preparo do produto. Ambos os tratamentos térmicos resultaram em reduções significativas na atividade do inibidor de tripsina das farinhas de ervilha, lentilha e grão de bico.

Wang (2009) observou que a aplicação de calor através da imersão e da ebulição resultou na diminuição dos valores da atividade do inibidor de tripsina, variando entre 61,2% e 82,6% para as diferentes variedades de lentilhas. Outro dado reportado anteriormente pelo mesmo autor foi que o cozimento da ervilha amarela por 30 min. destruiu uma média de 84,3% da atividade dos inibidores de tripsina (Wang, et al., 2003).

A maioria dos alérgenos encontrados em leguminosas mostra-se termolábil e deixam de ser detectados nos alimentos depois de expostos ao calor de 100 ºC após 30 minutos (Mills et al., 2003).

Embora o processamento térmico possa levar a redução de nutrientes e modificação no sabor dos produtos, Sirtori et al. (2012) investigaram a influência dos processos e tratamentos térmicos sobre o perfil de proteínas em produtos de ervilha e observaram que a seleção adequada do tratamento como temperaturas amenas, baixos tempos de cozimento e baixa pressão, tem pouca modificação sobre o perfil proteico do alimento.

Atualmente embora a principal leguminosa produzida, comercializada e estudada seja a soja, existe um crescente interesse pelo uso de fontes alternativas. Outro ponto importante é a comercialização de alimentos a base de soja produzida por organismos geneticamente modificados (OGM) e transgênicos que trazem a discussão do tipo de alimento seguro para alimentação do consumidor em geral.

Desta forma, a utilização de fontes de leguminosas livres de OGM, com a correta aplicação do tratamento térmico e que ainda são subaproveitadas na alimentação humana, para formulação de novos alimentos é uma tendência em todo mundo, e a ervilha é uma interessante alternativa (Boye et al., 2010).

2.3.3. Ervilha (*Pisum sativum* L.)

A ervilha (*Pisum sativum*) é uma leguminosa originária do continente Europeu e comum, também, em parte da Ásia. No território brasileiro, adaptou-se à região Sul e, posteriormente, às condições climáticas da região do cerrado. Na alimentação humana é empregada em forma de grãos, grãos secos para reidratação, grãos para congelamento e enlatamento ou brotos e em preparações como: sopas, pudins, lanches e guisados. Porém sua produção é direcionada principalmente para formulação da ração animal e como cobertura vegetal do solo (Brasil, 2011). A área de cultivo de ervilha para alimentação humana no Brasil, em 2010, foi de 2.575 hectares, com produção de 5.963 toneladas, para comparação desses números pode-se usar a soja que é a leguminosa mais produzida no país e no mesmo período representou um total de 68.756.343 toneladas de quantidade produzida com 23.339.094 hectares de aera plantada (Brasil, 2010).

No Quadro 6 pode ser observado o valor da cotação do Kg da ervilha em reais comercializado no mercado atacadista de São Paulo em comparação com a soja e o feijão no mês de Junho de 2013. A ervilha mesmo importada tem o preço de mercado abaixo da cotação do feijão preto.

Quadro 6. Bolsa de Cereais de São Paulo (SP), cotação do preço em reais do kg da soja, do feijão preto e da ervilha, em Junho de 2013.

Mercadoria (Kg)	Valor Mínimo R$	Valor Máximo R$
Soja (em grão)	0,79	1,108
Feijão Preto tipo 1 (em grão)	3,59	3,74
Ervilha canadense (em grão)	2,20	2,80

(BRASIL. IEA, 2013)

2.3.4. Propriedades nutricionais e funcionais das proteínas de ervilha (*Pisum sativum*)

Sementes de ervilhas secas apresentam concentração de proteína variando entre 20% e 27%, dos quais 65% a 70% deste montante representam a porção de proteínas de reserva de leguminosas como a legumina e a vicilina presentes no grão (Schroeder, 1982).

As proteínas de reserva de leguminosas são sintetizadas nas sementes em desenvolvimento, sendo hidrolisadas na germinação para suprir as necessidades de aminoácidos e nitrogênio para o desenvolvimento da planta. Essas proteínas são divididas em quatro classes de acordo com a solubilidade: albumina, globulinas, glutelinas e prolaminas. O alto conteúdo de globulinas nas sementes indica que sua principal função é ser uma proteína de reserva para a planta e que assim serão mobilizadas durante todo o processo de germinação. (Gatehouse et al., 1984).

A fração de globulinas é representada por dois principais componentes presentes em todas as leguminosas: vicilina (~7S) e legumina (~11S). São proteínas de alto peso molecular e suas propriedades físico-químicas incluem: solubilidade em ampla faixa de pH, emulsificação, formação de espuma, aumento da viscosidade,

retenção hídrica e gelificação (Baniel, 1992, Pedrosa, 1997; Rangel, 2003; Maltais, 2008).

Boye et al. (2010) sugeriram que as propriedades físico-químicas observadas na ervilha são similares as observadas na soja. Essa similaridade pode ser explicada pela analogia entre a legumina da ervilha e a glicinina da soja, assim como, a vicilina da ervilha com a β-conglicinina da soja.

A composição de proteínas globulares varia entre os genótipos de ervilha e foi demonstrado que a relação de legumina / vicilina oscila entre 0,2 e 1,5 (Casey et. al., 1982), com a vicilina sendo a principal proteína para a maioria dos cultivares.

As farinhas de ervilha têm sido utilizadas em diversos tipos de aplicações na indústria de alimentos, incluindo a substituição de caseína e proteínas do soro do leite para nutrição esportiva, produtos para controle de peso corporal e alimentos funcionais, assim como a adição em produtos processados de carne, peixe, sopas e molhos para se ligar a gordura ou a água, e como enriquecimento proteico de alimentos cozidos, cereais e pequenos lanches (Marinangeli et al., 2009).

O concentrado proteico de ervilha (CPE) e isolado proteico de ervilha (IPE) são os produtos com o maior potencial para serem utilizados como ingredientes alimentares (Choi e Han, 2001). O CPE é feito a partir de farinha de ervilha, aonde a proteína é retirada dos grânulos de amido (Owusu-Ansah e McCurdy, 1991), resultando em teor de proteína de 47% (Sosulski e McCurdy, 1987). O IPE também é feito a partir de farinha de ervilha, mas por extração aquosa e precipitação isoelétrica da proteína (Owusu-Ansah e McCurdy, 1991), e o teor de proteína no isolado de ervilha é de aproximadamente 80% (Sosulski e McCurdy, 1987).

A qualidade nutricional da proteína de ervilha foi avaliada por alguns autores (Leterme, 2002; Foltz et al., 2008; Mitchell et al., 2009). O perfil de aminoácidos (Quadro 7) é caracterizado por um alto conteúdo de aminoácidos essenciais, porém apresenta deficiência na composição de aminoácidos sulfurados (Wang.et al., 2003).

Quadro 7. Composição aminoacídica (g aminoácido/ 100 g proteína) da proteína de ervilha (*Pisum sativum*).

Aminoácido	Proteína da ervilha (g/100 g proteína)
Leucina	8,4
Isoleucina	4,5
Valina	5,0
Lisina	7,2
Metionina	1,1
Fenilalanina	5,5
Treonina	3,9
Triptofano	1,0
Histidina	2,5
Tirosina	3,8
Arginina	8,7
Ácido Glutâmico	16,8

(IQBAL et. al., 2006)

Além da leucina, a glutamina e a arginina destacam-se como aminoácidos importantes encontrados na composição da proteína de ervilha. A glutamina (ácido glutâmico) é o aminoácido livre mais abundante no plasma e tecido muscular. Esse peptídeo é cientificamente considerado como nutriente essencial para o condicionamento físico, uma vez que desempenha papel importante na prevenção da fadiga e na resposta imunológica de atletas e praticantes de atividade física intensa. (Koyama et al., 1998; Nieman & Pedersen, 1999; Curi, 2000). Já a arginina tem papel importante na síntese de ureia, proteína, compostos de alta energia (creatina e creatina-fosfato) e óxido nítrico (Koller-Strametz, 1998; Kingwell, 2000; Reid, 2001). A composição de aminoácidos de diferentes fontes proteica pode ser observada no quadro 8.

Quadro 8. Conteúdo de aminoácidos essenciais em bebidas de diferentes fontes proteicas contendo aproximadamente 20 gramas de proteína/porção.

Aminiácidos	Bebidas contendo diferentes fontes proteicas			
	Proteína do soro do leite	Caseína	Soja	Ervilha
Arginina (g)	0,6	0,8	1,7	1,9
Ácido glutâmico (g)	3,6	4,4	4,3	3,7
Histidina (g)	0,4	0,6	0,6	0,5
Isoleucina (g)	1,4	1,2	1,1	1,0
Leucina (g)	2,3	1,8	1,8	1,9
Lisina (g)	1,9	1,6	1,4	1,6
Metionina (g)	0,5	0,5	0,3	0,2
Fenilalanina (g)	0,7	1,0	1,2	1,2
Treonina (g)	1,0	0,9	0,8	0,9
Triptofano (g)	0,3	0,2	0,2	0,2
Tirosina (g)	0,7	1,2	0,8	0,8
Valina (g)	1,0	1,4	1,1	1,1

(Tang, 2009)

2.3.5. Geleificação

A habilidade de formação de gel das proteínas globulares de ervilha quando submetidas ao calor é uma propriedade reológica importante. As globulinas ao sofrerem ação de processamentos térmicos, modificam sua conformação, aumentando a quantidade de resíduos hidrofóbicos expostos ao solvente aquoso. Como consequência, essas moléculas parcialmente desnaturadas sofrem ligações cruzadas com suas cadeias polipeptídicas, agregando-se para formar uma rede tridimensional que dará origem a um gel macroscópico (Andrade & Nasser, 2005; Remondetto & Subirade, 2003; Alting et al., 2003; Meng & Ma, 2002).

Essa ligação cruzada é causada por diferentes forças moleculares e pode envolver pontes de hidrogênio, atrações iônicas, pontes dissulfeto, associações

hidrofóbicas ou uma combinação desses eventos (Otte et al., 1999). As forças moleculares envolvidas na rede de gel são dependentes do tipo e da estrutura proteica, que podem ser influenciados pelo método utilizado para isolar essa proteína (Shimada & Matsushita, 1980; Utsumi & Kinsella, 1985) e as propriedades do gel obtido podem ser afetadas por alterações no pH e na força iônica (Sun & Arntfield, 2011).

A formação do gel ocorre somente dentro de um limite de hidrogenação e de acidez ótimo, isso porque o pH afeta a distribuição e a densidade de cargas na proteína. Para todas as proteínas há um valor definido em que as cargas positivas e negativas se equilibram, ocorrendo atração entre elas, o que leva à insolubilização e à consequente precipitação. Este valor de pH é conhecido como ponto isoelétrico (pI) (Oetterer et. al, 2006).

A firmeza do gel cai lentamente ao decrescer ou aumentar rapidamente o valor do pH. Desta forma é importante conhecer o pH ótimo para gelificação da proteína de ervilha. Em valor de pH maior ou menor que o pI, a proteína carrega as cargas elétricas de mesmo sinal e as forças de repulsão favorecem a solubilização (Oetterer et. al, 2006).

Bora et al. (1994) determinaram que as condições ótimas para a gelificação da globulina de ervilha correspondem a um pH de 7,1 e um tratamento térmico de 87 ºC durante 20 min. Este autor também observou que a legumina não forma géis e que a firmeza do gel é inversamente proporcional à proporção de mistura de legumina/vicilina.

As contribuições de proteínas globulares para a formação de gel e as forças moleculares envolvidas na gelificação têm sido frequentemente estudadas de forma a ampliar o uso de proteínas de leguminosas na produção de alimentos para fins especiais. A obtenção de um gel confere estrutura e estabilidade a diversos alimentos, daí a sua importância em aplicações alimentares, na medida em que constitui uma matriz estrutural de retenção da água e de outros ingredientes alimentares, como açúcares, gordura e compostos aromáticos (Ribotta et al., 2012; Sun & Arntfield, 2012).

2.4. Produtos alimentícios para atletas

No mercado atualmente existem alimentos de consistência viscosa, voltados para o consumo de atletas, em sua maioria, constituídos somente por carboidrato com a função de reposição de energia.

Em uma busca por produtos em gel em lojas de suplementos e sites de venda pela internet, foram encontrados apenas 5 suplementos em gel diferentes contendo proteína em sua composição. A comparação entre a composição de cada gel está descrita no Quadro 9.

Quadro 9. Comparação entre a composição de 5 suplementos em gel disponíveis no mercado contendo proteína em sua composição

Nome do Gel (marca do produto)	CHO (g)	PTN (g)	Volume (g)	Proporção CHO:PTN	Fonte proteica
Accel Gel (Pacifc Health)	20	5	37	4:1	Proteína isolada e hidrolisada do soro do leite
VO2 Max Energy Fuel (IntegralMedica)	19	1	30	19:1	Proteína isolada do soro do leite e BCAA
E-Power Energy Gel (Solaris Nutrition)	16	4	30	4:1	Proteína do soro do leite
E-Power Energy Gel (+Ribose) (Solaris Nutrition)	22	1	30	22:1	Proteína do soro do leite
Whey Gel Speed Release (Nutrilatina AGE)	3,5	11	35	1:3	Proteína do soro do leite

CHO: Carboidrato; PTN: Proteína; BCAA: Aminoácidos de cadeia ramificada (do inglês; Branched Chain Amino Acids). (Internet; Loja de suplemento online; Acessado em: out/2013)

Na legislação vigente, esses alimentos de consistência viscosa existentes no mercado enquadram-se como alimentos para praticantes de atividade física, segundo RDC Nº. 18, de 27 de abril de 2010 da ANVISA. Esses alimentos são

divididos em: 1) suplemento hidroeletrolítico para atletas; 2) suplemento energético para atletas; 3) suplemento proteico para atletas; 4) suplemento para substituição parcial de refeições de atletas; 5) suplemento de creatina para atletas; 6) suplemento de cafeína para atletas (BRASIL, 2010).

Os suplementos energéticos para atletas devem conter, no mínimo, 75% do valor energético total proveniente dos carboidratos e a quantidade de carboidratos deve ser de, no mínimo, 15 g na porção do produto pronto para consumo. Este produto pode ser adicionado de vitaminas e minerais, lipídios, proteínas intactas e ou parcialmente hidrolisadas, com a finalidade de permitir o alcance e/ou a manutenção dos níveis apropriados de energia para atletas (BRASIL, 2010).

Os suplementos proteicos para atletas devem conter, no mínimo, 10 g de proteína na porção e 50% do valor energético total proveniente das proteínas, com o intuito de aumentar a ingestão destes nutrientes ou de complementar as dietas de atletas, cujas necessidades proteicas não estejam sendo satisfatoriamente supridas pelas fontes alimentares habituais (BRASIL, 2010). Os suplementos em gel encontrados no mercado e descritos anteriormente classificam-se como suplementos energéticos para atletas.

Observa-se que a disponibilidade de produtos de origem animal é superior a produtos de origem vegetal, não somente para o gel alimentar assim como para produtos em pó e bebidas prontas para o consumo. O que é importante destacar deste fato é que as proteínas de origem animal tendem a ser mais caras que as proteínas de origem vegetal. Em uma pesquisa de mercado com fornecedores de matéria-prima observou-se que o preço de aproximadamente 1 Kg de proteína isolada do soro do leite custa cerca de $ 28,32 (aproximadamente R$ 68,00). Enquanto o kg do Isolado proteico da ervilha é comercializado a $ 18,99 (aproximadamente R$ 45,00) (Internet; Loja de suplemento online; Acessado em: out/2013). O preço do produto com proteína de origem animal pronto para o consumo é ainda maior variando entre marcas e fabricantes diferentes.

Agrupando-se os aspectos apresentados, verifica-se a possibilidade de utilização de proteína vegetal para formulação de um produto com consistência em

gel associado a carboidratos, visto que os produtos existentes no mercado em geral têm como base a proteína animal. Portanto, a introdução da proteína de ervilha como fonte proteica principal seria uma inovação no desenvolvimento de um novo produto com características sensoriais adequadas que pode ser uma opção economicamente acessível de suplementação alimentar e contribuir positivamente com a população praticante de atividade física.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo Geral

Desenvolver um produto alimentício para atletas rico em proteínas de ervilha (*Pisum sativum* L.) e carboidratos.

3.2. Objetivos Específicos

- Selecionar concentrado proteico de ervilha disponível comercialmente quanto à qualidade físico-química;
- Estabelecer os parâmetros para escolha do tratamento térmico adequado e das matérias primas selecionadas para elaboração de um produto alimentício com consistência em gel.
- Estabelecer as proporções entre carboidratos e proteínas para a formulação do produto alimentício com consistência em gel com alta concentração de nutrientes;
- Avaliar as características físicas, químicas, físico-químicas, reológicas e microbiológicas do produto alimentício formulado;
- Avaliar a aceitabilidade e a intenção de compra desse produto pelo público alvo;

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Seleção do concentrado proteico de ervilha comercial (CPE)

4.1.1. Matéria-prima

Foram obtidas três matérias primas de fornecedores diferentes, todas eram farinhas de ervilha disponibilizadas como concentrado proteico de ervilha amarela (CPE) por indústrias alimentícias para serem utilizadas durante o preparo de produtos e alimentos. O primeiro, que receberá o nome de CPE 1, proveniente da empresa Norueguesa Agrimarin Nutrition. O segundo, que receberá o nome de CPE 2, proveniente da empresa francesa Roquete Freres. O terceiro, que receberá o nome de CPE 3, proveniente da empresa Norte-americana Protein factory. No Quadro 8 podem ser encontradas informações sobres os produtos disponibilizadas pelos fabricantes.

Quadro 10. Descrição do fabricante sobre principais características dos concentrados proteicos obtidos.

Especificações	CPE 1	CPE 2	CPE 3
Cor	Amarelo creme	Bege alaranjado	-
Odor e sabor	Típico de ervilha	Neutro	Típico de ervilha
Vida de prateleira	24 meses	12 meses a 5 anos	24 meses
Aplicação	Alimentos ou alimentação	Alimentação	Alimentação
Proteína (%)	53 – 57	80 – 87	73 – 80
Carboidrato (%)	21 – 34	-	8 – 10
Amido (%)	4 – 9	-	-
pH (%)	5,5 – 6,0	7 - 10	7 – 8,5

*dados fornecidos pelos fabricantes.

