

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOTECNOLOGIA
MESTRADO EM BIOTECNOLOGIA**

MARCELA GIACCHINI KLOTH

**AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE DA EXTRAÇÃO DE PROTEÍNA A
PARTIR DE SUBPRODUTO AGROINDUSTRIAL**

DISSERTAÇÃO

**PONTA GROSSA
2021**

MARCELA GIACCHINI KLOTH

**AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE DA EXTRAÇÃO DE PROTEÍNA A PARTIR DE
SUBPRODUTO AGROINDUSTRIAL**

Feasibility evaluation of protein extraction from agro-industrial by-products

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do título de Mestre em Biotecnologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Alessandra Cristine Novak Sydney.

PONTA GROSSA

2021



Esta licença permite que outros remixem, adaptem e criem a partir do trabalho para fins não comerciais, desde que atribuem o devido crédito e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



MARCELA GIACCHINI KLOTH

**AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE DA EXTRAÇÃO DE PROTEÍNA A PARTIR DE SUBPRODUTO
AGROINDUSTRIAL**

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestra Em Biotecnologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).
Área de concentração: Biotecnologia.

Data de aprovação: 30 de Agosto de 2021

Prof.a Alessandra Cristine Novak Sydney, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof Luiz Gustavo Lacerda, Doutorado - Universidade Estadual de Ponta Grossa (Uepg)

Prof.a Simone Bowles, Mestre+Rsc-Iii (Lei 12772/12 Art 18) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 06/10/2021.

Dedico este trabalho a todos aqueles a
quem esta pesquisa possa ajudar de
alguma forma.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho não poderia ser finalizado sem a ajuda de diversas pessoas e instituições às quais presto minha homenagem e gratidão aqui.

Agradeço primeiramente a Deus por ter me mantido firme, com saúde e forças para finalizar este projeto de pesquisa.

Aos meus pais, por todo amor, carinho, apoio, suporte, incentivo na educação e por acreditarem que eu seria capaz de superar obstáculos que a vida me apresentou.

À minha família, por todo carinho, amor, compreensão e incentivo na pesquisa.

Aos meus amigos, em especial à Gabriela, Alberto, Isadora, Maria Luísa, Sabrina e Thaís, pelo suporte e auxílio em todas as etapas dessa trajetória.

Ao meu namorado, Mathias, por toda ajuda, apoio, incentivo, compreensão, amor e cuidado comigo, principalmente no período de realização do projeto de pesquisa.

À minha orientadora, professora Alessandra, pelos conhecimentos adquiridos, pelo auxílio durante a pesquisa, dedicação e pela confiança depositada.

Ao meu colega de laboratório, Heder, pelos conhecimentos compartilhados e pela sua pesquisa que inspirou a realização desse projeto de pesquisa.

À aluna de iniciação científica Larissa, por todo auxílio nas etapas de extração e quantificação da proteína.

À professora Simone, por todo auxílio, dedicação, disponibilidade e conhecimento transmitido, além de ceder seu laboratório para a realização de análises.

Ao professor Eduardo, por todo auxílio e apoio durante o mestrado e a realização desse projeto de pesquisa.

Aos professores do Programa de Pós Graduação em Biotecnologia (PPGBI-OTEC) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) - Câmpus Ponta Grossa, por todas as contribuições ao projeto de pesquisa.

Às instalações do Laboratório de Compostos Bioativos e do Laboratório de Fermentações, que possibilitaram a realização desse projeto de pesquisa.

À comunidade da UTFPR Câmpus Ponta Grossa, seu corpo docente, discente, direção e administração pela qualidade e excelência do ensino.

A todos os meus professores que auxiliaram de forma direta e indireta na conclusão deste projeto de pesquisa.

À Fundação ABC Sede Castro, em nome de Vanessa e Aline, por viabilizar a realização de análises relevantes ao projeto de pesquisa e disponibilidade no auxílio com a metodologia.

À Fundação de Apoio a Universidade Tecnológica Federal do Paraná (FUNTEF-PR), pelo apoio financeiro.

Enfim, a todos os que de alguma forma contribuíram para a realização deste projeto de pesquisa.

RESUMO

KLOTH, Marcela Giacchini. **Avaliação da viabilidade da extração de proteína a partir de subproduto agroindustrial**. 2021. 65 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2021.

O setor de agricultura cresce a cada ano e é muito expressivo na região sul do Brasil, tendo um grande impacto na economia tanto a nível nacional quanto internacional. Nesse cenário, o estado do Paraná figura como um dos maiores produtores de batatas do país, algumas dessas plantações se localizam próximas aos Campos Gerais, abrangendo cidades como Ponta Grossa, Palmeira, Castro, Carambeí e Irati. Há uma ampla gama de processos industriais que podem ser realizados nesses tubérculos. Porém, durante esses processos, é gerada uma grande quantidade de resíduos, que necessitam ser destinados corretamente. Como alternativa a esse problema, se propõe a caracterização e a utilização desse resíduo para a extração da proteína da batata, com possibilidade de reinserção ao mercado, gerando uma economia circular. Foram simulados em laboratório resíduos sólidos industriais de processamento de batata inglesa, acondicionados em freezer, secos em estufa para análises físico-químicas e a extração de sua proteína. Os resultados da caracterização do resíduo mostraram um teor de nitrogênio total de 14% na base seca, açúcares redutores entre 0,21% a 1,71%, lipídios em 0,31%, umidade de 88%, cinzas em 10%, sólidos totais em 4,02%, atividade de água de 0,53 aW e acidez titulável de 0,17 na amostra. Foram selecionados parâmetros de processo que permitissem a extração de uma proteína utilizando planejamento experimental com variações de molaridade, temperatura e tempo de extração. Conclui-se que este processo contribuirá pela produção de uma proteína de interesse no mercado, produzida a partir de um resíduo.

Palavras-chave: extração; proteína; batata; subproduto; agroindústria.