4.1.2. Caracterização dos CPE obtidos

Os produtos foram avaliados quanto à composição química determinada com base nos métodos físico-químicos para análise de alimentos descritos Instituto Adolf

Lutz, 2008 (IAL, 2008). Todas as análises da composição química dos CPE foram conduzidas no laboratório DAFEE, localizado no subsolo do Instituto de nutrição Josué de Castro, Centro de ciências da Saúde, na UFRJ. As análises foram feitas em triplicata e os resultados expressos em g / 100 g de amostras.

a) Umidade

A umidade foi determinada gravimetricamente após secagem em estufa a 105ºC por 6 horas até a obtenção de pesos constantes.

b) Cinzas (resíduo mineral fixo)

O teor de cinzas foi medido gravimetricamente após calcinação das amostras em mufla a 550ºC por 6 horas. Desta forma, a fração orgânica volatiliza-se sob a forma de dióxido de carbono e água, permanecendo o resíduo mineral fixo.

c) Lipídeos

O conteúdo de lipídeos foi determinado pelo método de extração direta e contínua com solvente (éter) em aparelho do tipo Soxhlet, seguida de remoção por evaporação do solvente empregado.

d) Proteína Bruta

O teor de proteína foi determinado pelo método de “Kjeldahl”, que consiste em 3 etapas: digestão, destilação e titulação. O teor de proteína foi calculado multiplicando o valor de nitrogênio total obtido pelo fator de conversão utilizado para leguminosas 6,25.

e) Carboidratos totais

Método de NIXFET, que determinada à quantidade de carboidratos totais a partir da diferença após análise centesimal.

f) Sólidos totais

Os sólidos totais foram determinados pela diferença de 100 g e o teor de umidade. Essa diferença é expressa em g de sólidos totais / 100 g de amostra.

g) Determinação do pH

A determinação do pH se deu através do processo eletrométricos em que empregam-se aparelhos que são potenciômetros especialmente adaptados permitem uma determinação direta, simples e precisa do pH. Foram utilizadas soluções tampão de pH 4, 7 e 10 para calibrar o aparelho.

h) Acidez

A determinação da acidez pode se dar através da avaliação da acidez titulável ou do fornecimento da concentração de íons de hidrogênio livres, por meio do pH. O método da acidez titulável consiste em titular soluções de álcali padrão (0,1 N) a acidez do produto ou de soluções aquosas ou alcoólicas do produto e, em certos casos, os ácidos graxos obtidos dos lipídios. Será expressa em mL de solução molar por cento.

i) Solubilidade em água

A solubilidade em água foi determinada de acordo com o método de Eastman & Moore (1984), adaptado por Cano-Chauca & Stringheta (2005). O método consiste na adição de 1 g de amostra a um recipiente contendo 100 ml de água destilada, operando com agitação magnética a alta velocidade no nível 4 do agitador magnético por 5 minutos, seguida por uma centrifugação a 3000 rpm, também por 5 minutos. Posteriormente, uma alíquota de 25 ml do sobrenadante é retirada e levada à estufa a 105ºC, até peso constante. A solubilidade é calculada pela diferença de peso.

As características do produto como cor, textura e comportamento em água foram observadas como parâmetros de avaliação subjetiva, utilizados para seleção do CPE apropriado a aplicação na elaboração do alimento. Portanto os parâmetros para seleção do CPE mais adequado a elaboração de um produto alimentício, foram o teor de proteína da amostra junto às características observadas na análise subjetiva.

4.2. Desenvolvimento de um produto alimentício de consistência em gel e CPE.

Após seleção do CPE, foram estabelecidos parâmetros para a elaboração de um produto com consistência em gel. Avaliou-se a melhor forma de preparo do produto alimentício a partir da aplicação do tratamento térmico mais indicado, a melhor proporção entre carboidrato e proteína e a relação volume final e o teor de sólidos totais.

Esses parâmetros foram avaliados de forma a possibilitar a obtenção de um produto com boa característica sensorial, com a proporção adequada de carboidratos e proteínas e com um teor de sólidos totais elevado em um volume final reduzido.

4.2.1 Tratamento térmico

A aplicação do tratamento térmico adequado foi baseada nos seguintes parâmetros:

- O tratamento tem que conferir vantagens para a elaboração do produto
- Auxiliar na redução da ação de antinutrientes
- Proporcionar maior rendimento final
- Viabilidade a reprodução do método em escala industrial.

O CPE foi diluído em água para possibilitar o cozimento adequado. Foram testados 4 tipos diferentes de aplicação de calor. O calor úmido consiste em utilizar a água como meio de cocção, concentrado as substâncias extrativas do alimento e, geralmente, hidratando-o (Ornelas, 2006). Os métodos de cocção empregados foram:

Fervura em fogo lento (1): Consiste em cozinhar o alimento em água abaixo do ponto de fervura ou entre 85 e 95ºC, em panela comum. (Ornelas, 2006)

Aplicação de microondas (2): O aquecimento por microondas consiste em cozinhar o alimento a partir de ondas eletromagnéticas que em certas frequências geram calor nos materiais (Gava, 2008).

Cozimento em panela de pressão (3): O cozimento chega a 120ºC, devido à pressão interna da panela que aumenta, pois o vapor d´água fica retido e não se dissipa facilmente, fazendo com que a água ferva em uma temperatura elevada (Ornelas, 2006).

Cozimento em panela de pressão com recipiente fechado (4): A mistura é colocada em um recipiente fechado. Uma vez dentro da panela de pressão, a vasilha em que é colocada a preparação para cozinhar é submersa na panela com água em ebulição. O calor atinge igualmente toda a superfície da vasilha (Ornelas, 2006).

a) Determinação do fator térmico e rendimento

O fator térmico ou fator de cocção indica a relação entre a quantidade de alimento cozido (alimento pronto para consumo) e a quantidade de alimento cru e limpo usado antes da cocção. É utilizado para definir rendimento do alimento nas preparações. É calculado pela seguinte fórmula: Fator térmico (FT) = Peso do alimento cozido / peso líquido ou peso do alimento cru (ARAÚJO, 2007).

O tratamento que possibilitasse melhores características sensoriais ao CPE, associada à redução de teores de antinutrientes e com baixa interferência sobre as características das proteínas, seria eleito para a elaboração do produto proposto. Para avaliar os efeitos do tratamento térmico sobre a ação dos antinutrientes e a influência da aplicação do calor sobre as características da proteína, foram realizadas análises específicas.

b) Eletroforese em gel de poliacrilamida (SDS-PAGE)

Para avaliar o efeito da aplicação do calor sobre a proteína da ervilha, mas especificamente a vicilina, as amostras foram analisadas através de um gel de eletroforese. Amostras contendo quantidades conhecidas de proteínas determinadas pelo método de Lowry (Lowry, 1951), foram adicionadas a igual volume de tampão de amostra (glicerol 10%, β-mercaptoetanol 5%, SDS 2,3%, Tris-HCl pH 6,8 0,0625 M), centrifugadas rapidamente e aplicadas no gel.

O padrão de peso molecular utilizado foi Thermo Scientific Prestained Protein molecular (20 a 120 kDa) e com componentes proteicos: beta-galactosidase (120 kDa), albumina de soro bovino (85 kDa), ovalbumina (50 kDa), anidrase carbônica (35 kDa), beta-lactoglobulina (25 kDa), lisozima (20 kDa).

Os géis de 15% de SDS-poliacrilamida (Laemmli, 1970) foram confeccionados e submetidos a uma corrente de 30 mA, com voltagem constante em um sistema de mini-gel, Hoefer miniVE-Vertical electrophoresis System, da Amersham Pharmacia Biotech. Após a corrida, os géis foram corados com Coomassie Brilliant Blue de acordo com protocolos descritos na literatura e posteriormente escaneados. Essa análise foi realizada no laboratório DAFEE, localizado no subsolo do Instituto de nutrição Josué de Castro, Centro de ciências da Saúde, na UFRJ.

c) Determinação da presença de inibidores de tripsina

A atividade dos inibidores de tripsina foi analisada com base nos métodos enzimáticos que utilizam o Benzoil D.L-arginina p-nitroanilida (BAPA) como substrato (Kakade et al., 1974 e Trugo et al., 1990). A tripsina catalisa a hidrólise de proteínas e peptídeos e os inibidores de tripsina formam um complexo fortemente estável, indisponibilizando a enzima. O método baseia-se na hidrólise da ligação éster e amida do BAPA, um derivado sintético de aminoácidos, pela tripsina livre dos inibidores. O produto da hidrólise, p-nitroanilida, é determinado espectrofotometricamente. A atividade dos inibidores de tripsina é expressa em unidade de tripsina, sendo considerada como o número de unidades de tripsina inibidas por g de amostra (UTI/g). Uma unidade de tripsina é definida arbitrariamente

como o aumento de 0,01 unidades de absorbância a 410 nm de 10 mL da mistura reativa.

4.2.2. Relação entre o teor de sólidos totais, volume final e proporção carboidrato e proteína.

A elaboração do produto foi baseada de forma a possibilitar uma proporção carboidrato/proteína ideal, que respeitasse as mais utilizadas em estudos com suplementação de atletas, como foi descrito anteriormente na Tabela 1 do item 2.1 do referencial teórico, ficando está razão entre 2 a 4 partes de carboidrato para cada parte de proteína.

O produto alimentício de consistência em gel tende a ter uma maior concentração de nutrientes em um volume reduzido. Um dos parâmetros mais importantes para elaboração do produto proposto é a obtenção de alta concentração de sólidos totais em um volume satisfatório, que facilite a ingestão rápida e possibilite maior quantidade de nutrientes por porção.

Para obtenção de um gel com essas características foram testadas 9 formulações com diferentes proporções de sólidos totais, respeitando as razões carboidrato:proteína preconizadas anteriormente. As formulações estão descritas no Quadro 8, e foram padronizadas em um volume final de 100 g, partindo de 50% de sólidos totais, percentual a partir do qual a mistura estava em um estado transitório de líquida para uma preparação mais sólida.

Quadro 11. Planejamento para o teste de diferentes formulações de um produto alimentício com consistência em gel e CPE 3 quanto ao teor de sólidos totais e proporção de carboidrato e proteína.

Sólidos Totais (%)	Razão Carboidrato e Proteína		
	2:1	**3:1**	**4:1**
50%	50 g ST 34 g CHO – 16 g PTN	50 g ST 37,5g CHO – 12,5 g PTN	50 g ST 40 g CHO – 10 g PTN
60%	60 g ST 40 g CHO – 20 g PTN	60 g ST 45 g CHO – 15 g PTN	60 g ST 48 g CHO – 12 g PTN
70%	70 g ST 46,7 g CHO – 23,3 g PTN	70 g ST 52,5 g CHO – 17,5 g PTN	70 g ST 56 g CHO – 14 g PTN

Legenda: ST=Sólidos totais; CHO=Carboidrato; PTN=Proteína;

4.2.3. Viscosidade Aparente (ηap)

As formulações anteriormente descritas no Quadro 9, foram analisadas quanto à viscosidade aparente. Essas análises foram realizadas em reômetro AR-G2 fabricado pela TA Instruments. A geometria de placas utilizada foi a placa cone (D = 40 mm). Para a classificação das amostras, a análise constituiu na aplicação de um gradiente de taxa de cisalhamento crescente (0 a 200 s^{-1}) e decrescente (200 a 0 s^{-1}) com temperatura constante (25ºC). (Pierucci, 2001).

Com base nos resultados de cada etapa de elaboração do produto alimentício foi possível chegar à formulação final do produto.

4.2.4. Formulação de um produto alimentício com CPE.

Após estabelecer os parâmetros para confecção, foi conduzida a etapa de formulação final do produto que apresenta em sua composição, maltodextrina e

frutose associada ao CPE previamente selecionado, com posterior aplicação de aromatizantes de baunilha para conferir sabor à preparação.

As formulações foram preparadas seguindo as boas práticas de manipulação e higienização dos alimentos e utensílios, todos os manipuladores estavam devidamente equipados com avental, tocas, luvas e máscaras para evitar qualquer tipo de contaminação ao alimento.

4.3. Caracterização físico-química do produto alimentício formulado

O produto formulado foi caracterizado com base nos métodos físico-químicos para análise de alimentos descritos pelos métodos de AOAC, como previamente exposto no item 4.1.2., para a determinação do teor de umidade, cinzas, proteína bruta, lipídeos, carboidratos, acidez total, sólidos totais.

O Valor calórico da formulação foi determinado através da soma das calorias fornecidas por carboidratos, lipídeos e proteínas, multiplicando-se seus valores em grama pelos fatores Atwater, o fator que representa o calor liberado pela oxidação ou queima de um alimento em um calorímetro tipo bomba, que são respectivamente 4 kcal, 9 kcal e 4 kcal. (Ribeiro, 2003).

4.4. Análises microbiológicas do produto alimentício formulado

As análises microbiológicas que incluem: bolores e leveduras, bactérias heterotróficas mesófilas, *Bacillus cereus, Salmonella*, coliformes totais e fecais foram realizadas logo após o preparo do produto alimentício, que foi transportado até o Laboratório de Microbiologia de Alimentos do Instituto de Microbiologia da UFRJ, com o recipiente ainda fechado, sendo aberto sob luz ultravioleta para evitar contaminação de agentes externos. Os resultados foram comparados aos valores encontrados na Resolução nº 12/2001 (Brasil, 2001), que dispõe sobre padrões microbiológicos para alimentos, de forma a garantir que o produto fosse próprio para consumo humano.

4.5. Aspectos de bioética.

A presente pesquisa foi realizada em sua totalidade com respeito às normas contidas na resolução CNS 466, de 12 de dezembro de 2012 (Conselho Nacional de Saúde), que regulamenta as práticas de pesquisas envolvendo seres humanos. Os sujeitos fizeram parte do estudo de análise sensorial do produto e para tal assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) (Anexo 1) no qual foram devidamente informados sobre os procedimentos aos quais seriam submetidos ao longo da pesquisa. Essa pesquisa foi aprovada sob o número Certificado de Apresentação Apreciação Ética (CAAE) 18489413.1.0000.5257 em 29 de Agosto de 2013.

4.6. Análise da aceitabilidade de um produto pelo público alvo.

4.6.1 Público alvo

Para análise sensorial foram selecionados indivíduos adultos, de ambos os sexos, com idades entre 18 e 40 anos, que sejam atletas ou praticantes de atividade física intensa e regular. Ficando excluídos da pesquisa fumantes e/ou portadores de qualquer tipo de doença e que pratiquem atividade física intensa menos de 3 dias na semana, bem como ser menor de 18 anos. Os provadores foram selecionados durante o Campeonato Brasileiro masculino de Hóquei sobre grama, realizado nos dias 7 e 8 de Setembro de 2013, através de um questionário de caracterização dos provadores (Anexo 2) e avaliação do seu potencial como consumidor de suplemento para praticantes de atividade física.

4.6.2. Análise de aceitabilidade e intenção de compra do produto pelo público alvo

Com intuito de verificar o potencial de consumo, foi realizada a avaliação e aceitabilidade do produto alimentício a base de proteína de ervilha. Para fins de comparação, os mesmos testes de aceitabilidade foram feitos com um produto comercial a base de proteína animal. Os atributos estabelecidos foram: cor, consistência, gosto doce, sabor, aceitação global e intenção de compra.

O teste foi realizado com provadores considerados potencial consumidor, em ambiente de competição, aonde é comum o consumo desse tipo de produto.

Os produtos foram codificados com números de três dígitos e posicionados aleatoriamente. As amostras foram servidas em torno de 25ºC e apresentadas em recipientes transparentes, cada um com conteúdo total de 5 g por porção oferecida aos provadores seguindo todo o procedimento indicado para uma análise sensorial.

Os dois produtos em estudo, tanto o produto produzido quanto o produto comercial, foram submetidos à análise sensorial de aceitação utilizando-se uma escala hedônica estruturada verbal de 9 pontos para aceitação quanto a cor, consistência, gosto doce, sabor e aceitação global, onde 9 representava "gostei muitíssimo" e 1 representava " Desgostei muitíssimo" (MEILGAARD et. al, 2006), e a escala estruturada de 5 pontos para intenção de compra do produto, onde 5 correspondia a "certamente compraria" e 1 "certamente não compraria" (MEILGAARD et. al, 2006) (Anexo 3).

4.7. Análise estatística

Todas as análises, com exceção da análise sensorial, foram realizadas em triplicata, em experimento inteiramente casualizado. Os resultados foram expressos em médias e desvios-padrão, tratados estatisticamente utilizando testes de variância como ANOVA *one-way* e o teste de Tukey ao nível de significância 5% ($p<0,05$) com auxílio do programa computacional para análises estatísticas SPSS 20,0 (Statistical Software versão 20). Além dos histogramas de frequência das notas atribuídas pelos provadores e do índice de Aceitabilidade – IA (%) = A x 100 / B, em que A= nota média obtida para produto, e B = nota máxima dada para o produto, considerando boa aceitação para IA igual ou superior a 70% (DUTCOSKY, 2007).

5. RESULTADOS

5.1. Seleção do concentrado proteico de ervilha comercial (CPE)

A seleção do CPE foi baseada na comparação entre as características físico-químicas das amostras. O produto que possuísse qualidade sensorial favorável aliada à alta concentração proteica e maior solubilidade em água seria o mais indicado para a elaboração de um produto alimentício. Os resultados da análise centesimal estão descritos na Tabela 1 e os resultados quanto a acidez titulável e pH são encontrados na Tabela 2.

Tabela 1. Comparação quanto à composição centesimal entre três amostras de concentrado proteico de ervilha comercial.

Análises	CPE (1) X ± SD (%)	CPE (2) X ± SD (%)	CPE (3) X ± SD (%)
Umidade	10,28 ± 0,02[a]	7,14 ± 0,01[b]	5,49 ± 0,01[c]
Resíduos sólidos	89,72 ± 0,02[a]	92,86 ± 0,01[b]	94,51 ± 0,01[c]
Cinzas	5,44 ± 0,06[a]	3,93 ± 0,001[b]	5,98 ± 0,02[c]
Proteínas	53,16 ± 0,02[a]	83,45 ± 0,10[b]	80,33 ± 0,10[c]
Lipídio	2,83 ± 0,01[a]	0,29 ± 0,001[b]	1,04 ± 0,01[c]
Carboidrato	28,29 ± 0,06[a]	4,67 ± 0,10[b]	7,17 ± 0,14[c]

Letras diferentes (a, b e c) em linhas horizontais diferem significativamente ($p<0,05$)

O CPE (2) apresentou maior concentração de proteínas em sua composição e menor concentração de lipídios. O CPE (3) apresentou maior teor de cinza, o que representa a presença mais acentuada de resíduo mineral e maior teor de resíduos sólidos na composição. O CPE (1) apresentou um maior teor de carboidratos e lipídios em relação às outras amostras. Com relação aos macronutrientes, todas as amostras diferem estatisticamente entre si quanto ao teor de proteína, carboidrato e lipídios.

Tabela 2. Comparação quanto aos valores de acidez titulável e pH entre três amostras de concentrado proteico de ervilha comercial.

Análises	CPE (1)	CPE (2)	CPE (3)
Acidez titulável (%)	2,20[a]	1,20[b]	2.30[a]
pH	6,00[a]	7,56[b]	6,25[a]

Letras diferentes (a, b e c) em linhas horizontais diferem significativamente (p<0,05)

O valor de pH foi maior para o CPE (2) que apresentou menor acidez titulável. A Figura 2 representa a comparação entre a composição de macronutrientes de cada amostra de concentrado proteico de ervilha comercial.

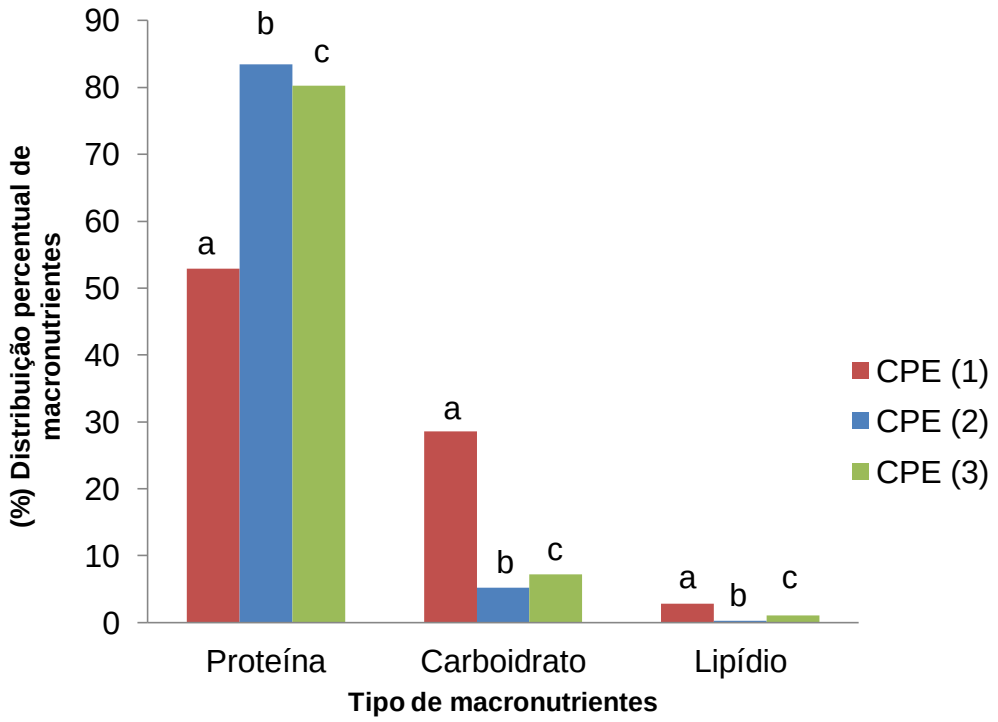


Figura 2. Comparação entre a composição de macronutrientes em cada amostra de concentrado proteico de ervilha comercial em relação ao tipo de macronutriente analisado. Letras diferentes (a,b e c) diferem significativamente (p<0,05).

Para corroborar a seleção da matéria prima foram observadas as características sensoriais de cada amostra para avaliação qualitativa dos CPE. Foram comparados parâmetros como cor, aroma, textura e capacidade de solubilidade em água e esses dados podem ser observados na tabela 3.

Tabela 3. Comparação ilustrativa entre as características sensoriais do CPE (1), CPE (2) e CPE (3), quanto à textura e comportamento em água.

AMOSTRAS	TEXTURA	COMPORTAMENTO EM ÁGUA
CPE (1)	Farinha em flocos	
CPE (2)	Farinha fina	
CPE (3)	Farinha fina	

O comportamento em água e a coloração são diferentes para cada CPE. Para quantificar o comportamento em ambiente aquoso, foi avaliada a capacidade de solubilidade em água dessas amostras e os resultados obtidos podem ser encontrados na Tabela 4.

Tabela 4. Percentual de Solubilidade em água de 3 amostras diferentes de concentrado proteico de ervilha.

Concentrado Proteico	Média ± DP (%)	Coeficiente de Variação
CPE (1)	8,13 ± 0,09[a]	1,07
CPE (2)	10,14 ± 0,02[b]	0,15
CPE (3)	13,95 ± 0,10[c]	0,74

Letras diferentes (a,b e c) diferem significativamente ($p<0,05$)

O CPE (3) apresentou a solubilidade em água de 13,95%, estando acima dos valores observados para o CPE (1) e CPE (2), 8,13% e 10,14% respectivamente. O coeficiente de variação de cada amostra foi baixo, isso representa que os dados obtidos são homogêneos e seguem um padrão semelhante.

Após análise de todos os dados descritos anteriormente, a matéria prima selecionada para próxima etapa foi o CPE (3) que apresentou alta concentração de proteína por porção (80,3%) associada à maior solubilidade em água e as características sensoriais favoráveis para a produção de um novo produto, como a textura e o comportamento em água.

5.2. Parâmetros para elaboração e formulação de um produto de consistência em gel com aplicação de CPE.

5.2.1. Tratamento térmico

O CPE (3) foi diluído em água (para cada tratamento foram pesados 10 gramas de amostra e misturadas a 20 ml de água) e submetido a três diferentes tipos de tratamento térmico: Fervura em fogo lento, aplicação de microondas e cozimento em panela de pressão. Na Tabela 5 é possível observar os parâmetros utilizados para cocção e a apresentação pós-cocção do CPE.

Tabela 5. Comparação entre os diferentes tratamentos térmicos aplicados ao concentrado proteico de ervilha (3) diluído em água.

Tipo de tratamento térmico	T (min)	Aparelho	Intensidade da cocção	FT	Apresentação Pós-cocção
Fervura em fogo lento	10	Fogão caseiro	Fogo baixo	0,85	
Aplicação de Microondas	10	Aparelho microondas	Potência 50%	0,93	
Cozimento em panela de pressão	10	Fogão caseiro	Fogo Baixo	0,90	

Legenda: T (min) = Tempo em minutos; FT (fator térmico)

A fervura em fogo lento em panela comum é o método mais prático e fácil para ser reproduzido, no entanto ocorre evaporação da água rapidamente, gerando um produto mais espesso, os açúcares tendem a caramelizar e o produto adere com mais facilidade ao fundo do recipiente, levando a maior quantidade de perdas durante o processo de cocção (fator térmico: 0,85) e não reduzindo o sabor adstringente do produto.

A aplicação de microondas mostrou-se o método com menor evaporação de água em relação ao tratamento anterior (fator térmico: 0,93), no entanto o gosto adstringente da proteína continuou acentuado.

O cozimento em panela de pressão mostrou-se um método eficiente para a redução do gosto adstringente do produto, porém com o aquecimento a proteína forma espuma e ocorrem perdas durante a cocção (fator térmico: 0,92).

Para tentar minimizar as perdas durante o processo de cocção da amostra e aproveitando que o processo de cozimento em panela de pressão mostrou-se mais efetivo para redução do gosto adstringente, a amostra foi colocada em um recipiente hermeticamente fechado, e este recipiente foi colocado na panela de pressão com 80% do seu volume preenchido por água e submetido a cozimento durante 10 minutos. A Tabela 6 é possível observar os parâmetros de cocção em recipiente fechado e a apresentação da amostra pós-cocção.

Tabela 6. Representação, parâmetros de cocção e apresentação pós-cocção do CPE (3) aquecido em recipiente fechado submetido à pressão.

Representação do recipiente fechado submetido à pressão	Parâmetros de cocção	Apresentação pós-cocção
	Tempo de cocção: 10 minutos Aparelho: Fogão caseiro Intensidade do cozimento: fogo baixo Fator Térmico: 0,98	

As vantagens e desvantagens do uso de cada tratamento estão descritas na Tabela 7. A cocção em recipiente fechado dificultou a evaporação de água durante o processo, permitiu a redução do sabor adstringente do produto e o isolamento da mistura minimizou as perdas por aderência ao recipiente de cocção (fator térmico: 0,98).

Tabela 7. Vantagens e desvantagens dos métodos de cocção empregados na elaboração do produto alimentício.

Tratamento térmico	Vantagens	Desvantagens
Cozimento em fervura lenta (panela aberta)	Método prático e fácil de ser reproduzido	Elevada evaporação de água; Adstringência acentuada; Os açúcares presentes no CPE tendem a caramelizar; Produto final espesso e perdas durante a cocção por aderência ao recipiente.
Microondas	A cocção tem menor evaporação de água	Uso intermitente do equipamento (o calor tem de ser aplicado em mais de uma etapa, pois o alimento queima antes de ter uma apresentação favorável).
Panela de pressão	Menor perda de água que o cozimento em fervura lenta	Caramelização dos açúcares presentes no CPE; Formação de espuma acentuada; Perdas durante a cocção (aderência com a panela)
Panela de pressão com recipiente fechado	Menor perda de água e aderência ao recipiente	Uso de um recipiente para isolar a mistura do meio de cocção.

A Figura 3 apresenta o perfil eletroforético das amostras de CPE (3), submetidas aos diferentes tratamentos térmicos.

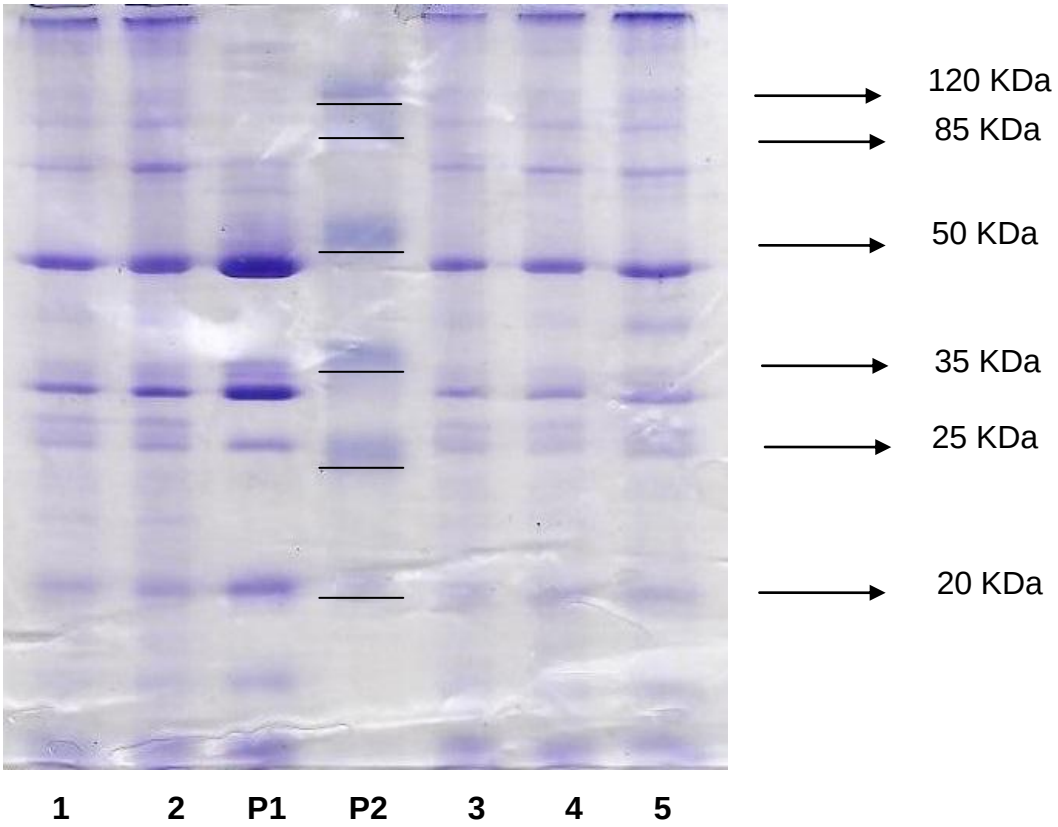


Figura 3. Gel de eletroforese na presença de SDS em gradiente de 15%. Linha 1 – Cozimento em fervura lenta com concentração proteica de 8,0 μg/ml; Linha 2 – Cozimento em Microondas com concentração proteica de 8,0 μg/ml; Linha 3 – CPE (3) sem tratamento térmico concentração proteica de 8,0 μg/ml; Linha 4 – Cozimento em panela de pressão com recipiente fechado concentração proteica de 8,0 μg/ml ; Linha 5 – Cozimento em panela de pressão concentração proteica de 8,0 μg/ml; Linha P1 – Padrão de Vicilina; Linha P2 – Padrão de peso molecular (120 KDa – 20 KDa).

O CPE (3) foi caracterizado quanto à presença de inibidores de tripsina, considerados antinutrientes presentes nas leguminosas. A Figura 4 mostra os valores encontrados para unidade de tripsina inibida no CPE (3) puro e após aquecimento em fervura lenta por 5 minutos até atingir 100ºC.

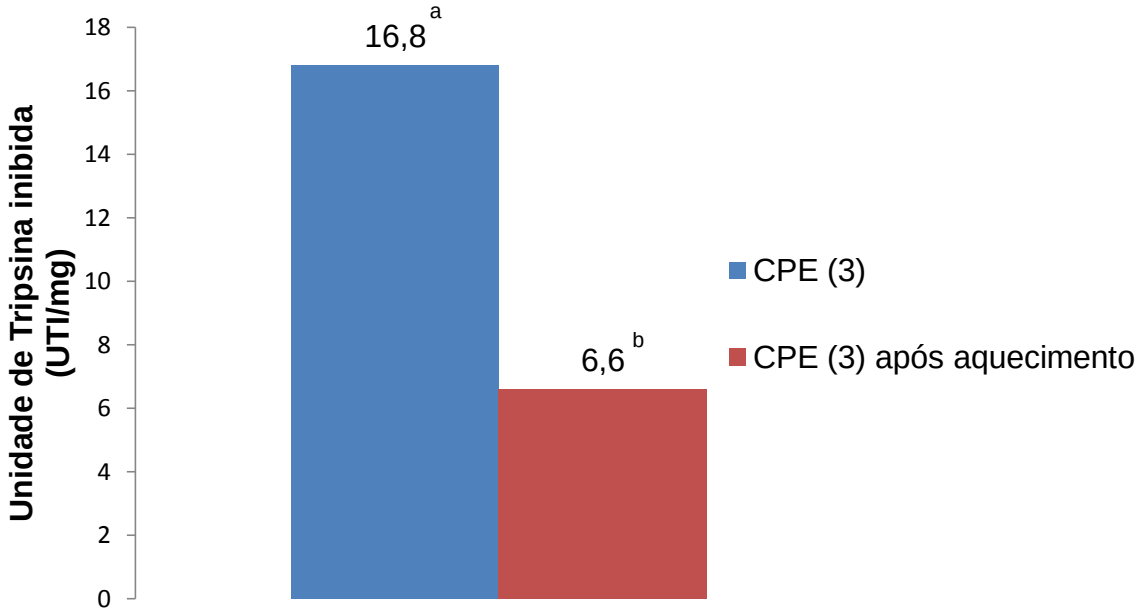


Figura 4. Unidades de tripsina inibida (UTI/mg amostra) do Concentrado proteico de ervilha (3). Letras diferentes (a e b) diferem significativamente (p<0,05).

5.2.2. Relação entre o teor de sólidos totais e proporção carboidrato: proteína.

A relação entre o teor de sólidos totais e proporção de carboidrato:proteína foi testada a partir de 9 formulações diferentes, descritas anteriormente no Quadro 8, respeitando o peso final de 100g por formulação. O resultado das formulações testadas está descrito na Tabela 8. Apenas 4 formulações foram obtidas como resultado da relação teor de sólidos totais e proporção carboidrato:proteína, visto que para as formulações que não estão representadas na Tabela a seguir, não foi possível encontrar uma consistência ou homogeneização favorável ao desenvolvimento de um produto alimentício de boa característica sensorial.

Tabela 8. Rendimento final e viscosidade aparente no valor 100 da taxa de deformação das formulações obtidas com diferentes teores de sólidos totais e razão carboidrato:proteína.

Razão CHO:PTN	Teor de sólidos totais		
	50%	**60%**	**70%**
2:1	R: 0,90 Ηap: 0,3772 Pa.s	R: 0,85 Ηap: 10,3 Pa.s	NA
3:1	NA	R: 0,91 Ηap: 0,9984 Pa.s	R: 0,91 Ηap: 10,9 Pa.s
4:1	NA	NA	NA

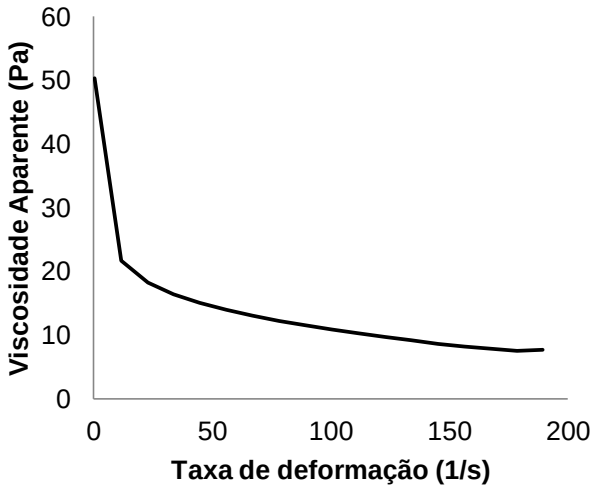
Legenda: NA: Não avaliado; R: rendimento; Ηap:viscosidade aparente; CHO: carboidrato; PTN: proteína

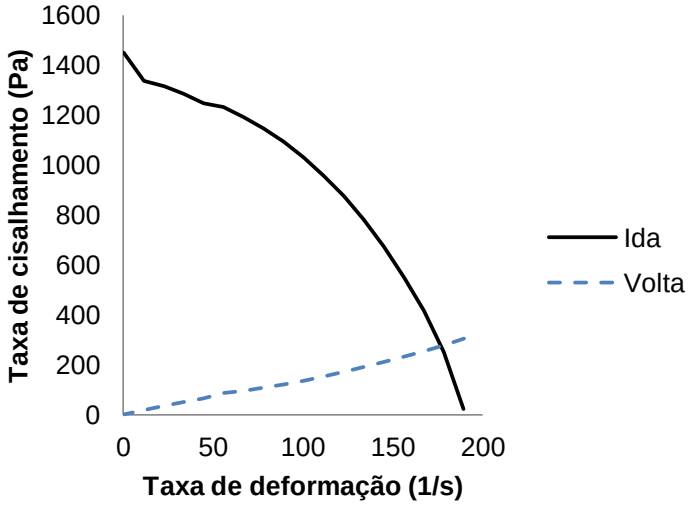
5.2.3. Viscosidade Aparente

As formulações apresentadas anteriormente foram submetidas à análise reológica para avaliar a viscosidade aparente. Na tabela 8 pode-se observar os valores encontrados para Ηap no valor 100 da taxa de deformação.

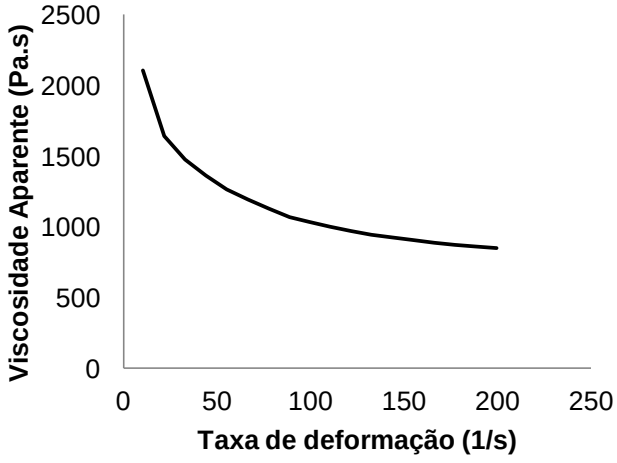
A Figura 5 mostra o comportamento da viscosidade aparente frente à taxa de deformação e o comportamento da taxa de cisalhamento frente à taxa de deformação das 4 formulações anteriores (A = 3:1 – 70% de sólidos; B = 3:1 – 60% de sólidos; C = 2:1 – 60% de sólidos; D = 2:1 – 50% de sólidos).