ABSTRACT

KLOTH, Marcela Giacchini. **Feasibility evaluation of protein extraction from agro-industrial by-products**. 2021. 65 p. Dissertation (Master's Degree in Biotechnology) – Federal University of Technology – Paraná. Ponta Grossa, 2021.

The agricultural sector is growing every year and is very expressive in the southern region of Brazil, having a great impact on the economy both nationally and internationally. In this scenario, the state of Paraná figures as one of the largest potato producers in the country, some of these plantations are located near the Campos Gerais, covering cities such as Ponta Grossa, Palmeira, Castro, Carambeí and Irati. There is a wide range of industrial processes that can be performed on these tubers. However, during these processes, a large amount of residues are generated, which need to be correctly disposed of. As an alternative to this problem, we propose the characterization and utilization of this waste for the extraction of potato protein, with the possibility of re-insertion into the market, generating a circular economy. Solid industrial waste from potato processing was simulated in the laboratory, conditioned in freezers, dried in stoves for physicochemical analysis and the extraction of its protein. The results of the residue characterization showed a total nitrogen content of 14% on a dry basis, reducing sugars between 0.21% to 1.71%, lipids at 0.31%, moisture at 88%, ash at 10%, total solids at 4.02%, water activity of 0.53 aW and titratable acidity of 0.17 in the sample. Process parameters were selected that would allow the extraction of a protein using experimental planning with variations in molarity, temperature and extraction time. It is concluded that this process will contribute by producing a protein of interest in the market, produced from a residue.

Keywords: extraction; protein; potato; by-product; agroindustry.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Análises da caracterização físico-química.	30
Figura 2 – Fluxograma de extração de proteína.	35
Figura 3 – Amostra do subproduto mimetizado.	38
Figura 4 – Amostra seca em estufa.	39
Figura 5 – Amostra homogeneizada em mixer para a quantificação de açúcares reductores por DNS.	40
Figura 6 – Diluição da amostra para a quantificação de açúcares reductores por DNS.	40
Figura 7 – Amostra seca, triturada em graal e pistilo, para quantificação de Lipídios por Soxhlet.	41
Figura 8 – Análise de cinzas. Amostras após aquecimento em chapa (a) e amostras no dessecador após aquecimento em mufla (b).	43
Figura 9 – Análise de sólidos totais. Amostras no dessecador após secagem em estufa (a) e amostras em cinzas (b).	43
Figura 10 – Amostra no analisador de atividade de água.	44
Figura 11 – Análise de acidez titulável. Amostras prontas para titulação (a) e após titulação (b).	45
Figura 12 – Etapas da extração de proteínas. Amostra em chapa aquecida com agitação magnética (a), amostra após centrifugação (b), neutralização do pH (c), amostras após segunda centrifugação (d) e após extração e centrifugação (e).	46
Figura 13 – Curva de calibração de proteínas pelo método Bradford.	47
Figura 14 – Gráfico de Pareto sobre o efeito da molaridade, do tempo e da temperatura na extração da proteína.	49
Figura 15 – Análise de variância para molaridade, tempo e temperatura	49
Figura 16 – Gráfico de superfície sobre a influência das variáveis	50
Figura 17 – Gráfico com valores preditos e valores observados	51
Gráfico 1 – Tipos de dieta dos participantes da pesquisa.	36
Gráfico 2 – Preocupação com a origem das proteínas consumidas.	37
Gráfico 3 – Opções de proteínas vegetais no mercado.	37
Gráfico 4 – Suplementação alimentar.	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Proteína total do subproduto.	39
Tabela 2 – Parâmetros e rendimento de extrações.	46
Tabela 3 – Concentração de proteínas nas amostras.	48

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÔNIMOS

SIGLAS

ABBA	Associação Brasileira da Batata
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANOVA	<i>Análise de Variância</i>
BSA	<i>Bovine serum albumin</i>
DCCR	<i>Delineamento Composto Central Rotacional</i>
DNS	<i>Ácido dinitrosalicílico</i>
DOE	<i>Design of Experiments</i>
EDTA	<i>Ethylenediamine tetraacetic acid</i>
FUNTEF-PR	Fundação de Apoio a Universidade Tecnológica Federal do Paraná
GFI	<i>Good Food Institute</i>
GWP	<i>Global Warming Potential</i>
IAP	Instituto Ambiental do Paraná
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
NBR	Norma Brasileira
PIB	Produto Interno Bruto
PPGBIOTEC	Programa de Pós Graduação em Biotecnologia
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
VBP	Valor Bruto da Produção

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	OBJETIVOS	13
2.1	OBJETIVO GERAL	13
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
3	REFERENCIAL TEÓRICO	14
3.1	BATATA	14
3.2	RESÍDUOS E SUBPRODUTOS	15
3.2.1	Legislação e Classificação	16
3.3	ECONOMIA CIRCULAR	18
3.4	IMPACTOS AMBIENTAIS DE ALIMENTAÇÃO À BASE DE ANIMAIS E À BASE DE PLANTAS	19
3.5	PROTEÍNAS	19
3.6	MERCADO PLANT-BASED	21
3.7	CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA	22
3.8	PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL	23
3.9	EXTRAÇÃO DE PROTEÍNAS	23
3.10	QUANTIFICAÇÃO DE PROTEÍNAS	24
3.11	TESTES DE DISPERSÃO E RESSOLUBILIZAÇÃO	25
3.12	APLICAÇÃO EM ALIMENTOS	26
3.13	APLICAÇÃO EM COSMÉTICOS	27
3.14	APLICAÇÃO EM BIOTECNOLOGIA	28
4	MATERIAL E MÉTODOS	29
4.1	LOCAL	29
4.2	PESQUISA SOBRE PROTEÍNAS VEGETAIS	29
4.3	AMOSTRA	29
4.4	SECAGEM	30
4.5	MOAGEM	30
4.6	CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA	30
4.6.1	Determinação de Nitrogênio Total pelo Método Dumas	30
4.6.2	Quantificação de Açúcares Redutores por DNS	31
4.6.3	Quantificação de Lipídios por Soxhlet	32
4.6.4	Umidade	32
4.6.5	Cinzas	32
4.6.6	Sólidos Totais	33
4.6.7	Atividade de Água	33
4.6.8	Acidez Titulável	33
4.7	PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL	34
4.8	EXTRAÇÃO DE PROTEÍNAS	34
4.9	QUANTIFICAÇÃO DE PROTEÍNAS PELO MÉTODO BRADFORD	35
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
5.1	PESQUISA SOBRE PROTEÍNAS VEGETAIS	36