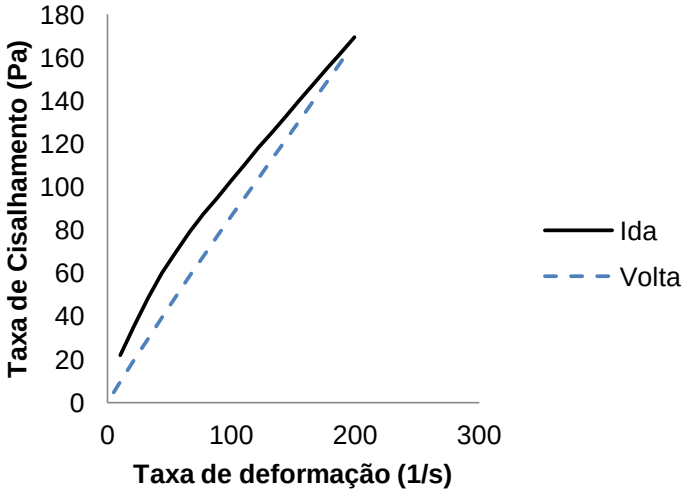
A = GEL 3:1 – 70% de sólidos totais



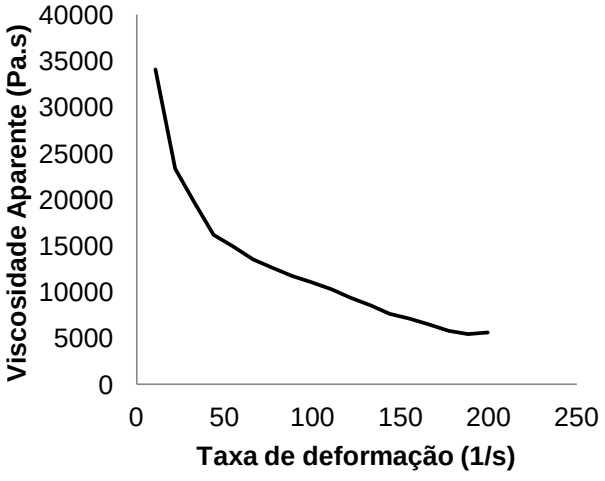


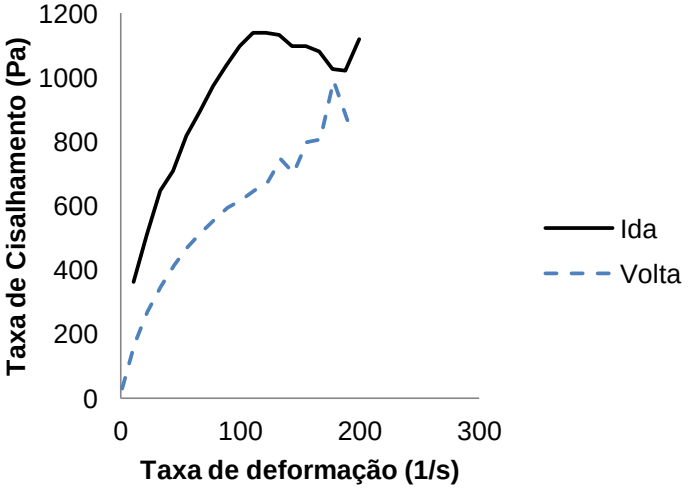
B = GEL 3:1 – 60% de sólidos totais





C = GEL 2:1 – 60% de sólidos totais





D = GEL 2:1 – 50% de sólidos totais

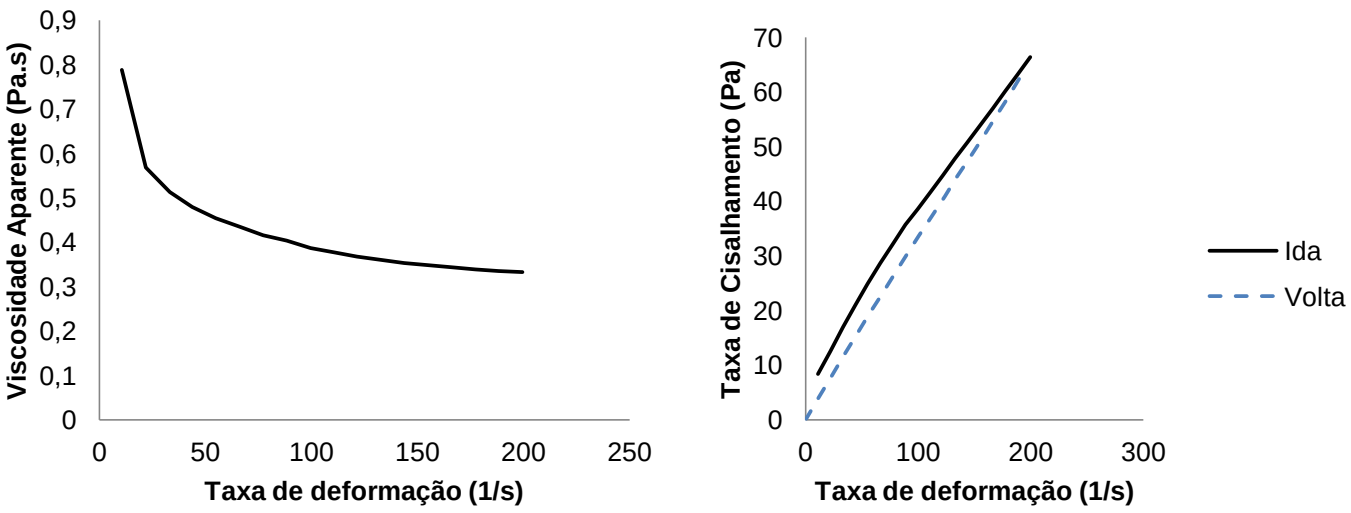


Figura 5. Taxa de deformação versus viscosidade aparente e versus Taxa de cisalhamento para formulações com características de gel A = 3:1 – 70% de sólidos totais; B = 3:1 – 60% de sólidos totais; C = 2:1 – 60% de sólidos totais e D = 2:1 – 50% de sólidos totais.

Observa-se grande variação entre aos valores de viscosidade aparente de todas as formulações com características de gel apresentadas. No entanto, não existe um valor de viscosidade aparente considerado ideal para alimentos ou fluidos, neste caso, o que é relevante observar é o comportamento deste parâmetro frente à aplicação de forças. Alimentos com a consistência em gel são classificados como não newtoniano pseudoplástico, tixotrópico. É possível verificar na Figura 5 que os valores de viscosidade aparente dos géis analisados diminuem com o incremento da força aplicada (taxa de deformação), demonstrando comportamento não newtoniano (a viscosidade varia conforme a taxa de deformação), pseudoplástico (a viscosidade aparente diminui com o aumento da taxa de deformação) e tixotrópico (a viscosidade aparente diminui com o aumento da taxa de deformação e o tempo de aplicação da mesma).

A Figura 6 representa a Viscosidade aparente versus taxa de deformação de 2 formulações com proporção carboidrato:proteína diferentes, 3:1 com 70% de sólidos totais e 2:1 com teor de sólidos totais de 60%. A análise do gráfico sugere um comportamento de viscosidade aparente é similar entre as 2 formulações com características de gel.

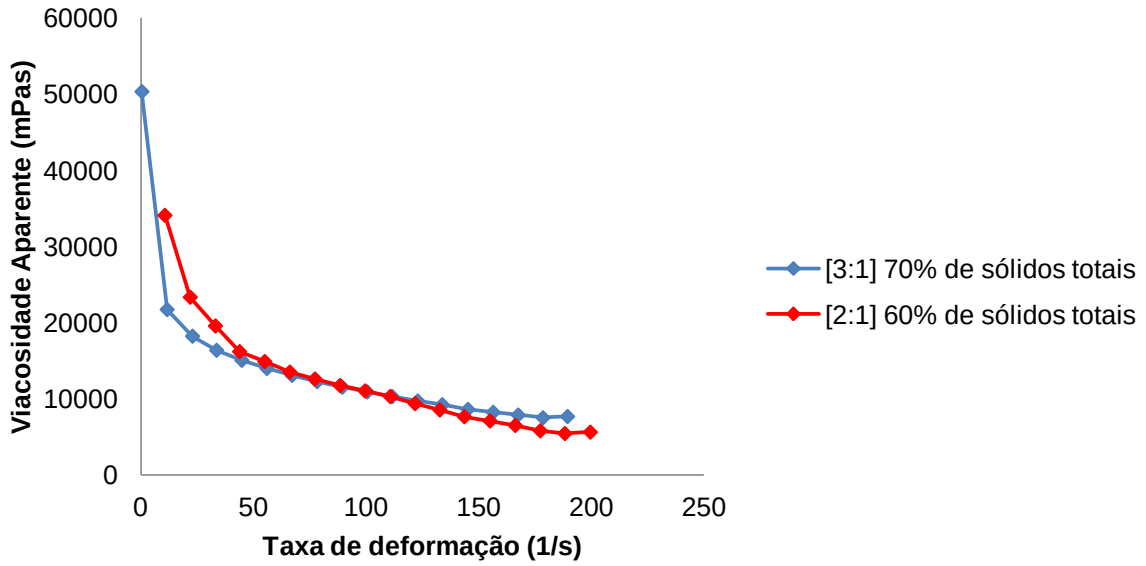


Figura 6. Viscosidade aparente versus taxa de deformação de 2 formulações com proporção carboidrato:proteína 3:1 e 2:1 com teor de sólidos totais respectivamente 70% e 60%.

A Figura 7 representa a viscosidade aparente versus taxa de deformação de 2 formulações com proporção carboidrato:proteína diferentes, 3:1 com 60% de sólidos totais e 2:1 com teor de sólidos totais de 50%. Apesar do comportamento da viscosidade aparente ser similar nas duas formulações com características de gel, a formulação com 60% de sólidos totais apresenta maiores valores para viscosidade.

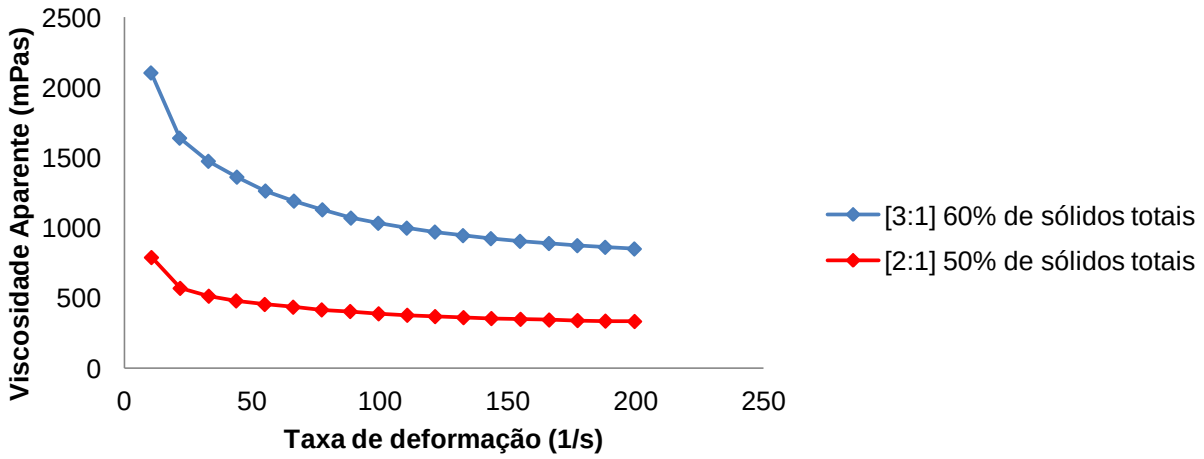


Figura 7. Viscosidade aparente versus taxa de deformação de 2 formulações com proporção carboidrato:proteína 3:1 e 2:1 com teor de sólidos totais respectivamente 60% e 50%.

Reunindo os dados apresentados podemos observar que as formulações da Figura 6 apresentam maiores valores de viscosidade aparente e comportamento pseudoplástico, indo ao encontro do preconizado para a formulação de um produto alimentício com consistência em gel. Desta forma, a formulação de proporção 3:1 com 70% de sólidos totais foi eleita para ser reproduzida e testada sensorialmente, por apresentar maior concentração de sólidos e poder proporcionar maior quantidade de nutrientes em um menor volume.

5.2.4. Formulação de um produto alimentício com CPE.

A formulação de proporção 3:1 com 70% de sólidos totais foi preparada seguindo as etapas de: higienização; preparo do produto; tratamento térmico e separação das amostras. Na Figura 8 pode ser observado um fluxograma que ilustra todas as etapas de formulação do produto alimentício com CPE 3.

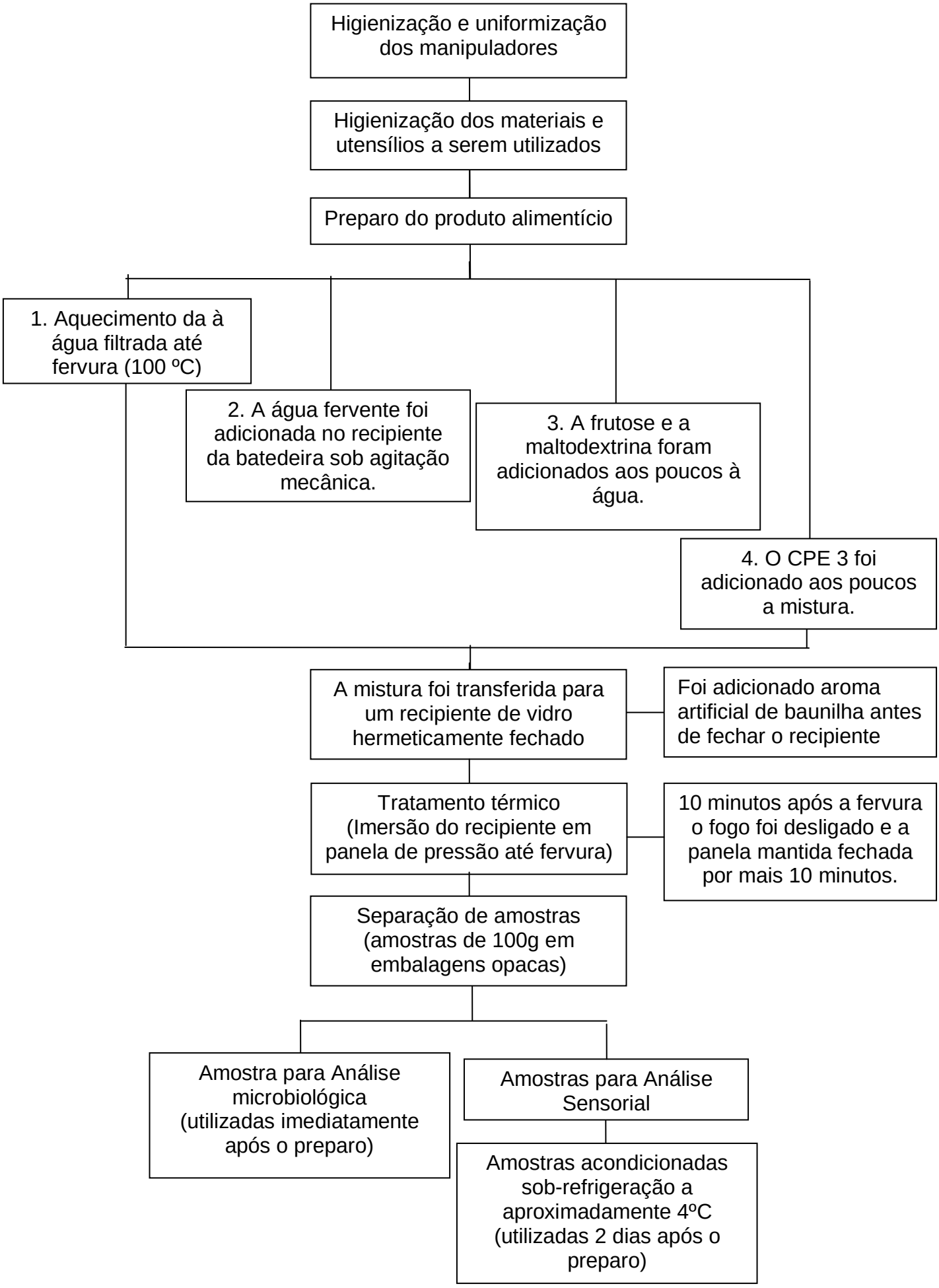


Figura 8. Fluxograma de preparo do produto alimentício com CPE

5.3. Caracterização físico-química do produto formulado

O produto alimentício em gel foi analisado quanto as suas características físico-químicas. A Tabela 9 mostra os resultados da caracterização química do produto. Os valores apresentados para proteínas e carboidratos não se enquadram nas classificações de suplementos alimentares existentes, por isso a formulação esta sendo denominada como um produto alimentício em gel rico em proteínas para atletas.

Tabela 9. Características químicas do produto formulado

Determinação	Média ± DP (%)	Coeficiente de variação
Umidade (g)	30,41 ± 0,45	1,47
Cinzas (g)	1,34 ± 0,01	0,81
Proteínas (g)	16,9 ± 0,10	0,59
Lipídeos (g)	1,01 ± 0,01	0,99
Carboidratos (g)	50,85 ± 0,10	0,19
Acidez titulável (ml)	1,13 ± 0,65	0,06

O Valor calórico da formulação foi determinado através da soma das calorias fornecidas por carboidratos, lipídeos e proteínas, logo a porção de 100 gramas do produto fornece, aproximadamente, 17 gramas de proteína, 1 grama de lipídeo e 50 gramas de carboidratos, com valor calórico de 285 kcal.

5.4 Análises microbiológicas do produto alimentício formulado

As análises microbiológicas foram procedidas imediatamente após o preparo do produto. Os resultados obtidos podem ser observados na Tabela 10 e mostram que o produto analisado encontra-se dentro dos padrões microbiológicos para alimentos encontrados na Resolução nº 12/2001 (Brasil, 2001).

Tabela 10. Análise microbiológica do produto formulado com CPE 3 quanto a presença de: *Bacillus cereus*, bactérias mesófilas, bolores e leveduras, *Salmonella* e coliformes fecais de acordo com a resolução 12, 2001 (RDC, 12 - 2001).

Análises microbiológicas	Resultados	Valores de referência
Bacillus cereus	< 10 nmp/ml	10 nmp/ml
Bactérias heterotróficas mesófilas	$9x10^2$ UFC/g	10^3
Bolores e leveduras	Aus.	Aus.
Salmonella sp/25g	Aus.	Aus.
Coliformes fecais a 45ºC	< 3 nmp/ml	10 nmp/ml

Legenda: nmp: número mais provável; UFC: unidade formadora de colônia; Aus. Ausência

Esse resultado comprova que a fabricação do produto seguiu de maneira correta as boas práticas de manipulação, higienização e fabricação, não ocorrendo contaminação que pudesse inviabilizar o consumo do produto.

5.5. Análise da aceitabilidade de um produto pelo público alvo.

5.5.1. Caracterização dos provadores

Os provadores foram selecionados por meio de um questionário, tendo sido excluídos os fumantes e os portadores de algum tipo de doença. Adicionalmente, teriam que ser praticantes de atividade física.

A análise de aceitabilidade foi realizada durante o Campeonato Brasileiro Masculino de Hóquei Sobre Grama, entre os dias 7 e 8 de Setembro de 2013 na cidade do Rio de Janeiro. A amostra final consistiu em 70 provadores, sendo predominante o sexo masculino devido a característica da competição, 62 (88,6%) homens e 8 (11,4%) mulheres. A faixa etária média foi de 25,23 ± 5,09 anos. A Figura 9 mostra o nível de escolaridade da amostra com predominância do nível superior incompleto.

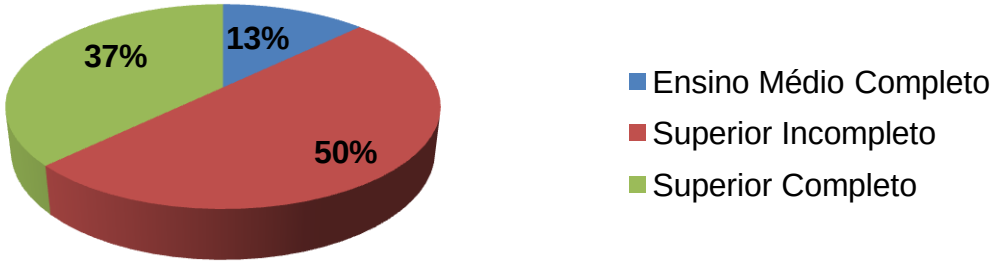


Figura 9. Nível de escolaridade dos provadores

Os provadores constituintes da amostra final eram todos praticantes de Hóquei sobre grama, no entanto, 55 provadores (78,6%) relataram praticar mais de uma modalidade esportiva por semana. A Figura 10 representa todas as modalidades esportivas relatadas e notamos que ocorre uma predominância da prática de musculação, seguida da corrida e do futebol.

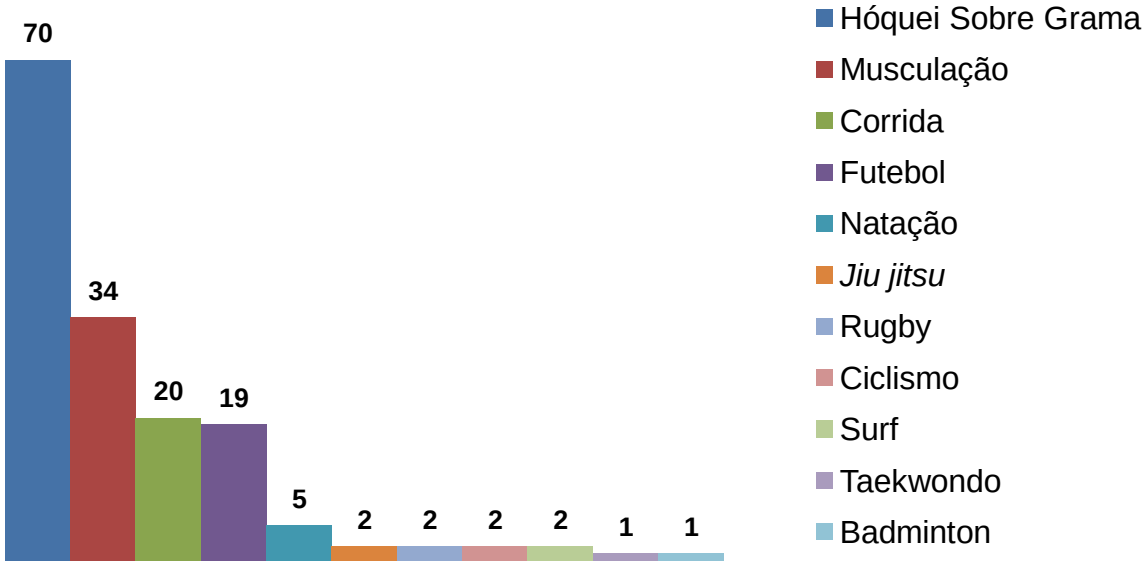


Figura 10. Tipo de atividade Física realizada pelos provadores.

Em relação à frequência semanal de realização da atividade física pode-se observar na Tabela 11 que 19 provadores (27,14%) praticam alguma atividade física 5 vezes por semana, enquanto 15 provadores (21,43%) praticam 3 vezes por semana, indicando que os provadores praticam atividade física com assiduidade, e em média gastam 9,26 ± 4,62 horas por semana nas modalidades que desempenham.

Tabela 11. Frequência semanal da prática de Atividade Física entre os provadores

Frequência semanal da atividade física	Nº de provadores	% de provadores
1x	2	2,86
2x	10	14,29
3x	15	21,43
4x	11	15,71
5x	19	27,14
6x	8	11,43
7x	5	7,14

O consumo de suplementos alimentares também foi investigado nesta amostra e na Figura 11 pode-se observar que 45 provadores (64 %) afirmaram fazer uso de algum tipo de suplemento alimentar. Os tipos de suplementos mais utilizados podem ser observados na Figura 12, onde é possível identificar uma alta incidência de alimentos proteicos, relatados 60 vezes pelos consumidores de suplementos, visto que um mesmo indivíduo poderia relatar o consumo de mais de um tipo de suplemento alimentar. Logo, pode-se destacar a proteína do soro do leite, mas conhecida como *Whey Protein,* como mais utilizado, aparecendo em 97, 78% das respostas.

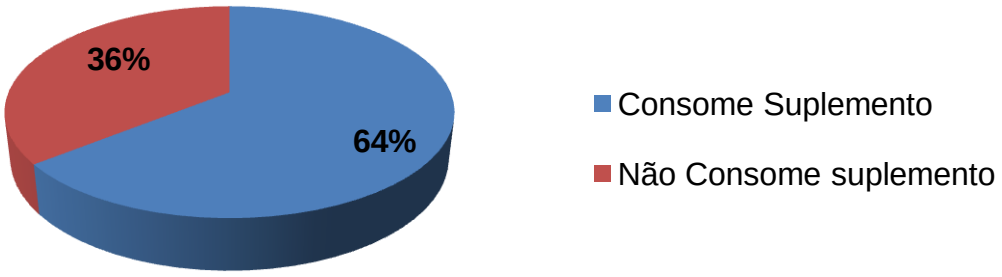


Figura 11. Percentual de consumidores de suplemento alimentar

Os provadores foram questionados ainda quanto aos motivos para consumir algum tipo de suplemento alimentar e as respostas observadas foram bastante similares, pois 39 entrevistados disseram consumir suplementos para melhorar o

desempenho físico e 6 relataram consumir suplementos visando recuperação e resistência muscular.

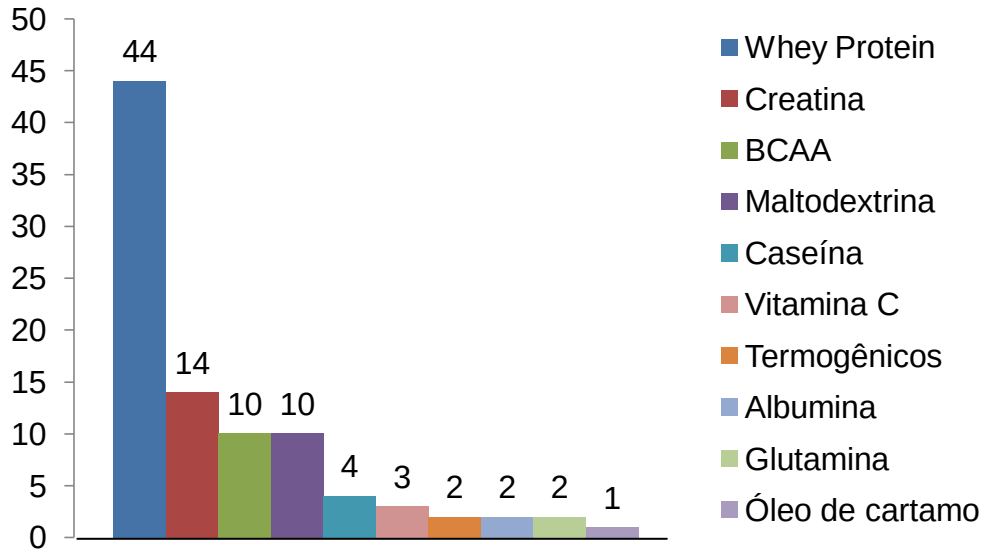


Figura 12. Tipos de suplementos alimentares consumidos pelos provadores

Os consumidores de suplemento foram questionados ainda sobre o que achavam do sabor dos suplementos a base de proteína. A maior parte dos entrevistados relatou achar o sabor bom (28 provadores), 8 provadores relataram achar o sabor suportável, 5 provadores relataram que o sabor dos produtos é indiferente e 4 provadores disseram achar o sabor dos produtos a base de proteína ruim.

Dentre os provadores que nunca consumiram suplementos, ao serem questionados se consumiriam produtos a base de proteína, 19 relataram que sim e 6 relataram que não, sendo estes últimos todos estrangeiros e segundo auto relato o consumo de suplementos não faria parte da cultura de origem.

Em seguida foi perguntado o porquê de eles consumirem esse tipo de alimento, 15 provadores relataram que consumiriam se trouxesse benefício para o desempenho físico e 4 provadores disseram que só consumiriam se fosse recomendado por um profissional nutricionista.

O grupo de provadores em sua maioria se caracterizou pelo sexo masculino, mas mostrou uniformidade quanto à idade e escolaridade. A prática de atividade

física é regular e tem duração elevada ao longo da semana. O consumo de suplementos alimentares é comum em mais da metade dos participantes constituintes da amostra, destacando-se o consumo de alimentos proteicos.

5.5.2. Análise de aceitabilidade e preferência do produto

O produto alimentício de proteína de ervilha foi submetido à análise de aceitabilidade, avaliação do sabor, consistência e intenção de compra, comparado com um gel de carboidrato associado com proteína de origem animal (soro do leite) de sabor baunilha já existente no mercado (Quadro 9 – Accel Gel). Esse produto foi escolhido por ser o mais encontrado nas lojas, e segundo alguns vendedores de suplementos, ser o mais vendido do gênero e se assemelhar ao propósito do produto produzido com proteína de ervilha, porém ser de fonte proteica vegetal e apresentar proporção de 4:1 de carboidrato:proteína. No anexo 4 pode-se encontrar as informações do produto utilizado. A Tabela 12 representa as notas atribuídas pelos provadores ao produto alimentício em gel de proteína de ervilha e ao gel comercial, com isso é possível observar que as maiores notas foram do gel comercial.

Tabela 12. Índice de aceitabilidade e médias das notas atribuídas pelos provadores para aceitação, sabor, consistência, cor, gosto doce e intenção de compra.

Análises	Gel Ervilha		Gel Comercial	
	X	IA (%)	X	IA (%)
Cor*	6,56[a]	73,8	6,71[a]	74,5
Consistência*	5,76[a]	57,4	7,43[b]	82,5
Gosto Doce*	6,39[a]	71,0	6,77[a]	75,2
Sabor*	5,69[a]	63,2	7,19[b]	79,8
Aceitação global*	6,45[a]	71,6	7,22[b]	80,2
Intenção de compra **	3,03[a]	60,6	3,71[b]	74,0

IA = índice de aceitabilidade; * escala hedônica 9 pontos: desgostei extremamente (1) até gostei extremamente (9); ** escala de 5 pontos: Certamente não compraria (1) até certamente compraria (5); Médias seguidas de letras iguais (a) horizontalmente não diferem entre si ($p>0,05$). Médias seguidas de letras diferentes (a e b) horizontalmente diferem entre si ($p< 0,05$).

A cor e o gosto doce foram os dois atributos hedônicos que não apresentaram diferença significativa entre as notas dos produtos testados. As maiores médias de notas observadas para o produto proposto no estudo foram os atributos cor, gosto doce e aceitação global, que apresentaram um índice de aceitabilidade superior a 70%. Já no produto em gel comercial as maiores notas foram atribuídas para consistência, sabor e aceitação global, e para todos os atributos avaliados o índice de aceitabilidade foi superior a 70%. Na Figura 13 pode-se observar a distribuição representada em histogramas dos provadores quanto aos valores hedônicos para os atributos sensoriais testados, cor, consistência, gosto doce, sabor, aceitação global e intenção de compra.

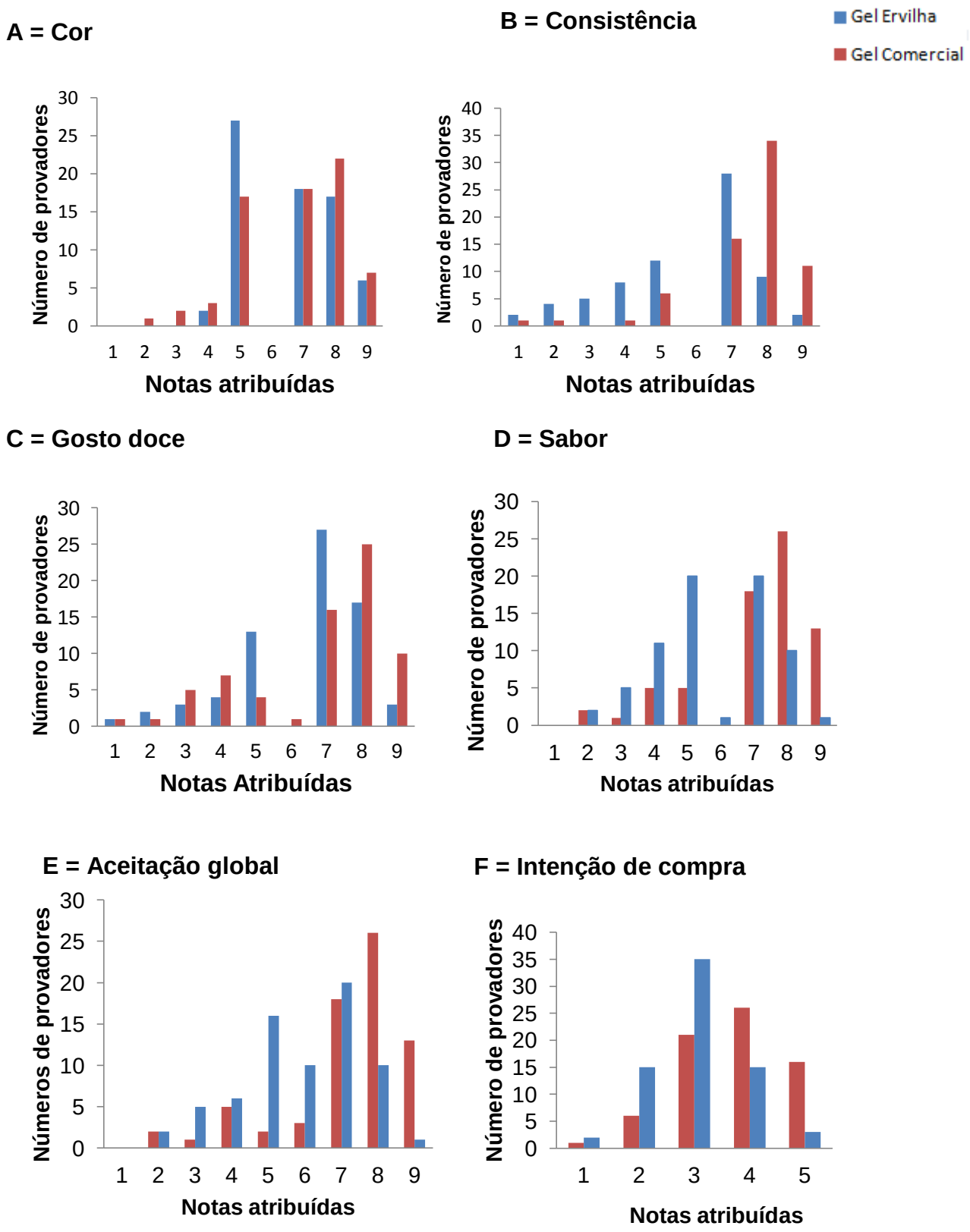


Figura 13. Histogramas da distribuição dos provadores pelos valores hedônicos para os atributos sensoriais dos produtos alimentícios em gel quanto a cor (A), consistência (B). gosto doce (C), sabor (D), aceitação global (E) e intenção de compra (F).

Na Figura 13 é possível observar que a distribuição dos valores hedônicos é concentrada entre 5 e 9 pontos para os atributos A, B, C, D e E, em ambos os produtos testados. Essa distribuição está situada entre as classificações “não gostei, nem desgostei”, representada pelo número 5 e “gostei muitíssimo”, representada pelo número 9.

Os produtos foram avaliados ainda quanto à intenção de compra e foi verificada diferença significativa entre os produtos. O produto comercial apresentou um IA superior a 70% o que não foi demonstrado para o produto com proteína de ervilha. A Figura 14 mostra a representação gráfica do percentual de provadores que compraria ou não esses produtos em gel.

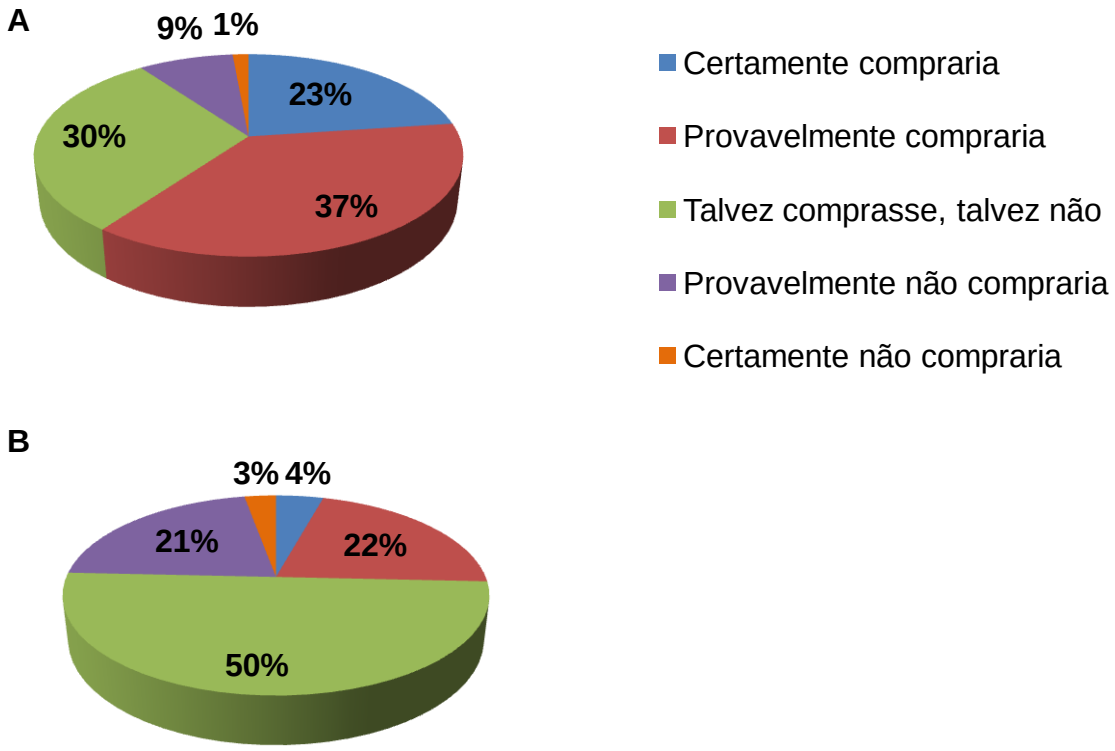


Figura 14. Representação gráfica quanto à intenção de compra dos provadores. A= Produto alimentício em gel comercial com proteína do leite, B = Produto alimentício em gel com proteína de ervilha.

A análise dos gráficos mostra que 37% dos provadores certamente comprariam o produto em gel comercial e que 30% estavam indecisos quanto à compra. No entanto para o produto alimentício em gel com proteína de ervilha, 50% dos provadores estavam indecisos quanto à compra.

Observando somente as respostas positivas “certamente compraria” e “provavelmente compraria”, o produto comercial concentra o maior percentual de respostas nestes itens, gerando uma intenção de compra positiva em 60% dos provadores. O produto a base de ervilha gerou dúvida entre os provadores, pois 50% das respostas ficaram concentradas no item “talvez comprasse, talvez não”.

6. DISCUSSÃO

O principal foco de investigação desta dissertação constitui no estudo dos parâmetros mais favoráveis a elaboração de um novo produto em gel com proteína de ervilha (*Pisum sativum*) que possuísse características sensoriais aceitáveis pelo público alvo pretendido.

O CPE 3 foi a matéria prima escolhida para elaboração do novo produto e apresentou baixo teor de lipídios e alto teor de proteína. Apesar de não ser a amostra com maior quantidade proteína, sua escolha foi baseada também nas características sensoriais apresentadas e na maior solubilidade em água observada.