5.2	AMOSTRA	38
5.3	SECAGEM	38
5.3.1	Determinação de Nitrogênio Total pelo Método Dumas	39
5.3.2	Quantificação de Açúcares Redutores por DNS	40
5.3.3	Quantificação de Lipídios por Soxhlet	41
5.3.4	Umidade	42
5.3.5	Cinzas	42
5.3.6	Sólidos Totais	43
5.3.7	Atividade de Água	44
5.3.8	Acidez Titulável	45
5.4	EXTRAÇÃO DE PROTEÍNAS	45
5.5	QUANTIFICAÇÃO DE PROTEÍNAS PELO MÉTODO BRADFORD	47
5.6	PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL	48
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	52
7	TRABALHOS FUTUROS	53
	REFERÊNCIAS	54
	APÊNDICE A – RESULTADOS DA PESQUISA DE MERCADO SO-	
	BRE PROTEÍNAS VEGETAIS	64

1 INTRODUÇÃO

Historicamente, a agricultura no Brasil é uma atividade que está presente desde o período do descobrimento, sendo comum principalmente devido à abundância de terras e necessidade do plantio para a alimentação, aliados à alta quantidade de recursos naturais dentro do país. Essa atividade posteriormente se fortaleceu muito com a exportação de café e de açúcar (FILHO; FISHLOW, 2017). Além do aumento do trabalho no Brasil, a agricultura e o agronegócio se desenvolveram muito, em diversos âmbitos. Economicamente, esses setores participaram de forma satisfatória para a formação do Produto Interno Bruto (PIB) e também no saldo da balança comercial brasileira (MOREIRA; BARREIROS; PROTIL, 2011). Só no ano de 2019, o setor do agronegócio atingiu US\$ 96,79 bilhões em exportações (MAPA, 2020), e o Valor Bruto da Produção (VBP) agropecuária alcançou R\$ 651,5 bilhões em 2019, onde R\$ 400,7 bilhões foram somente da produção agrícola (CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL, 2020). Dentro da produção agrícola, a produção anual de batatas no Brasil é de aproximadamente 3,5 bilhões de kg em uma área de cerca de 130 mil hectares (ABBA, 2021).

Houve um incentivo nas instituições de pesquisas, que impactou em aumento da produtividade e na centralização de alguns tipos de cultivo no Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (FILHO; FISHLOW, 2017). Também houve essa motivação por parte do Estado, para a compra de maquinário agrícola, materiais como adubos ou venenos e também facilidades para os produtores obterem créditos subsidiados (SAVOLDI; CUNHA, 2010).

O plantio de batatas se intensificou nos estados de Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, onde são cultivados mais de 96% da produção brasileira. Somente o estado do Paraná, já cultiva o equivalente a 23% da produção nacional. A produção de batatas é alta em cidades como Curitiba, Ponta Grossa, União da Vitória e Guarapuava, que cultivam aproximadamente 90% de toda a produção paranaense (RAMOS, 2003).

Apesar da alta produção de batatas no Brasil, somente 10% são processados, como é o caso da batata pré-frita congelada, batata chips e batata palha (EMBRAPA, 2015). Como a maioria dos processos industriais, há a geração de resíduos e subprodutos. Com isso, é importante criar e viabilizar formas de aproveitamento deles, pois a alta quantidade de resíduos agroindustriais pode desencadear problemas ambientais, dependendo do seu descarte (FILHO; MENDONÇA; MENDITI, 2019). O aproveitamento de resíduos, além de ser benéfico para o meio ambiente, também pode agregar valor e gerar mais receitas para a empresa.

Sabe-se que carboidratos, lipídios, proteínas, vitaminas e sais minerais são

componentes essenciais na dieta do ser humano, devido à importância das suas funções que se relacionam com desenvolvimento, manutenção de tecidos, reprodução, entre outras (NASCIMENTO, 2010). As proteínas atuam no desenvolvimento de tecidos, na defesa do organismo, no transporte de nutrientes e metabólitos, na constituição das membranas e estão presentes em alguns hormônios. Elas podem ser provenientes de animais ou vegetais (PREFEITURA DE SÃO PAULO, 2014). As proteínas possuem ampla utilização no ramo da tecnologia, sendo encontradas em diversos processos, na área alimentícia, farmacêutica, têxtil, de papel e celulose, devido às suas características e funcionalidades (MONTEIRO; SILVA, 2009).

Nos últimos anos, a procura por opções de proteínas vegetais vem crescendo devido ao expressivo número de pessoas que se tornaram veganas e vegetarianas no Brasil. Além disso, 29% dos brasileiros estão diminuindo a ingestão de alimentos de origem animal (GFI, 2018) e 50% estão reduzindo o consumo de carne (GFI, 2020).

Dessa forma, propõe-se um método que alie o aproveitamento de um subproduto, proveniente do processamento da batata, com a caracterização físico-química e extração de uma proteína de amplo interesse comercial.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a viabilidade técnica da extração de proteína do subproduto do processamento industrial de batatas, visando a destinação adequada e a extração de uma proteína de amplo interesse na indústria.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar o subproduto do processamento industrial de batatas;
- Realizar testes para extração da proteína da batata em laboratório, avaliando parâmetros de tempo, temperatura e molaridade;
- Otimizar as extrações visando maximizar a extração da proteína;
- Realizar os cálculos de rendimento das extrações;
- Avaliar características finais do concentrado proteico obtido.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 BATATA

A batata (*Solanum tuberosum*) é uma das culturas de alimentos mais importantes do mundo, sendo muito consumido diariamente (EMBRAPA, 2015). A produção anual de batatas no mundo está acima de 380 bilhões de kg, ela também possui ampla importância principalmente para os países que possuem as maiores populações no mundo. No Brasil, ela é considerada a hortaliça mais importante, sua produção média no ano é de 3,5 bilhões de kg (ABBA, 2017).