Shand et. al (2007) avaliaram a composição centesimal de isolados proteicos de ervilha e soja preparados e vendidos comercialmente em comparação com os que eram produzidos em laboratório, e verificaram que conteúdo proteico e lipídico era superior nos que eram produzidos experimentalmente.

O perfil eletroforético do CPE 3 (figura 3) apresentou banda majoritária em torno de 50 kDa e uma mistura de outras bandas com peso molecular variando de 30 kDa a 50 kDa, o que é característico da vicilina. Aplicando diferentes tratamentos térmicos no CPE 3, seu perfil eletroforético manteve o mesmo padrão observado na vicilina. Rangel (2002) e Costa (2008) obtiveram um resultado parecido para o isolado proteico de feijão fradinho. Gatehouse et. al (1982) identificaram que os principais polipeptídeos da fração da vicilina (7s) possuem massa molecular de 71, 50 e 33 kDa.

Para Heng em um estudo de 2005, os produtos existentes produzidos a partir de fontes de proteínas não animais, tais como a ervilha, são considerados como produtos de sabor e textura inferiores e, portanto, pouco atraentes para a maioria dos consumidores. Esse fato estaria relacionado a compostos não voláteis e voláteis que seriam responsáveis pelo sabor adstringente da proteína de ervilha. O tratamento térmico pode ser a forma mais eficaz de redução desses compostos (Heng, 2005).

Desta forma o teor de inibidores de tripsina foi avaliado antes e após o tratamento térmico para CPE 3. O CPE apresentou baixo teor de inibidores de tripsina (16,8 UTI/mg) e após o tratamento térmico houve diminuição expressiva deste teor (6,6 UTI/mg). Rangel et. al (2004) e Costa et al. (2008) fizeram a mesma análise para verificar o teor de inibidores de tripsina em amostras de isolado proteico de feijão fradinho (*Vigna unguiculata*) e encontraram valores mais altos do que o descrito para o CPE 3. O teor de inibidor de tripsina apresentado pelos autores foi em torno de 49 UTI/mg de amostra.

Os valores observados encontrados para o CPE 3 mesmo antes de sofrer o aquecimento, são considerados baixos teores de UTI e podem ser comparáveis aos resultados encontrados em várias leguminosas comestíveis como Grão de bico (*Cicer. arietinum*), Lentilha (*Lens esculenta)* e uma leguminosa da família Acacia (*Acacia nilotica*), que apresentam maiores valores de UTI do que o observado para ervilha (Siddhuraju et al., 1996). Outros autores reportaram em estudos anteriores que a ervilha apresenta valores de UTI menores que os encontrados na lentilha e no grão de bico (Marquez e Alonso. 1999, Vidal-Valverde et al. 1994, e Wang et al. 2003).

Estudo conduzido por Ma et.al (2011) verificou a atividade do inibidor de tripsina em diferentes farinhas de leguminosas (ervilha, lentilha e grão de bico), submetidas a torrefação e fervura. Todos os tratamentos apresentaram redução da atividade do inibidor de tripsina, sendo que para a farinha de ervilha fervida essa redução chegou a 37,8%. O autor ainda ressaltou que entre as farinhas de leguminosas, a de ervilha foi a que apresentou menores valores de Inibidor de tripsina mesmo antes de sofrer tratamento térmico, o que corrobora o resultado encontrado no atual estudo.

Visto que o perfil eletroforético não sofreu grandes alterações após aplicação de diferentes métodos de cocção e que o teor de inibidor de tripsina reduziu significativamente após a fervura, a seleção do tratamento térmico adequado foi baseada nas características sensoriais observadas subjetivamente para o CPE após a aplicação de cada tratamento, e o cozimento em panela de pressão utilizando um

recipiente hermeticamente fechado mostrou-se mais efetivo no aprimoramento das características sensoriais do produto.

Portanto, o CPE 3 apresenta alto valor nutritivo, pois seu teor de proteína é elevado, além disso, apresentou valores de inibidores de tripsina considerados baixos. Isto demonstra que o CPE 3 possui grande potencial no enriquecimento ou elaboração de produtos alimentícios e neste sentido foi utilizado na elaboração de um novo produto em gel rico em proteínas de ervilha.

A viscosidade aparente ηap é uma medida importante para alimentos com consistência em gel. O comportamento pseudoplástico é característico dos géis verdadeiros e foi observado nos géis produzidos a partir do CPE 3. Esse comportamento é tecnologicamente vantajoso, pois, a ηap diminui com aplicação da força, isso quer dizer que o alimento fica menos espesso com a sua manipulação facilitando os processos de mistura pela indústria. Além disso, esse comportamento pode ser favorável à capacidade de deglutição e manipulação pelo consumidor.

O comportamento da ηap das soluções contendo diferentes polissacarídeos pode variar amplamente, isso porque, os polissacarídeos são espessantes comumente usados na industria alimentícia e sua principal importância é proporcionar maior viscosidade ou formar gel na presença de água (Imeson, 1992).

Nesse estudo foi possível observar que as concentrações de 51% e 43% de carboidrato encontradas nas formulações em gel a base de proteína de ervilha com proporção 3:1, que apresentavam respectivamente 60% e 70% de sólidos totais, obtiveram os maiores valores de viscosidade quando comparados com as formulações de 32% e 39% de concentração de carboidrato, com proporção 2:1, que apresentaram respectivamente 50% e 60% de sólidos totais. Portanto a viscosidade aparente aumentou em relação ao aumento da concentração de carboidratos.

Esse resultado vai ao encontro do que foi observado por Costa (2008) em que a viscosidade aumentou em relação à adição de carboidratos em um produto em gel contendo isolado proteico de feijão fradinho. No entanto, a partir de 65% de

concentração de carboidratos, a característica de gel atingiu um limiar e a viscosidade aparente passou a diminuir.

A geleificação foi reportada na literatura como uma das propriedades mais importantes da proteína de ervilha e tanto a albumina quanto as globulinas que integram essa proteína contribuem para formação de gel (Shand et. al, 2008). Bora et. al (1994) verificaram que a globulina da ervilha forma gel quando induzida pelo calor. O´Kane et. al. (2004ª, 2004b) verificaram que tanto a vicilina quanto a legumina de ervilhas podem formar géis quando submetidas ao calor. Desta forma a aplicação do tratamento térmico além de ter a função de aprimorar as características sensoriais do alimento, ainda auxilia a capacidade de formação de gel da proteína de ervilha.

O produto alimentício em gel produzido no estudo, se porcionado em 40g, fornece aproximadamente 7g de proteína e 20g de carboidrato, proporcionando a produção de um produto com maior quantidade de nutrientes por porção em comparação aos produtos existentes no mercado. Este produto alimentício produzido no estudo não se enquadra em nenhuma classificação proposta pela legislação vigente para suplementos para atletas devido à composição diferenciada em nutrientes e por isso está sendo denominado como produto alimentício para atletas rico em proteínas de ervilha.

O produto desenvolvido com proteína de ervilha foi submetido à análise sensorial e os provadores responderam a um questionário para caracterização do perfil da amostra quanto a prática de atividade física e comportamento de consumo de suplementos habitual. Mais da metade dos atletas fazia uso de algum suplemento e foi observado o elevado consumo de suplementos proteicos entre os mesmos. Segundo Panza et al (2007) e Pereira et al. (2003), o elevado consumo de suplementos (aminoácidos e concentrados proteicos) principalmente em academias de ginásticas é ocasionado pelo grande número de suplementos disponíveis no mercado, juntamente com a falta de orientação adequada. No entanto no caso do estudo em questão, grande parte dos atletas teve acesso à informação sobre o tipo de suplemento a ser utilizado devido à presença de um profissional de nutrição nos clubes ao que pertenciam.

O produto elaborado com CPE 3 foi submetido a análise sensorial quanto a aceitabilidade, assim como o produto em gel comercial a base de proteína do soro do leite (Quadro 9 – Accel gel) que apresenta proposta similar ao produto formulado neste estudo.

O produto alimentício com CPE obteve resultados satisfatórios para cor e gosto doce não havendo diferença significativa em relação ao que foi observado para o produto comercial. O índice de aceitabilidade (IA) maior que 70% para cor, gosto doce e aceitação global é considerado um resultado favorável, visto que representa boa aceitação de 3 atributos dos 6 testados para o produto formulado no estudo.

O produto comercial atingiu um IA superior a 70% para todos os atributos testados e foi melhor avaliado quanto a consistência, sabor e intenção de compra, os quais foram as menores médias de notas para o produto rico em proteínas de ervilha. No entanto a consistência foi o que gerou mais comentários negativos entre todos os provadores, cerca de 60%, fizeram comentários sobre a textura do produto ser muito espessa e ter preferência pela consistência mais líquida.

O resultado para o atributo sabor testado no produto alimentício com proteína de ervilha, apesar de diferir significativamente do produto comercial e obter IA menor que 70%, foi satisfatório, visto que, estudos anteriores sobre aceitação descreveram problemas de sabor associados com produtos de proteínas de leguminosas, especialmente a soja, e apresentaram resultados em que as características de sabor indesejáveis eram constantemente descritas e os valores hedônicos atribuídos ao produto ficavam em torno da nota 3 “desgostei moderadamente” (Sessa & Rackiss,1976; Rackiss et al, 1979;. Roozen, 1979; Huang et al, 1981;. Adler-Nissen & Olsen, 1982).

A utilização da ervilha em testes sensoriais não é comumente encontrada na literatura científica, no entanto, Price & Fenwick (1985) utilizaram a escala hedônica de 7 pontos para análise sensorial do sabor da farinha de ervilha e a amostra recebeu 63% de respostas em desaprovação (desgostei). Desta forma, a média das notas observadas no atual estudo mostra uma melhor aceitação da proteína de

ervilha adicionada à formulação, em relação ao que foi anteriormente reportado por outros autores.

No estudo conduzido por Costa (2008) foram testados sabores diferentes para o produto em gel com isolado proteico de feijão fradinho e a média de notas apresentada pela análise sensorial do produto sabor morango foi um pouco maior do que a observada no atual estudo para o produto alimentício em gel com proteína de ervilha e sabor baunilha, importante ressaltar que ambos os produtos são similares quanto à composição química.

Apesar do produto alimentício com proteína de ervilha apresentar resultado positivo para aceitação global quanto IA, a intenção de compra não obteve o mesmo resultado satisfatório. Na literatura pode-se observar uma possível explicação para este fato que seria a expectativa do consumidor. Segundo Deliza (1996), a expectativa exerce papel importante em relação ao consumo de produtos alimentícios pois pode beneficiar ou prejudicar a percepção do produto pelo consumidor. Outros autores (Anderson, 1976; Cardello et. al., 1992; Earthy, 1997; Deliza, et. al. 2003) relatam que a expectativa é elemento fundamental no processo de avaliação de produtos alimentícios, pois forma o contexto no qual o alimento será avaliado mesmo antes que ele ou ela o experimente.

No caso do produto produzido nesse estudo, 75% dos comentários redigidos pelos provadores apontaram a principal característica do produto como sendo similar ao doce de leite em pasta e, no entanto, para o sabor 58% dos comentários não demonstrava similaridade com o doce de leite e descrevia certo desapontamento com o sabor provado. Portanto a grande expectativa quanto à característica do produto pode ter sido um fator que influenciou a dúvida sobre a intenção de compra dos provadores, no entanto seriam necessários estudos mais específicos e a avaliação de outros fatores para definir as causas da baixa aceitação quanto a este atributo.

Na literatura não existem muitos estudos que abordem a análise sensorial para estes tipos de produtos alimentícios, o que torna difícil a comparação. O presente estudo é inovador, pois a utilização de proteína vegetal, especialmente de

ervilha, para desenvolvimento de produtos alimentícios para atletas não foi abordada em estudos anteriores.

O estudo em questão mostrou ser viável o desenvolvimento de um produto alimentício para atletas com proteína de ervilha, que pode ser obtido a partir da escolha correta dos parâmetros de produção que levaram a uma boa aceitação da preparação. No entanto, a aceitação do produto pode ser aprimorada com ajustes na consistência e no sabor empregado a formulação.

7. CONCLUSÃO

O CPE 3 apresenta boa concentração de proteínas, maior solubilidade e características sensoriais favoráveis ao desenvolvimento de um novo produto e o tratamento térmico utilizando a panela de pressão em recipiente hermeticamente fechado mostra-se mais adequado proporcionando melhor rendimento final a preparação. A proporção 3:1 com 70% de sólidos destacou-se das demais, por ter uma concentração maior de nutrientes, alto rendimento e característica de um fluido pseudoplástico e devido à concentração diferenciada em nutrientes o produto alimentício produzido neste estudo não se enquadra em nenhuma classificação vigente na legislação sobre suplementos para atletas. O produto alimentício rico em proteínas de ervilha teve aceitação satisfatória e índice de aceitabilidade acima de 70% para 3 dos 6 atributos hedônicos testados e a escolha correta dos parâmetros de produção desse produto podem ter sido essenciais para uma boa aceitação do mesmo, no entanto a aceitação ainda pode ser aprimorada com ajustes na consistência e no sabor empregado a formulação.

8. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

A abordagem feita nesse trabalho fomenta a realização de futuras investigações, tais como:

- Utilização da farinha de ervilha isolada em laboratório para a produção desse novo produto proposto e a análise das possíveis modificações no teor de lipídios, proteínas e características sensoriais do produto final.

- Aprimoramento do produto alimentício visando uma consistência menos espessa com quantidade de nutrientes satisfatória.

- Utilização de outros aromatizantes, diferentes do de baunilha, como uma alternativa que venha a aprimorar o sabor da preparação final e melhorar ainda mais a aceitação do produto.

- Refazer a análise sensorial do produto alimentício em questão em embalagens opacas (similares aos produtos existentes no mercado), que não permitam à exposição dos provadores a cor do produto.

- Estudo do efeito da suplementação do produto alimentício em gel com proteína de ervilha *in vivo:*
    - em indivíduos praticantes de atividade física intensa.
    - em comparação com suplementos proteicos de fontes animais para verificação da relação do efeito do consumo sob a síntese proteica muscular e desempenho atlético. .

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADLER-NISSEN, J. & OLSEN, H. S. Taste and taste evaluation of soy protein hydrolyzates. ***Chemistry of foods and beverages : recent developments,*** *p.* 149, 1982.

ALONSO, S.; SETSER, C. Functional replacements for sugars in foods. ***Trends in Food Science e Technology,*** v.5, n.5,p.139-146, 1994.

ALTING, A. C.; HAMER, R. J.; KRUIF, C. G.; VISSCHERS, R. W. Cold-set globular protein gels: interactions, structure and rheology as a function of protein concentration. ***Journal do Agricultural and Food Chemistry***, v.51, p.3150-3156, 2003.

ANDERSON, R. E; HAIR, J.R. Consumerism, consumer expectations, and perceived product performance. In:ANNUAL CONFERENCE, ASSOCIATION FOR CONSUMER RESEARCH, 3rd, 1972, Iowa. Anais. Iowa: ACR, Association for Consumer Research, 1972. P.67-79.

ANDRADE, C. T.; NASSER, R. O. Estudo reológico da geleificação induzida pelo calor de proteínas do soro do leite e dos géis resultantes sob condições variadas de pH. ***Ciência e tecnologia de alimentos***, v.25, n.2, p. 315-321, 2005.

ARAÚJO, W.M.C. Alquimia dos alimentos. 2.ed Brasília:SENAC, 2007. p. 56; 66; 204-207, 209.

ARAÚJO, J.; ROGERO, M. M.; TIRAPEGUI, J. **As proteínas no exercício.** In: BIESEK, S., ALVES, L. A., GUERRA, I. ***Estratégias de Nutrição e Suplementação no Esporte.*** *2. ed., São Paulo: Manole*. 2010

BANIEL, A.; CAER, D.; COLAS, B.; GUEGUEN, J. (1992). Functional properties of glycosylated derivatives of 11S storage protein from pea (*Pisum sativum* L.). ***Journal of Agricultural and Food Chemistry***, v.40, p.200-205,1992.

BELITZ, H.D.; WEDER, J.K.P. Protein inhibitors of hydrolases in plant foodstuffs. ***Food Reviews International***, v.6, n.2, p. 151-211, 1990.

BETTS, J. A.; TOONE, R. J.; STOKES, K. A.; THOMPSON, D. Systemic indices of skeletal muscle damage and recovery of muscle function after exercise: effect of combined carbohydrate-protein ingestion. Applied ***Physiology, Nutrition and Metabolism***, v.34, n.4, p. 773-784, 2009.

BORA, P. S., BREKKE, C. J., & POWDERS, J. R. Heat induced gelation of pea (*Pisum sativum*) mixed globulins, vicilin and legumin. ***Journal of Food Science***, v.59, p.594–596, 1994.

BOYE, J., ZARE, F., & PLETCH, A. Pulse proteins: Processing, characterization,functional properties and applications in food and feed. ***Food Research International***, v.43, p.414–431, 2010.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA. Portaria nº 29, de 13 de Janeiro de 1998. Proposta de regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de alimentos para fins especiais. 1998.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA. Secretaria de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº. 12, 02 de Janeiro de 2001. Regulamento técnico sobre padrões para alimentos. Diário Oficial da União. 2001.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA. RESOLUÇÃO DA DIRETORIA COLEGIADA – RDC Nº. 18, DE 27 DE ABRIL DE 2010. Dispõe sobre alimentos para atletas. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/52bee2804745886b91ffd53fbc4c6735/RDC_18_2010.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em: 10/10/2013. 2010

BRASIL. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/culturas/ervilha/index.htm>, Acesso em 10/12/2011. 2011.

BRASIL. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA – IBGE. Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Agropecuária, Produção Agrícola Municipal, v.37, p.46, 2010.

BRUM, P.C.; FORJAZ, C.L.M.; TINUCCI, T.; NEGRÃO, E. *Adaptações agudas e crônicas do exercício físico no sistema cardiovascular*. ***Revista Paulista de Educação Física***, v.18, p.21-31. 2004

BURKE, L.M.; COLLIER, G.R.; DAVIS, P.G. Muscle glycogen storage after prolonged exercise: effect of the frequency of carbohydrate feedings. ***American Journal of Clinical Nutrition***, v.64, p.115-119. 1996.

CANO-CHAUCA, M.; STRINGHETA, P.C.; RAMOS, A.M.; CAL-VIDAL, J. Effect of the carriers on the microstructure of mango powder spray drying and its functional charaterization. ***Innovative Food Science & Emerging Technologies***, v.6, n. 4, p.420- 428, 2005.

CARDELLO, A. V. What do consumers expect from low-cal, low-fat, lite foods? ***Cereal Foods Word***, v.38, n.2, p.96-99, 1993.

CASEY, R., CHARMAN, J. E.,WRIGHT, D. J., BACON, J. R., & GULDAGER, P. Quantitative variability in Pisum seed globulins: its assessment and significance. ***Plant Foods for Human Nutrition*****,** v.31, p.333-346. 1982.

CHINACHOTI, P. Carbohydrates: functionality in foods. ***The American Journal of Clinical Nutrition***, v.61, p.922-929. 1995.

CHOI, W-S. & HAN, J.H. Physical and Mechanical Properties of Pea-Protein-based Edible Films. ***Journal of Food Science***, v. 66, p. 319–322, 2001.

CONLEY, M. S. & STONE, M. H. Carbohydrate ingestion/supplementation for resistance and training. ***Sports Medicine***, v.21, p.7-17.1996.