A batata consiste em um agronegócio que abrange, em média, 5 mil produtores de 30 regiões do Brasil, em sete estados brasileiros (MG, SP, PR, RS, SC, GO e BA). Comparado à alguns países da Europa, o uso industrial da batata ainda é pequeno no Brasil, possuindo demanda de crescimento do processamento industrial, que leva em conta a rotina dos brasileiros, que buscam praticidade e rapidez na sua alimentação (EMBRAPA, 2021; ABBA, 2021).

A batata é uma das culturas alimentares mais presentes no Paraná devido à presença de imigrantes europeus, de origem polonesa e alemã, em sua maioria, que a plantavam ainda para sua própria alimentação. O plantio era feito em terras conservadas sob pastagem nativa ou pelas técnicas de rotação entre lavouras de soja, milho, trigo e cevada (MALLMANN; LUCCHESI; DESCHAMPS, 2011). Posteriormente, essas famílias foram alterando seus costumes e produzindo para o comércio em pequenas agroindústrias (SAVOLDI; CUNHA, 2010).

A batata também é um alimento muito nutritivo que é fonte de carboidratos, proteínas, fibras, potássio, vitamina C e B6. Um fator benéfico ao seu consumo é o seu baixo teor em gorduras, quando consumida cozida, por exemplo. Sua composição de aminoácidos conta com cistina, ácido aspártico, prolina, triptofano, asparagina e glutamina. A proteína presente na batata possui um valor biológico de 73,0 que corresponde a 77% do valor biológico da proteína do ovo, com a vantagem de possuir uma boa digestibilidade no organismo (ABBA, 2021).

embrapa (2021) evidencia a tendência de consumo de batatas processadas, segundo estimativas da Associação Brasileira da Batata (ABBA):

Enquanto o consumo doméstico de batata a granel vem diminuindo, o consumo de batata pré-frita congelada aumenta a cada ano. O consumo de batata chips e batata palha, segundo estimativas da ABBA, é de cerca de 375 g/pessoa/ano e 100 g/pessoa/ano, respectivamente (EMBRAPA, 2021, p. 1).

Como somente 26% do consumo de batatas pré-fritas congeladas é abaste-

cido com alimento produzido no Brasil, boa parte desses alimentos comercializados são importados da Argentina e de países da União Europeia. Com isso, estima-se que a produção de 164 milhões de kg de batata in natura pode ser utilizada para produzir a batata pré-frita congelada. Com essa produção sendo realizada totalmente no Brasil, estima-se que seria agregada uma área de produção de cerca de 15.500 hectares para processar 464 milhões de kg de batatas in natura (EMBRAPA, 2021).

Isso mostra a relevância da pesquisa e inovação aliada à biotecnologia, com processos e produtos, que possibilitem melhorias na produção e no processamento de batatas, refletindo no aumento da competitividade das indústrias e na sustentabilidade da cadeia brasileira da batata (EMBRAPA, 2021; ABBA, 2021).

3.2 RESÍDUOS E SUBPRODUTOS

Resíduos são considerados produtos secundários ou acidentais, gerados como consequência de uma produção, se diferenciando do rejeito pela capacidade de ser reaproveitado, reciclado ou até mesmo passível de tratamento. O resíduo pode se apresentar na forma sólida, líquida ou gasosa (VG RESÍDUOS, 2020).

Caldeira et al. (2021) realizaram um estudo com duas abordagens de modelagem para estimar a quantidade de resíduos alimentares e subprodutos gerada pelos países da União Europeia, utilizando dados estatísticos de produção, comércio de produtos alimentícios e coeficientes de resíduos alimentares. Essa pesquisa mostra estimativas da geração de resíduos na fabricação de batatas em três países europeus, onde a Alemanha obteve o maior valor, com 192 mil kg de resíduos de batata gerados. Também foram estimadas as perdas durante o cultivo de batatas, que ficaram em 8,4% do rendimento potencial.

As destinações mais comuns para os resíduos no Brasil são: compostagem, co-processamento em fornos de cimento, reciclagem, incineração e envio a aterros sanitários. Porém, cerca de 40% de todo o resíduo produzido no Brasil ainda é depositado em locais inadequados como lixões e aterros controlados, que podem trazer muitos riscos à população e ao meio ambiente. Até o ano de 2014, ainda haviam 1.559 municípios brasileiros com lixões, considerando as diferentes possibilidades de descarte de resíduos de forma adequada, essa alta quantidade de lixões e aterros controlados se torna preocupante (VG RESÍDUOS, 2020).

Atualmente, parte dos resíduos gerados na indústria alimentícia no mundo é enviada para alimentação animal, mas é crescente o número de estudos que envolvem a utilização dos resíduos para produção de biogás, extração de compostos fenólicos antioxidantes, ácido lático e alcaloides esteroidais (WU, 2016).

A batata, naturalmente possui glicoalcalóides, compostos que são considerados tóxicos se consumidos em concentrações elevadas, sendo perceptível pelo sabor

amargo e picante (ABBA, 2021). A ABBA (2021) aprofunda os conceitos sobre a toxicidade dos glicoalcaloides na batata:

Sabe-se que os níveis de glicoalcalóides totais podem variar em decorrência da diferenciação genética dos vários cultivares existentes, do tipo e umidade do solo, tratamentos com fertilizantes e pesticidas, poluição do ar e condições de armazenamento. O esverdeamento das batatas não significaria, necessariamente, presença de glicoalcalóides, podendo ser presença de concentração de clorofila. As suspeitas de toxicidade dos glicoalcalóides parecem ter duas ações no organismo humano: uma afetando o sistema nervoso central e outra causando hemorragias do trato gastrointestinal. Porém, segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), os estudos com glicoalcalóides são insuficientes para se estabelecer uma dose tóxica e os níveis encontrados naturalmente nas batatas não seriam tóxicos (ABBA, 2021, p. 1).

Além disso, a batata também possui oxalatos, antinutrientes que, caso sejam consumidos em excesso, podem se tornar inibidores da absorção de cálcio. Se pode reduzir a quantidade de oxalatos nos alimentos pelo cozimento e pela submersão em água. Além disso, oxalatos, em quantidades adequadas, também podem ser benéficos para a saúde como antioxidantes, protetores do sistema circulatório, redutores da pressão sanguínea, reguladores da glicemia e da colesterolemia, anticancerígenos, antimicrobianos e melhoradores da resposta imune (FERNANDES, 2010; FUENTES, 2013; HIGASHIJIMA et al., 2020).

Segundo Arruda (2020), o processamento de vegetais pelas indústrias pode gerar em torno de 100 mil kg por mês. Essa alta quantidade de resíduos é gerada, em sua maioria, durante a etapa de descasque dos vegetais, em que a casca e parte da polpa acabam sendo descartadas.

3.2.1 Legislação e Classificação

A Norma Brasileira (NBR) 10004:2004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) delimita o conceito de resíduo para fins de classificação:

Resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível (ABNT, 2004, p. 1).

Os resíduos podem ser divididos de acordo com o risco à sociedade e ao ecossistema, podendo ser definidos como tóxicos, teratogênicos, mutagênicos, carcinogênicos, patogênicos, inflamáveis, corrosivos, reativos, inertes ou não perigosos,

não inertes, entre outros (ABNT, 2004). Considerando que o resíduo do processamento de batatas é proveniente de indústria alimentícia, possui fonte orgânica e não contém agentes perigosos à saúde, pode-se classificá-lo como não inerte, devido à sua biodegradação.

O resíduo das indústrias de batatas também pode ser considerado um coproduto de frutas e vegetais, caso siga os critérios estabelecidos pelo Mapa (2018). Como coproduto, ele passa a ser aproveitado para a alimentação animal como suplemento para ruminantes, suínos, aves, premix, núcleo, concentrado ou ração.

Após a geração do resíduo, é importante que a indústria realize um plano de gestão de resíduos, que compõe a organização e logística para a destinação correta do resíduo. A organização internacional de normalização, do inglês *International Organization for Standardization* (ISO) 14001 é uma norma aceita internacionalmente que determina as condições para construir um sistema de gestão ambiental em empresas, auxiliando no desempenho pelo uso eficaz dos recursos e da redução da quantidade de resíduos gerados, adquirindo vantagem competitiva com relação à outras empresas. Um sistema de gestão ambiental permite que empresas detectem, administrem, inspecionem e controlem as demandas ambientais (ABNT, 2015).

Além disso, a ISO 14001 requer que sejam pensadas todas as possíveis alterações ao meio ambiente que as empresas podem estar causando com seus processos produtivos, sejam elas a poluição do ar, da água, geração de esgoto, produção de resíduos, contaminação do solo, entre outras (ABNT, 2015), contribuindo para que a empresa se responsabilize com esses danos e tenha tendências de diminuição de resíduos.

O CONGRESSO NACIONAL (2010) estabelece o que seria uma destinação final ambientalmente adequada, em que são inseridas formas de reutilização dos resíduos como reciclagem, compostagem, recuperação e aproveitamento energético, em que se propõe evitar danos à saúde pública e à segurança e diminuir os impactos ambientais (CONGRESSO NACIONAL, 2010).

A Portaria nº 212 do Instituto Ambiental do Paraná (IAP) conceitua resíduos sólidos industriais:

Aqueles provenientes de processos produtivos de produção de bens, bem como os provenientes de atividades de mineração e aqueles gerados em áreas de utilidades e manutenção das instalações industriais (IAP, 2019, p. 195).

A Lei Estadual nº 12493 determina os procedimentos para a geração, armazenamento, coleta, transporte, tratamento e destinação final de resíduos sólidos no estado do Paraná, com o objetivo de reduzir a poluição, contaminação e impactos ao meio ambiente (ASSEMBLÉIA LEGISLATIVA DO ESTADO DO PARANÁ, 1999).

A Lei nº 12305 define o conceito de logística reversa para resíduos sólidos:

Instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada (CONGRESSO NACIONAL, 2010, p. 2).

A necessidade da preservação dos ecossistemas, um rigor maior por parte das leis ambientais no país e a atenção dos compradores com relação aos impactos ambientais têm levado as empresas a reverem alguns planos de produção industrial (BRANDLI et al., 2009).

A classificação e a legislação reforçam a importância da destinação correta para os resíduos, em que se observa a importância do aproveitamento de resíduos, que pode contribuir para o meio ambiente com a reutilização de resíduos que são classificados como não-inertes (não possuem toxicidade e não são perigosos) e também fazer com que haja uma economia circular, em que o subproduto retorna ao mercado, como um novo produto, devido ao seu potencial biotecnológico.

3.3 ECONOMIA CIRCULAR

O termo economia circular é muito utilizado nas áreas de sustentabilidade e recursos naturais e vem sendo implementado com a finalidade de reduzir os impactos ambientais causados pela produção de bens de consumo e aumentar a reutilização dos subprodutos dessa produção, gerando assim um modelo em que os produtos e subprodutos retornam para a cadeia produtiva.

Azevedo (2015) define economia circular:

A economia circular, ou economia restaurativa por natureza, é um conceito nascido na década de 70, que pressupõe a ruptura do modelo econômico linear (extrair, transformar e descartar), atualmente aplicado pela grande maioria das empresas, para a implantação de um modelo no qual todos os tipos de materiais são elaborados para circular de forma eficiente e serem recolocados na produção, sem perda da qualidade (AZEVEDO, 2015, p. 2).