COSTA, P. S. I. **Aplicação de isolado proteico de feijão fradinho (*Vigna unguiculata*) na elaboração de um alimento em gel.** Dissertação (Mestrado em Nutrição humana) Rio de Janeiro, 78p. 2008. Instituto de nutrição Josué de Castro, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

COSTILL, DL & HARGREAVES, M. Carbohydrates nutrition and fatigue. ***Sports Medicine***, v.13 , n.2, p.86-90, 1992.

CURI, R. **Glutamina: metabolismo e aplicações clínicas e no esporte.** Rio de Janeiro:Sprint, 2000. 261p.

DAVIS, J., SONESSON, U., BAUMGARTNER, D. U., & NEMECEK, T. Environmental impact of four meals with different protein sources: Case studies in Spain and Sweden. ***Food Research International***, v.43, p.1874–1884, 2010.

DECOMBAZ, J.; REINHARDT, P.; ANANTHARAMAN, K.; VON GLUTZ, G.; POORTMANS, J.R. Biochemical changes in a 100 km run: free amino acids, urea, and creatinine. ***European Journal* of *Applied Physiology* and *Occupational Physiology*,** v.41, n.1, p.61-72. 1979.

DEIS, R. C. Adding bulk without adding sucrose. **Cereal Foods World**, v.39 n.2, p. 93-97. 1994.

DELAURE, J.; RIOU, J. P. & LAMISSE, F. Effects metabolites Du fructose. ***Cahiers de nutrition et Dietetique***, v.27, n.5, p. 265-271. 1992

DELIZA, R.; MacFIE, H. J. H.; HEDDERLEY, D. Information affects assessment of sweet and bitter solutions. ***Journal of Food Science***, v.61, n.5, p.1080-1084, 1996.

DELIZA. R.; ROSENTHAL, A.; COSTA, M. C. Tradução e validação para a língua portuguesa de questionário utilizado em estudos de consumidor. ***Revista da Sociedade Brasileira de Ciência, Tecnologia e Alimentação***. Campinas, v.23, n.1, p.43-48, 2003.

deMAN, J.M. **Mechanical properties of foods. In: Rheology and Texture in Food Quality**. The AVI Publishing Company, Inc.. Westpoint, Connecticut, USA. Pp. 9-27,1976.

DUTCOSKY, S.D. **Análise sensorial de alimentos.** 2. ed. Curitiba: Champagnat, 2007. 245p.

DREYER, H.C; DRUMMOND, M. J; PENNINGS, B; FUJITA, S; GLYNN E.L; CHINKES, D.L; DHANANI, S; VOLPI, E; RASMUSSEN, B,B. Leucine-enriched essential amino acid and carbohydrate ingestion following resistance exercise enhances mTOR signaling and protein synthesis in human muscle. ***American Journal of Physiology, Endocrinology and Metabolism***, v.294, p.392–400, 2008.

EARTHY, P.J. ***Psychological context effects on preference and preference mapping***. F. 1997. Tese (Doutorado). School of Food Biosciences, The University of reading. 1997.

EASTMAN, J.E.; MOORE, C.O***. Cold water soluble granular starch for gelled food composition***. U.S. Patent 4465702, 1984

FAOSTAT (2007). Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics. Database. <http://faostat.fao.org/site/336/default.aspx> accesso em: Nov, 2012.

FAO/WHO. Protein quality evaluation. Report of the joint FAO/WHO expert consultation. Roma. ***FAO Food and Nutrition paper***, n.51, 1991.

FERNANDEZ-QUINTELA, A., MACARULLA, M. T., DEL BARRIO, A. S., & MARTINEZ, J. A. Composition and functional properties of protein isolates obtained from commercial legumes grown in northern Spain. ***Plant Foods for Human Nutrition***, v. 51, n.4, p.331–342.1997.

FOLTZ, M., ANSEMS, P., SCHWARZ, J., TASKER, M. C., LOURBAKOS, A., & GERHARDT, C. C. Protein hydrolysates induce CCK release from enteroendocrine cells and act as partial agonists of the CCK1 receptor. ***Journal of Agricultural and Food Chemistry***, 56(3), 837–843. 2008.

FOOD DESING: Sistemas de qualidade em alimentos. Desenvolvimento de produtos alimentícios – Integração técnica e Marketing. ***Food Desing***. São Paulo, Brasil. 51, 1998.

GATEHOUSE, J. A.; LYCETT, G. W.; CROY, R. R. D.; BOULTER, D. The post-translational proteolysis of subunits of vicilina from pea (*Pisum sativum L.).* ***Biochemistry Journal,*** v.207, p. 629-632, 1982.

GAVA, A. J.; DA SILVA, C. A. B.; FRIAS, J. R. G. 2008. Tecnologia de alimentos: Princípios e aplicações. Nobel, São Paulo.

HARGREAVES, M. Carbohydrates and exercise. In: WILLIAMS, C & DELVIN, JT. ***Food, Nutrition and Sports Performance: an international scientific consensus conference***, p.19-33, 1992.

HENG, L. **Flavour Aspects of Pea and its Protein Preparations in Relation to Novel Protein Foods**. PhD Tesis, Wageningen University, Wageningen, The Netherlands, 176 p. 2005.

HENG, L., VINCKEN, J.-P., VAN KONINGSVELD, G., LEGGER, A., GRUPPEN, H., VAN BOEKEL, T., ROOZEN, J., VORAGEN, F. Bitterness of saponins and their content in dry peas. ***Journal of the Science of Food and Agriculture****,* v.86, p.1225–1231, 2006.

HERNÁNDEZ-INFANTE, M., SOUSA, V., MONTALVO, I., & TENA, E. Impact of microwave heating on hemaglutinins, trypsin inhibitors and protein quality of selected legume seeds. ***Plant Foods for Human Nutrition***, v.52, n.3, p. 199−208, 1998.

HOWARTH, K. R.; MOREAU, N. A.; PHILLIPS, S. M.; GIBALA, M. J. Coingestion of protein with carbohydrate during recovery from endurance exercise stimulates skeletal muscle protein synthesis in humans**. *Journal of Applied Physiology**, v.*106 n.4, p. 1394-1402, 2009.

HUANG, A-S., HSIEH, A-L., & CHANG, S. S. Characterization of the non-volatile minor constituents responsible for the objectionable taste of defatted soybean flour. ***Journal Food Science***, v.47, p.19-23, 1981.

IMESON, A. **Thickening and gelling agents for food.** 1 ed. Blackie Academic and Professional, Glasgow Scotland, 584p. 1992.

INSTITUTO ADOLF LUTZ – IAL. Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos - 4ª Edição, 1ª Edição Digital, São Paulo, p. 85 – 160. 2008.

IQBAL, A.; KHALIL, I. A.; ATEEQ, N.; SAYYAR KHAN, M. Nutritional quality of important food legumes. ***Food Chemistry***, v.97, p. 331–335, 2006.

INTERNET. Loja de suplemento on-line; Corpo Perfeito. Disponível em: <http://www.corpoperfeito.com.br/produto/whey_gel_speed_release_nutrilatina_age> Acesso em: 20/10/2013.

IVY, J. L.; RES, P. T.; SPRAGUE, R. C.; WIDZER, M. O. Effect of a Carbohydrate-Protein Supplement on Endurance Performance During Exercise of Varying Intensity. ***International Journal of Sports Nutrition and Exercise Metabolism***, v.13, p.382-95, 2003.

IVY, J. L.; DING, Z.; HWANG, H.; CIALDELLA-KAM, L. C.; MORRISON, P. J. Post exercise carbohydrate-protein supplementation: phosphorylation of muscle proteins involved in glycogen synthesis and protein translation. ***Amino Acids***, v.35, n.1, p.89-97, 2008.

IVY, J.L.; GOFORTH, H.W.; DAMON, B.M.; MCCAULEY; T.R.; PARSONS, E.C.; PRICE, T.B. Early postexercise muscle glycogen recovery is enhanced with a carbohydrate-protein supplement. ***Journal of Applied Physiology**, v.*93, n.4, p.1337-1344, 2002.

IVY, JL; KATZ, AL; CUTLER, CL. Muscle glycogen synthesis after exercise: effect of time on carbohydrate ingestion. ***Journal of Applied Physiology**,* v.65, p.1480-1485, 1998.

KAKADE, M. L.;, RACKISS, J. J.; MCGHEE, J. E.; PUSKI, G. Determination of trypsin inhibitor of soy products: a collaborative analysis of an improved procedure . ***Cereal Chemistry***, v.51, p.376-382, 1974.

KAUR, M., & SINGH, N. Characterization of protein isolates from different Indian chickpea (*Cicer arietinum L.)* cultivars. ***Food Chemistry***, v.102, n.1, p.366–374, 2007.

KINGWELL BA. Nitric oxide-mediated metabolic regulation during exercise: effects of training in health and cardiovascular disease. FASEB J, v.14, p.1685-1696, 2000.

KOLLER-STRAMETZ J. Role of nitric oxide in exercise-induced vasodilation in man. ***Life Science***, v.62, p.1035-1042,1998.

KOOPMAN, R. Combined ingestion of protein and carbohydrate improves protein balance during ultra-endurance exercise. ***American Journal of Physiology, Endocrinology and Metabolism***, v.287, p.712-720, 2004.

KOYAMA, K., KAYA, M., TSUJITA, J., HORI, S. Effects of decrease plasma glutamine concentrations on peripheral lymphocyte proliferation in rats. ***European Journal of Applied Physiology***, v.77, p.25-31, 1998.

LAEMMLI, U. K. Cleavage of Structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4***.*** ***Nature***; v.227, n.5259, p.680-685, 1970.

LEMON PWR. Effects of exercise on dietary protein requirements*.* ***International Journal of Sport Nutrition****, v.*8, p.426-47, 1998.

LETERME, P. Recommendations by health organizations for pulse consumption. ***The British Journal of Nutrition***, 88(3), 239–242, 2002.

LEWIS, M.J. **Propriedades Físicas de Los Alimentos y de Los Sistemas de processado**. Ed. Acribia, S.A. Zaragoza, Espanha, 1993. 494p.

LIU, K. Soybeans – chemistry, technology and utilization***. Gaithersburg, Maryland, Chapman & Hall***, p. 25-113, 1999.

LIVESEY, G.; TAGAMI, H. Interventions to lower the glycemic response to carbohydrate foods with a low-viscosity fiber (resistant maltodextrin): meta-analysis od randomized controlled trials. ***The American Journal of Clinical nutrition****,* v.10*, 2009.*

LOWRY, D. H.; ROSEBROUGH, N.J.; FARR, A.L.; RANDALL, R. J. (1951). Protein measurement with the folin phenol reagent. Journal of Biological Chemistry, 193, 265-275.

LUDEN, N. D.; SAUNDERS, M. J.; TODD, M. K. Postexercise Carbohydrate-Protein-Antioxidant Ingestion Decreases Plasma Creatine Kinase and Muscle Soreness*.* ***International Journal of Sports Nutrition and Exercise Metabolism***, v.17, p.109-23, 2007.

MA Z, BOYE JL. SIMPSON BK, PRASHER SO, MONPETIR D. MALCOLMSON L. Thermal processing effects on the functional properties and microstructure of lentil, chickpea, and pea flours. ***Food Research Internacional****,* v.44, p.2534-2544, 2011.

MALTAIS, A.; REMONDETTO, G. E; SUBIRADE, M. Mechanism involved in the formation and structture of soya protein cold-set gels: A molecular and supramolecular investigation. ***Food hydrocolloids***, v.22, p.550-559, 2008.

MARINANGELI, C. P. F., KASSIS, A. N., & JONES, P. J. H. Glycemic responses and sensory characteristics of whole yellow pea flour added to novel functional foods. ***Journal of Food Science***, v.74, n.9, p.385–389, 2009.

MARQUEZ, M. & ALONSO, R. Inactivation of trypsin inhibitor in chickpea. ***Journal of Food Composition and Analysis***, v.12, n.3, p.211−217, 1999.

MATEOS_APARACIO,I.; CUENCA, A.R.; VILANUEVA-SUAREZ, M. J. Soybean, a promising health source. ***Nutrition Hospitalaria***, v.23, p.305 – 312, 2008.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory evaluation techniques**. 4.ed. Boca Raton:CRC Press, 2006. 448 p.

MENG, G. T.; MA, C. Y. Thermal gelation of globulin from phaseolus angularis (red bean). ***Food Research international***, v.35, p.377-385, 2002.

MERO, A. Leucine supplementation and intensive training. ***Sports Medicine***, v.27, n.6, p.347-358, 1999.

MILLER,S.L.; MARESH,C.M.; ARMSTRONG,L.E.; EBBELING,C.B.; LENNON,S.; RODRIGUEZ, N.R. Metabolic response to provision of mixed protein-carbohydrate supplementation during endurance exercise. ***International Journal of Sport, Nutrition, Exercise and Metabolism****, v.*12, n.4, p.384-97, 2002.

MILLS, E.N.C.; MASEN, C.; SHEWRY, P.R.; WICHERS. H.J. Food allergens of plant origin – their molecular and evolutionary relationships. ***Trends in Food and Science Technology***, v.14, n.145, 2003.

MITCHELL, D. C., LAWRENCE, F. R., HARTMAN, T. J., & CURRAN, J. M. Consumption of dry beans, peas, and lentils could improve diet quality in the US population*.* ***Journal of the American Dietetic Association***, v.109, n.5, p.909–913, 2009.

NAHÁS, J. L. Efeitos da isoflavona sobre os sintomas climatéricos e o perfil lipídico na mulher em menopausa. ***Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia*****,** v.25, n.5, p.33-37, 2003.

NIEMAN, D. C., PEDERSEN, B. K. Exercise and immune function. ***Sports Medicine****,* v.27, p.73-80, 1999.

NILES, E.C; LACHOWETZ, T., GARFI, J; SULLIVAN, W; SMITH, J.C.; LEYH, B.P.; HEADLEY, S.A. Carbohydrate-protein drink improves time to exhaustion after recovery from endurance exercise, ***Journal of exercise Physiology***, 4, 2001.

O´KANE, F. E.; HAPPE, R. P.; VEREIJKEN, J. M.; GRUPPEN, H.; VAN BOEKEL, M. A. J. S. Characterization of pea vicillin, 1. Denoting convicillin as the α-subunit of the Pisum vicilin family. ***Journal of Agricultural and food Chemistry***, v.52, n.10, p.3141-3148, 2004.

O'KANE, F. E., HAPPE, R. P., VEREIJKEN, J. M., GUPPEN, H., & VAN BOEKEL, M. A. Heat-induced gelation of pea legumin: Comparison with soybean glycinin. ***Journal of Agricultural and Food Chemistry***, v.52, n.16), p.5071–5078, 2004a.

O'KANE, F.E., HAPPE, R.P., VEREIJKEN, J.M., GRUPPEN, H., VAN BOEKEL, M.A.J.S. (2004b). Characterization of pea vicilin. 2. Consequences of compositional heterogeneity on heat-induced gelation behavior. *Journal* ***of Agricultural and Food Chemistry***, v.52, n.10, p.3149–3154, 2004b.

OETTERER, M; D´ARCE, M. A. B. R; SPOTO, M. Fundamentos de Ciência e Tecnologia de alimentos, Ed. Manole, p.312, 2006.

ORNELLAS,L.H. ***Técnica dietética: seleção e preparo de alimentos***. São Paulo: Atheneu; 2006.

OSTERBERG,K.L.; ZACHWIEJA,J.J.; SMITH,J.W. Carbohydrate and carbohydrate + protein for cycling time-trial performance. ***Journal of Sports Science****, v.*26, n.3, p.227-33, 2008.

OTTE, J.; SCHUMACHER, E.; IPSEN, R.; JU, Z.; QVIST, K. B. Protease induced gelation of unheated and heated whey proteins: effects of pH, temperature and concentration of proteins, enzyme and salts. ***International Dairy Journal***, v.9, p.801-812, 1999.

OWUSU‐ANSAH, Y. J. & MCCURDY, S.M. Pea Proteins: A Review of Chemistry, Technology of Production, and Utilization. ***Food Reviews International****,* vol. 7, p. 103–134, 1991.

PANZA, V. P.; COELHO, M. S. P. H.; PIETRO, P. F.; ASSIS, M. A. A.; VASCONCELOS, F. A. G. Consumo alimentar de atletas: reflexões sobre recomendações nutricionais, hábitos alimentares e métodos para avaliação do gasto e consumo energéticos. ***Revista de Nutrição***, v.20, n.6, p.681-692, 2007.

PEDROSA, C.; TRISCIUZZI, C.: FERREIRA, S. T. Effects of glycosylation on functional properties of vicilin, the 7S storage globulin from pea (*Pisum sativum*). ***Journal of Agricultural and Food Chemistry****,* v.45, p.2025-2030, 1997.

PENNA, E.W. Metodos sensoriales y sus aplicaciones. Em: Avanços em análise Sensorial. Almeida, T. C. A.; Hough, G.; Damásio, M. H. e da Silva M. A. A. P. CYTED – Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnologia para El Desarollo. Ed. Varella. São Paulo, Brasil, p.13 -22, 1999.

PEREIRA, R. F.; LAJOLO, F. M., HIRSCHBRUCH, M. D. Consumo de suplementos por alunos de academias de ginástica em São Paulo. ***Revista de Nutrição***, v.16, n.3, p.265-272, 2003.

PIERUCCI, A. P.T.R., CASÉ, F.B.; SATO, P.H.R.; GOMES, A.J.S.; RIBEIRO, B.G.; CARVALHO, L.M.J.; SOARES, E.A.. Elaboration of a high carbohydrate supplement for endurance athletes. ***Alimentaria revista de tecnologia e higiene de los alimentos***, v.318, p.81-89, 2000.

PIERRUCCI, A. P. T. R.; CASÉ, F. B.; SATO, P. H. R.; RIBEIRO, B. G.; CARVALHO, L. M. J.; SOARES, E. A. Previous selection of gums for the formulation of a high carbohydrate product. ***Alimentaria revista de Tecnologia e Higiene de los alimentos***, v.328, p.25-33, 2001.

PIRES, C. V.; OLIVEIRA, M. G. A; ROSA, J. C E COSTA, N. M. B. Qualidade nutricional e escore químico de aminoácidos de diferentes fontes proteicas. ***Ciência e tecnologia dos alimentos***, v.26, nº. 1, p. 179 – 187, 2006.

PRICE, K. R. & FENWICK, G. R. Undesirable Sensory Properties of the Dried Pea (Pisum sativum). The Role of Saponin. ***Food Chemistry****,* 17, 105-115, 1985.

PROLL, J.; PETZKE, K. J.; EZEAGU, I. E.; METGELS, C. C. (1998). Low nutritional quality of unconventional tropical crop seeds in rats. ***Journal of Nutrition***, v.128, n.11, p.2014-2022, 1998.

RACKISS, J. J., SESSA, D. J. & HONIG, D. H. Flavor problems of vegetable food proteins. ***Journal of American Oil Chemists Society***, v.56, p.262-271, 1979.

RANGEL, A. A. P. (2002). **Estudo das propriedades fisico-quimicas e nutricionais das globulinas de reserve de sementes de *Vigna unguiculata* e de *Pisum sativum***. Dissertação (Mestrado em Química Biológica) – Instituto Ciências Biomédicas, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2002. 107p.

RANGEL, A.; DOMONT, G. D.; PEDROSA, C.; FERREIRA, S. T. Functional properties of purified vicilins from cowpea (*Vigna unguiculata*) and pea (*Pisum sativum*) and cowpea protein isolate. ***Journal of Agricultural and Food Chemistry***, v.51, p.5792-5797, 2003.