Com isso, o modelo de economia circular está relacionado com a diminuição da necessidade de recursos naturais, em que matérias primas de origem orgânica são inseridas novamente em cadeias de alimentos e agricultura e materiais técnicos retornam a produção (AZEVEDO, 2015). O modelo de economia circular, atrelado à estratégias de negócios das empresas, se configura como um modelo que pode ser mais utilizado futuramente, principalmente, em um contexto de escassez de recursos naturais (COSENZA; ANDRADE; ASSUNÇÃO, 2020). Apesar disso, se torna muito relevante buscar por métodos de produção que diminuam os impactos ambientais e a geração de resíduos.

3.4 IMPACTOS AMBIENTAIS DE ALIMENTAÇÃO À BASE DE ANIMAIS E À BASE DE PLANTAS

A produção de alimentos possui grande relevância no uso de terras e água, assim como nos níveis de poluição ao redor do mundo, chegando a ser a principal causa do efeito estufa em alguns países. Esses efeitos são acentuados em países onde a alimentação é majoritariamente à base de animais (UNEP, 2010).

Os autores Tukker e Jansen (2006) apresentam uma revisão de literatura de estudos, realizados em países da União Europeia, a respeito dos impactos ambientais causados por diversos produtos, divididos em categorias, como alimentos, habitação, transporte, entre outros. Dentre as métricas apresentadas no estudo está o potencial de aquecimento global, do inglês *Global Warming Potential* (GWP), e é indicado que, na produção de alimentos, a carne e produtos relacionados lideram, seguidos pelo setor de laticínios, produtos também de origem animal. Já alimentos de origem vegetal, como batatas e outros vegetais, apresentam índices menores de GWP.

O estudo realizado por Ernstoff et al. (2019), nos Estados Unidos, compara os impactos ambientais de refeições com e sem carne. Os autores apontam uma redução de mais de 40% nos impactos ambientais em refeições sem carne, quando comparadas àquelas contendo carne, em indicadores como pegadas de carbono e uso de água. Em termos de pegadas de carbono, os autores apontam a maior diferença no jantar contendo carne, com 5 kg de dióxido de carbono equivalente, contra o almoço sem carne, com 1 kg de dióxido de carbono equivalente. Além disso, em cafés da manhã sem carne, os laticínios apresentaram as maiores taxas de pegadas de carbono (mais de 50%) e consumo de recursos (aproximadamente 40%), reforçando a importância da alimentação à base de plantas (*plant-based*), para a preservação ambiental.

3.5 PROTEÍNAS

O consumo adequado de proteínas é essencial para uma dieta saudável e, de acordo com a tabela de valores diários de referência de nutrientes, em uma dieta com valor energético de 2000 kcal, deve-se consumir 75g de proteína por dia (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2005).

Fernandez (2016) define proteínas e reforça a importância delas na alimentação:

As proteínas são macromoléculas de grande importância biológica, o principal constituinte das células, especialmente da massa magra do organismo, e necessárias para o crescimento, reparo e renovação contínua dos tecidos. Eles são formados por longas cadeias de aminoá-

cidos, unidos por ligações de peptídeos, cuja disposição sequencial determina sua estrutura e função. Dos 20 aminoácidos constituintes, alguns não podem ser sintetizados pelo organismo e devem ser fornecidos pela dieta. Eles são chamados aminoácidos essenciais: valina, leucina, isoleucina, treonina, lisina, metionina, fenilalanina e triptofano. A esta lista são acrescentados outros que devem ser incluídos na dieta sob condições especiais: histidina, arginina, cisteína e tirosina (FERNANDEZ, 2016, p. 169, tradução própria).

A deficiência proteica é um grande problema que acomete principalmente pessoas com condição financeira precária, como uma das consequências da má distribuição de renda no mundo, além disso, a produção de alimentos pode não acompanhar as necessidades proteicas mundiais futuramente, o que embasa a busca por fontes de proteínas que podem se tornar ingredientes para a preparação de alimentos (MEDEIROS; SRUR; PINTO, 1999).

Tendo em vista a importância do consumo de proteínas, os impactos ambientais da produção de carne e demais alimentos derivados de animais e também o crescimento do mercado de produtos *plant-based*, pesquisadores tem estudado formas de criar carnes vegetais e também outras fontes de proteínas vegetais. Medeiros, Srur e Pinto (1999) verificaram a viabilidade da produção de proteína a partir da utilização de aguapé (*Eichhornia crassipes*) na obtenção de um concentrado proteico. Lima (2008) realizou a caracterização físico-química e sensorial de um hambúrguer vegetal produzido à base de caju.

Bedin et al. (2018) relataram que a preocupação sobre a ingestão de carne envolve muitos aspectos, tanto individuais como de cada sociedade e também do meio ambiente, também esclarece que muitas pessoas estão iniciando mudanças alimentares, tornando suas dietas *plant-based* e, com isso, sua pesquisa baseou-se em desenvolver receitas para preparar alimentos que imitam a forma e textura da carne, focando no mercado italiano.

Para possuir uma alimentação adequada e realizar a manutenção das condições vitais de sustento do corpo humano, é essencial a ingestão e absorção de uma boa quantidade de nutrientes dietéticos diariamente, entre eles o consumo de proteínas, as proteínas provenientes de fontes vegetais estão ganhando popularidade pelo potencial de auxiliar a suprir as necessidades diárias de proteínas em dietas que não incluem alimentos derivados de fontes animais (KUMAR et al., 2021).

Sabe-se também da importância da ingestão de leguminosas, por conter fibra solúvel, antioxidantes, proteínas e vitaminas, que elevam os níveis de glicose, malondialdeído e a resistência à insulina (CISNEROS et al., 2020). As proteínas vegetais também podem exercer funções essenciais para bebidas como o vinho, atuando na etapa de colagem, podendo substituir a gelatina na eliminação de taninos (LEFEBVRE et al., 2003).

Apesar da deficiência ou excesso de proteínas no organismo causar sérios

problemas de saúde, deve-se considerar também que há uma alteração genética que promove o acúmulo do aminoácido fenilalanina no corpo, por não convertê-lo corretamente em tirosina, a fenilcetonúria. Pessoas nessa condição, não podem ingerir altas quantidades de fenilalanina, aminoácido presente principalmente em alimentos ricos em proteína, como carnes, peixes, ovos, leite e derivados.

A quantidade de fenilalanina que pode ser consumida é calculada pelo médico, de acordo com exames que são feitos regularmente que mostram a quantidade de fenilalanina no sangue. Devido a relevância das proteínas para o organismo, pessoas com fenilcetonúria devem ingerir suplementos de proteína sem fenilalanina. Além disso, o aminoácido tirosina também deve ser suplementado.

A produção de proteína de origem animal está relacionada a muitos impactos negativos, principalmente no que diz respeito ao meio ambiente, ao sacrifício animal e também à saúde humana, visto que a ingestão de uma grande quantidade de carnes vermelhas pode ter como consequência uma série de doenças graves. Com isso, a produção de proteínas vegetais é necessária, por ser mais sustentável e por proporcionar mais saúde e nutrição (KUMAR et al., 2021).

3.6 MERCADO PLANT-BASED

Segundo dados do *Good Food Institute* (GFI), em uma pesquisa realizada nos Estados Unidos, no ano de 2020, o mercado americano de produtos à base de plantas, que substituem produtos de origem animal, cresceu 29% de 2017 para 2019. São relatados dados a respeito da divisão do mercado de produtos *plant-based*, com o leite vegetal representando 40% da receita do ano de 2019, que juntamente com outros laticínios representam cerca de 68%. O mercado de carnes vegetais representa aproximadamente 19%. O mercado de produtos substitutos para ovos, representa o menor valor, entretanto apresentou o maior crescimento no ano de 2019, com 192% a mais de procura, contra uma redução de 10% na compra de ovos (GFI, 2020).

As carnes vegetais são alimentos que imitam o sabor e textura da carne, elas são produzidas com proteínas como soja, ervilha, grão-de-bico, lentilha, feijão, entre outras. O mercado de carnes vegetais ficou conhecido a partir das imitações de hambúrguer bovino, porém, atualmente, possui também frango, mortadela, linguiça e salsicha mimetizados. Também podem ser encontrados nos mercados vários tipos de pratos prontos que podem ser inseridos na dieta. Esses alimentos são consumidos principalmente por pessoas que estão em processo de diminuição do consumo de carne, mas que ainda sentem falta do sabor e textura da carne (VEJA, 2020).

No ano de 2020, o IBOPE Inteligência, em parceria com o GFI Brasil, realizou uma pesquisa com 2000 participantes a respeito do mercado *plant-based* brasileiro. Nessa pesquisa, 50% dos participantes afirmou ter reduzido o consumo de carne, nos

12 meses que antecedem a pesquisa, e destes, 47% substituiu a carne somente por vegetais e 12% substituiu por carnes vegetais parecidas com as de origem animal (GFI, 2020).

Além disso, o relatório do GFI (2020) apresenta dados sobre o que as pessoas buscam na hora de comprar alternativas de proteínas vegetais. Na compra de carnes vegetais, os principais fatores decisivos são: menor teor de gordura, ter somente ingredientes naturais e a alta quantidade de proteínas. Já para laticínios de origem vegetal, os entrevistados apontam a quantidade de vitaminas, cálcio, zinco e gordura como principais fatores. E por fim, para alternativas a ovos, o destaque ficou para a quantidade de proteínas, seguido pela quantidade de vitaminas.

Com isso, se evidencia a importância da extração de proteínas de fontes vegetais, visando aumentar a oferta de produtos com uma alta quantidade de proteínas, que possam atender ao público vegetariano e vegano, e também que sejam compostos por outros nutrientes essenciais para o funcionamento do corpo humano, sendo mais natural, saudável e que possua uma produção mais sustentável, em comparação com as fontes de proteína animal.

3.7 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA

A caracterização físico-química faz parte das análises bromatológicas, que consistem em uma série de análises que são realizadas para determinar a composição química, as propriedades físicas o valor alimentício e o valor calórico de diferentes amostras. Esses parâmetros são amplamente utilizados e possuem muita importância tanto para a área de alimentos, quanto para a área da saúde, como mostra o INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2008):

Análise bromatológica, dentro do contexto da química analítica aplicada, desempenha importante papel avaliador da qualidade e segurança dos alimentos. Em determinados momentos, a sua utilização torna-se decisiva para equacionar e resolver problemas de saúde pública e também para definir e complementar ações de vigilância sanitária. Atua, também, como coadjuvante nas inovações tecnológicas de alimentos (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008, p. 9).

Com isso, para se avaliar a viabilidade da utilização de determinada amostra em uma formulação de alimentos, é ideal que se façam essas análises bromatológicas periodicamente, pois elas auxiliam na formação da tabela nutricional do alimento, de acordo com a quantidade de nutrientes que a amostra apresenta. Isso é essencial para a caracterização físico-química, em que são determinados teores como: nitrogênio total (convertido em proteínas), açúcares redutores, lipídios, umidade, cinzas, sólidos totais, atividade de água e acidez titulável.

3.8 PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL

O planejamento experimental ou *Design of Experiments* (DOE) possui a função de auxiliar na realização dos experimentos laboratoriais e na otimização de processos em geral, muito úteis para a indústria, por exemplo. É de suma importância, principalmente para testes em que se utilizam diferentes reagentes e equipamentos, pois diminui o desperdício, levando em conta a quantidade de testes que será realizada no planejamento, pode ser calculada a quantidade necessária de reagentes assim como o tempo e a energia que serão gastos. Dessa forma, se analisam os efeitos que um conjunto de fatores causam em uma variável resposta de interesse para a pesquisa.

O planejamento experimental promove a resolução de problemas de variações em um processo, onde se realizam testes para solucioná-los. Os resultados do planejamento experimental são exibidos a partir de gráficos de controle, que devem ser analisados para se verificar a variável decisiva na obtenção desse resultado e o que pode ser alterado ou otimizado. Essa técnica é realizada com alterações propositalmente em variáveis de entrada de um processo ou sistema, onde se analisam possíveis alterações sofridas pela variável resposta e as razões dessa alteração.