RANGEL, A.; SARAIVA, K.; SCHWENGBER, P.; NARCISO, M. S>; DOMONT, G.D.; FERREIRA, S.T.; PEDROSA, C. Biological evaluation of protein isolate from cowpea (*Vigna unguiculata*) seeds. ***Food Chemistry***, v.87, n.4, p491 – 499, 2004.

REID, M.B. Nitric oxide, reactive oxygen species, and skeletal muscle contraction. ***Medicine Science Sports Exercise***, v.33, p.371-376, 2001.

REMONDETTO, G. E.; SUBIRADE, M. Molecular mechanisms of Fe^{+2}-induced β-lactoglobulin cold gelation. ***Biopolymers***, v.69, p.461-469, 2003.

RENNIE, M.J.; EDWARDS, R.H.T.; KRYWAWYCH, S.; DAVIES, C.T.; HALLIDAY, D.; WATERLOW, J.C.; MILLWARD, D.J. Effect of exercise on protein turnover in man. ***Clinical Science****,* v.61, n.5, p.627-639, 1981.

RIBEIRO, P.; MORAIS, T. B.; COLUGNATI, F. A. B.; SIGULEM, D. M. Tabelas de composição química de alimentos: análise comparativa com resultados laboratoriais. ***Revista de Saúde Pública***, v.37, n.2, p.216-25, 2003.

RIBOTTA, P. D.; COLOMBO, A.; ROSELL, C. M. Enzymatic modifications of pea protein and its application in protein-cassava and corn starch gels. ***Food Hydrocolloids***, v.27, p.185-190, 2012.

RODRIGUEZ, M. E. ***Reologia de alimentos. Em. Industrias de las Alimentacions***. Ed. Beleisco:Madrid, Espanha. 1999. 27-51p.

ROGERO, M.M.; TIRAPEGUI, J. Aspectos atuais sobre aminoácidos de cadeia ramificada e exercício físico. ***Brazilian Journal of Pharmaceutical Science****, v,*44, n.4, 2008.

ROOZEN, J. P. The bitterness of protein hydrolysates. ***Progress in flavour Research***, v.28, p.321-326, 1979.

RUSSELL, T.A., DRAKE, M.A., GERARD, P.D. Sensory properties of whey and soy proteins. ***Journal Food Science***, v.71, p447–455, 2006.

SANDERSON, G. R. Polysaccharides In foods. ***Food Technology***, p.50-83, 1981.

SAUNDERS, M. J., KANE, M. D., TODD, M. K. Effects of a carbohydrate-protein beverage on cycling endurance and muscle damage. ***Medicine Science Sports Exercise***, v.36, n.7, p.1233-1238, 2004.

SAUNDERS, M .J. Coingestion of Carbohydrate-Protein During Endurance Exercise: Influence on Performance and Recovery. **International Journal of Sports Nutrition and Exercise Metabolism**, v.17, p.87-103, 2007.

SBD - *Sociedade Brasileira de Diabetes / disponível em:* www.diabetes.org.br*, acesso em: dezembro/2013.*

SCHAAFSMA, G. Nutritional Appreciation of Proteins. Report V94.135, TNO ***Nutrition and Food Research Institute***, Zeist, The Netherlands, 1994.

SCHROEDER, H. E. Quantitative studies on the cotyledonary proteins in the genus Pisum. ***Journal of the Science of Food and Agriculture***, v.33, p.623 – 633, 1982.

SESSA, D. J. & RACKISS, J. J. Lipid-derived flavours of legumes. ***Jounal of American Oil Chemists Society***, v.53, p.145, 1976.

SHAND, P.J; YA, H; PIETRASIK, Z.; WANASUNDARA, P. K. J. P. D. Physicochemical and tertural properties of heat-induced pea protein isolate gels. ***Food Chemistry***, v.102, p.1119-1130, 2007.

SHAND, P.J; YA, H.; PIETRASIK, Z; WANASUNDARA, P. K. J. P. D. Transglutaminase treatment of pea protein: effect on physicochemical and

rheological properties of heat induced protein gels. ***Food Chemistry***, v.107, p.692-669., 2008.

SHIMADA, K. & MATSUSHITA, S. Relationship between thermocoagulation of proteins and amino acid composition. ***Journal of Agricultural and Food Chemistry***, v.28, p.413-417,1980.

SIDDHURAJU, P.; VIJAYAKUMARI, K. & JANARDHANAN, K. Chemical composition and nutritional evaluation of an underexploited legume, *Acacia nilotica* L. ***Food Chemistry***, v.57, p.385-391, 1996.

SILVA, M. R.; SILVA, A. A. P. Aspectos nutricionais de fitatos e taninos. ***Revista de Nutrição***, v,12, p.5-19, 1999.

SIRTORI E, ISAK I, RESTA D, BOSCHIN G, ARNOLDI A. Mechanical and thermal processing effects on protein integrity and peptide fingerprint of pea protein isolate. ***Food Chemistry***, v.134, p.113-121, 2012.

SKILLEN,R.A.; TESTA,M.; APPLEGATE,E.A.; HEIDEN,E.A.; FASCETTI,A.J.; CASA ZZA, G.A. (2010). Effects of an amino acid carbohydrate drink on exercise performance after consecutive-day exercise bouts. ***Internacional Journal of Sport Nutrition, Exercise and Metabolism****, v.1*8, n.5, p.473-92, 2010.

SOSULSKI, F.; GARRATT, M.D.; SLINKARD, A. E. Functional properties of 10 legume flours*.* ***Journal of Food Science and Technology***, v.9, n.2, p.66-69, 1976.

SOSULSKI, F. W. & MCCURDY, A. Functionality of Flours, Protein Fractions and Isolates from Field Peas and Faba Bean. ***Journal of Food Science***, v. 52, p. 1010–1014, 1987.

STANHOPE KL, SCHWARZ JM, KEIM NL, GRIFFEN SC, BREMER AA, GRAHAM JL, HATCHER B, et.al.(2009). Consuming fructose-sweetened, not glucose-sweetened, beverages increases visceral adiposity and lipids and decreases insulin sensitivity in overweight/obese humans. ***Journal of Clinical Investigation***, v.119, n.5, p.1322-1334.

STEFFE, J.F. **Rheological Methods in Food Process Engineering.** East Lansing: Freeman Press, 1992. 226 p.

SUN, X. D., & ARNTFIELD, S. D. Dynamic oscillatory rheological measurement and thermal properties of pea protein extracted by salt method: effect of pH and NaCl. ***Journal of Food Engineering***, v.105, p.577-582, 2011.

SUN, X. D., & ARNTFIELD, S. D. Molecular forces involved in heat-induced pea protein gelation: Effects of various reagents on the rheological properties of salt-extracted pea protein gels. ***Food Hydrocolloids****,* v.28, p.325-332, 2012.

TACO – Tabela brasileira de composição dos alimentos / NEPA-UNICAMP.- Versão II. – 2ª Ed. – Campinas, SP: NEPA-UNICAMP, 2006. 113p.

TAKU K, MELBY MK, KRONENBERG F, KURZER MS, MESSINA M. Extracted or synthesized soybean isoflavones reduce menopausal hot flash frequency and severity: systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Menopause:* ***The Journal of the North American Menopause Association****, v.* 19, n.7, p.776-790, 2012.

TIPTON KD, ELLIOTT TA, CREE MG, WOLF SE, SANFORD AP, WOLFE RR. Ingestion of casein and whey proteins result in muscle anabolism after resistance exercise. ***Medicine Science Sports Exercise***, v.36, p.2073-2081. 2004.

TRUGO, LC , RAMOS, LA, TRUGO, NMF & SOUZA , MCP. Oligosaccharide composition and trypsin inhibitor activity of *P. vulgaris* and the effect of germination on β-galactoside composition and fermentation in the human colon. ***Food Chemistry***, v.36, p.53-61, 1990.

TSINTZAS, OK; LIU, R; WILLIAMS, C. The effect of carbohydrate ingestion on performance during a 30-km race. ***International Journal of Sports Nutrition***, v.3, p.127-139, 1993.

UTSUMI, S., & KINSELLA, J. E. Forces involved in soy protein gelation: effects of various reagents on the formation, hardness and solubility of heat-induced gels made from 7S, 11S and soy isolate. ***Journal of Food Science***, v.50, p.1278-1282, 1985.

VALENTINE, R. J.; SAUNDERS, M. J.; TODD, M. K.; ST. LAURENT, T. G. Influence of carbohydrate-protein beverage on cycling endurance and indices of muscle disruption. ***International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism***, v.18, p.363-378, 2008.

VIDAL-VALVERDE, C.; FRIAS, J.; ESTRELLA, I.; GOROSPE, M. J.; RUIZ, R.; BACON, J. Effect of processing on some antinutritional factors of lentils. ***Journal of Agricultural and Food Chemistry***, v.42, n.10, p.2291−2295, 1994.

WANG, N.; DAUN, J. K.; MALCOLMSON, L. J. Relationship between physicochemical and cooking properties, and effects of cooking on antinutrients, of yellow field peas (*Pisum sativum*). ***Journal of the Science of Food and Agriculture***, v.83, n.12, p.1228−1237, 2003.

WANG, N.; HATCHER, D. W., TOEWS, R., & GAWALKO, E. J. Influence of cooking and dehulling on nutritional composition of several varieties of lentils (*Lens culinaris).* ***Food Science and Technology***, v.42, n.4, p.842−848, 2009.

WANG, T. L.; DOMONEY, C.; HEDLEY, C. L.; CASEY, R.; GRUSAK, M. A. Can we improve the nutritional quality of legume seeds? ***Plant Physiology***, v.131, p.886–891, 2003.

WILKINSON SB, PHILLIPS SM, ATHERTON PJ, PATEL R, YARASHESKI KE, TARNOPOLSKY MA, RENNIE MJ. (2008). Differential effects of resistance and endurance exercise in the fed state on signalling molecul phosphorylation and protein synthesis in human muscle. ***Journal of Physiology***,v.586, p.3701–3717, 2008.

WILLIAMS, M. B.; RAVEN, P. B.; FOGT, D. L.; IVY, J. L. Effects of Recovery Beverages on Glycogen Restoration and Endurance Exercise Performance. ***Journal of Strength and Conditioning Research***, v.17, n.1, p.12-19, 2003

ZAWADZI, K. M.; YASPELKIS 3rd, B. B.; IVY, J. L. Carbohydrate-Protein Complex Increases the Rate of Muscle Glycogen Storage After Exercise. ***Journal of Applied Physiology***, v.72, n.5, p.1854-1859, 1992.

ANEXOS

ANEXO 1

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O respeito devido à dignidade humana exige que toda a pesquisa se processe após o consentimento livre e esclarecido dos sujeitos, indivíduos ou grupo que por si e/ou por representantes legais manifestem sua anuência à participação na pesquisa.

O projeto com título público de “AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS SENSORIAIS (COR, SABOR E AROMA) DE UM ALIMENTO PARA ATLETAS COM PROTEÍNA DE ERVILHA”, por meio deste documento o convida a fazer parte das etapas que o compõe.

Atletas e praticantes de atividade física gastam muita energia em suas atividades esportivas. Por isso para que essas atividades não sejam prejudicadas, eles precisam de uma alimentação diferenciada e rica em proteínas e carboidratos. Existem alguns estudos que mostram que a proteína de ervilha é saudável e possui bom valor nutricional, além de ser um produto mais acessível no ponto de vista econômico do que os produtos de origem animal, o que justifica o seu uso no desenvolvimento de novos alimentos para promoção de saúde.

O potencial das proteínas de ervilhas para utilização na indústria é alto, mas está é pouco utilizada na alimentação pela ação de antinutrientes presentes nos grãos, que modificam o sabor do produto final. Esses fatores podem reduzir o valor nutricional, gerar aromas e sabores desagradáveis ou provocar efeitos negativos ao organismo.

Um alimento além de ser nutritivo deve produzir satisfação e ser agradável ao consumidor. Em um desenvolvimento de um novo produto é importante melhorar parâmetros, como forma, cor, aparência, odor, sabor, textura e consistência, com a finalidade de alcançar qualidade pra esse produto e que seja de boa aceitação pelo consumidor.

Para utilização de proteína de ervilha em um produto alimentar é necessária à avaliação das características sensoriais (cor, sabor e aroma) desse produto, para garantir que estas sejam adequadas ao consumidor, sendo uma opção economicamente mais acessível de suplementação alimentar e contribuir positivamente com a população praticante de atividade física.

Portanto, o objetivo do estudo que está sendo apresentado é avaliar sensorialmente um produto a base de proteína de ervilha em atletas e praticantes de atividade física.

Durante o projeto será produzido um alimento a base de proteína de ervilha adicionado de açúcares e aromatizantes. O participante que concordar em contribuir com a pesquisa irá experimentar esse alimento e dar sua opinião através de um questionário sobre sua preferência e aceitação quanto ao gosto e consistência do alimento.

Esse alimento será previamente testado por meio de análises físico-químicas e microbiológicas realizadas em laboratório, para garantir a segurança quanto a não contaminação do produto.

Os participantes que concordarem em fazer parte do grupo de pesquisa responderão a um questionário com perguntas relativas ao consumo de produtos a base de proteína, para que seja possível obter informações sobre consumidores de produtos com características parecidas ao alimento testado.

É garantida a liberdade de se recusar a participar ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado. É garantido o sigilo que assegure a sua privacidade quanto aos dados pessoais confidenciais coletados na ocasião da análise.

Os resultados desta pesquisa serão publicados na forma de artigos científicos em revistas científicas, sem haver a identificação dos voluntários que aceitarem participar, ou seja, as suas informações pessoais serão mantidas em segredo. A sua participação nesta pesquisa não lhe trará gastos algum.

Em caso de dúvida ou necessidade de mais esclarecimentos sobre o projeto durante sua participação ou mesmo após sua participação ter sido encerrada, faça contato com Srta. Renata Baratta dos Passos, através do telefone (021) 9411-8492 ou através do email: renatabaratta@yahoo.com.br ou Dra. Anna Paola Pierucci, através dos telefones (021) 9992-0101 ou (21) 2562-6697, email: pierucci@nutricao.ufrj.br, endereço Av. Carlos Chagas Filho, 373 - CCS J2ss08, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro, RJ, 21941-902, Brasil.

Acredito ter sido suficientemente informado a respeito das informações sobre o estudo acima citado que li ou que foram lidas para mim. Eu discuti com a pesquisadora responsável Renata Baratta, sobre a minha decisão em participar

nesse estudo. Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que minha participação é isenta de despesas e que tenho garantia de acesso a tratamento hospitalar quando necessário.

Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem penalidades ou prejuízos e sem a perda de atendimento nesta Instituição ou de qualquer benefício que eu possa ter adquirido. Eu receberei uma cópia desse Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e a outra ficará com o pesquisador responsável por essa pesquisa. Além disso, estou ciente de que eu (ou meu representante legal) e o pesquisador responsável deveremos rubricar todas as folhas desse TCLE, menos a última que será assinada por ambos.

Rio de Janeiro, ____ de _____ de 20_____

_____	_____
Nome do sujeito de pesquisa	Nome do pesquisador
_____	_____
Assinatura do sujeito da pesquisa	Assinatura do pesquisador

ANEXO 2

QUESTIONÁRIO DE CARACTERIZAÇÃO DOS PROVADORES

1. Nome: _____
2. Idade: _____ anos
3. Sexo: ( ) Masculino ( ) Feminino
4. Profissão: _____
5. Nível de escolaridade: _____
6. Você fuma: ( ) Sim ( ) Não
7. Você possui algum tipo de doença como hipertensão, diabetes e doença cardiovascular, câncer? ( ) Sim ( ) Não
8. Pratica algum tipo de atividade física: ( ) Sim ( ) Não
   Qual: _____
9. Quantas vezes na semana? _____
10. Quanto tempo gasta nessa atividade? _____
11. Você consome algum tipo de suplemento para praticantes de atividade física? ( ) Sim ( ) Não
12. Especificar o tipo de suplemento: _____
13. Com que objetio você consome esse(s) suplemento(s)? (especifique por suplmento): _____
14. Quem indicou esse tipo de suplemento? _____
15. O que acha do gosto dos suplementos a base de proteína? (só responda essa opção se já houver experimentado algum e sinalize o tipo de suplemento a que se refere):
    _____
    _____
16. Caso não tenha respondido a pergunta anterior, você consumiria esse tipo de suplemento a base de proteína?

( ) Sim. Por que? _____

( ) Não. Por que? _____

ANEXO 3

QUESTIONÁRIO DE ACEITAÇÃO DE PRODUTO ALIMENTAR

Por favor, responda as perguntas abaixo:

1) Marque um x o quanto você gostou desses alimentos:

INSIRA O NÚMERO CORRESPONDENTE AO ALIMENTO NA CAIXA ABAIXO:

Gostei muitíssimo (Adorei)	_____	_____
Gostei muito	_____	_____
Gostei moderadamente	_____	_____
Gostei Ligeiramente	_____	_____
Não gostei, nem desgostei	_____	_____
Desgostei ligeiramente	_____	_____
Desgostei moderadamente	_____	_____
Desgostei muito	_____	_____
Desgostei muitíssimo (Detestei)	_____	_____

Comentários: _____

2) Marque um x o quanto você gostou do SABOR desses alimentos?

Gostei muitíssimo (Adorei)	_____	_____
Gostei muito	_____	_____
Gostei moderadamente	_____	_____
Gostei Ligeiramente	_____	_____
Não gostei, nem desgostei	_____	_____
Desgostei ligeiramente	_____	_____
Desgostei moderadamente	_____	_____
Desgostei muito	_____	_____
Desgostei muitíssimo (Detestei)	_____	_____

Comentários: _____

3) Marque um x o quanto você gostou da CONSISTÊNCIA desses alimentos?

Gostei muitíssimo (Adorei)	_____	_____
Gostei muito	_____	_____
Gostei moderadamente	_____	_____
Gostei Ligeiramente	_____	_____
Não gostei, nem desgostei	_____	_____
Desgostei ligeiramente	_____	_____
Desgostei moderadamente	_____	_____
Desgostei muito	_____	_____
Desgostei muitíssimo (Detestei)	_____	_____

Comentários: _____

4) Marque um x o quanto você gostou da COR desses alimentos?

Gostei muitíssimo (Adorei)	_____	_____
Gostei muito	_____	_____
Gostei moderadamente	_____	_____
Gostei Ligeiramente	_____	_____
Não gostei, nem desgostei	_____	_____
Desgostei ligeiramente	_____	_____
Desgostei moderadamente	_____	_____
Desgostei muito	_____	_____
Desgostei muitíssimo (Detestei)	_____	_____

Comentários: _____

5) Marque um x o quanto você gostou do GOSTO DOCE desses alimentos?

Gostei muitíssimo (Adorei)	_____	_____
Gostei muito	_____	_____
Gostei moderadamente	_____	_____
Gostei Ligeiramente	_____	_____
Não gostei, nem desgostei	_____	_____
Desgostei ligeiramente	_____	_____
Desgostei moderadamente	_____	_____
Desgostei muito	_____	_____
Desgostei muitíssimo (Detestei)	_____	_____

Comentários: _____

6) Se estes produtos estivessem à venda no mercado, você:

Certamente compraria	_____	_____
Provavelmente compraria	_____	_____
Talvez comprasse, talvez não	_____	_____
Provavelmente não compraria	_____	_____
Certamente não compraria	_____	_____

Comentários: _____