3.9 EXTRAÇÃO DE PROTEÍNAS

Muitas vezes, as proteínas são essenciais na produção de um alimento na indústria, por possuírem a finalidade de modificar a aparência, textura e a estabilidade (POJIC; MISAN; TIWARI, 2018; FERREIRA, 2019). Por isso, há muito interesse na extração de proteínas, sendo que cada método de extração depende do tipo de proteína. A extração de proteínas vegetais pode ocorrer por métodos convencionais à base de solventes e álcalis, por extração bioquímica simples ou misturada a enzimas e extração física, por ultrassom, campo elétrico de pulso, microondas e extração assistida por alta pressão (KUMAR et al., 2021).

Os métodos de obtenção de proteínas de leguminosas mais estabelecidos são: *air classification*, extração alcalina seguida de precipitação isoelétrica, extração alcalina seguida de ultrafiltração, extração aquosa e extração salina. A extração alcalina seguida de precipitação isoelétrica é a mais utilizada, por ser um método simples que produz concentrados com alta pureza proteica (FONSECA, 2019). Méchin, Damerval e Zivy (2007) descreveram um procedimento que permite a extração de proteínas totais de vegetais, por meio da precipitação e desnaturação com Ácido Tricloroacético (TCA) e acetona.

O uso de determinados solventes para a extração de proteínas indica o tipo de reação química que ocorre entre os componentes proteicos. Mas é necessário que se-

jam estipuladas as concentrações adequadas de solvente para otimizar a extração das proteínas. A pesquisa de Schmiele et al. (2015) avaliou a solubilização de proteínas de um análogo à carne, produzido com isolado proteico de soja e glúten vital, aplicando a extrusão termoplástica. Vieira et al. (2008) realizaram a extração enzimática de proteínas de uma farinha comercial de arroz, em que se almejou melhorar o rendimento de extração proteica com a otimização de parâmetros como tipo de enzima, temperatura, pH, tratamento físico da amostra, relação enzima substrato e concentração inicial de matéria-prima.

3.10 QUANTIFICAÇÃO DE PROTEÍNAS

O desenvolvimento de métodos para quantificar proteínas tem se mostrado essencial em diversos ramos, como: análises clínicas, pois auxilia no diagnóstico de doenças correlacionadas à alteração da quantidade de proteínas nos fluidos biológicos; nutrição animal e humana, principalmente em condições de obesidade, anorexia nervosa e desnutrição; tecnologia e ciências de alimentos, objetivando o aproveitamento de matérias primas e o melhoramento de produtos; ecologia, melhorando a compreensão sobre entendimento do comportamento de ingestão de proteínas de animais silvestres; e química de proteínas com foco na purificação de proteínas e enzimas (ZAIA; ZAIA; LICHTIG, 1998).

Existe uma grande diversidade de métodos para a quantificação de proteínas totais, onde as metodologias mais utilizadas são as espectrofotométricas, utilizando luz ultra-violeta e visível. Os métodos mais comuns são: biureto, Lowry, *Coomassie brilliant blue* BG-250 ou reagente de Bradford, BCA ou reagente de Smith, e de absorção de proteínas no ultravioleta (ZAIA; ZAIA; LICHTIG, 1998).

Um dos métodos mais empregados para realizar a quantificação do teor de proteínas é no formato colorimétrico, onde é perceptível a variação na coloração da solução quando os compostos químicos reagem com as proteínas da amostra. Há muitos compostos que podem reagir com proteínas, existem reações de coloração que são específicas para alguns grupos funcionais de aminoácidos e reações gerais que caracterizam grupamentos comuns a todas as proteínas (LIMA et al., 2015).

O método de Bradford, comparado ao método de Lowry, possui maior rapidez na quantificação e uma maior sensibilidade para proteínas, ele é empregado na quantificação de proteínas totais em plasma, liquor, saliva humana, produtos alimentícios, leite humano, tecidos de plantas, suspensões de células, avidina, estreptavidina, urina e detergentes (ZAIA; ZAIA; LICHTIG, 1998). Com isso, o método de Bradford se torna o mais indicado para a quantificação de proteínas em fórmulas para serem inseridas em alimentos, pois se obtém uma maior precisão com relação a quantidade de proteínas presentes na amostra.

3.11 TESTES DE DISPERSÃO E RESSOLUBILIZAÇÃO

Testes de dispersão e ressolubilização de proteínas são essenciais para a análise da solubilidade de uma substância, em que se verifica a sua funcionalidade ideal e o meio mais adequado para a sua comercialização, que depende dos testes de dispersão e ressolubilização, em que se analisa a sua dissolução, além da interação com outros ingredientes. Isso é importante para a formulação de novos produtos, nas mais diversas finalidades. Os testes de dispersão podem ser realizados com a proteína do subproduto do processamento de batatas seca e moída, em pó, misturada a seco e posteriormente com água deionizada em agitador, como utilizado em Protte et al. (2016), Filla et al. (2021), onde 250 ml das amostras são misturadas com água deionizada em um agitador de hélice, por 36000 segundos e posteriormente por mais 300 segundos, intercalando com a hidratação por 24 horas a 8°C. Para isolados de proteína de soro de leite, caseinato de sódio e goma arábica foram realizadas dispersões em água Milli-Q, com agitação e posterior refrigeração (SAGLAM et al., 2013).

Também é interessante a utilização da moagem de esferas em estado sólido, como mostrado em Bugnicourt et al. (2019), por esse modo, pode ser produzido um pó com partículas aglomeradas, tornando a mistura em água eficiente. A metodologia utilizou agitadores magnéticos, na temperatura de 23°C, por 24 horas. Esse processo é favorável devido a facilidade no processamento da proteína, que pode auxiliar na inserção da proteína do subproduto do processamento de batatas em diferentes alimentos industrializados.

A aplicação de um ultrassom de alta intensidade, em estudo, aumenta a solubilidade e a estabilidade de dispersões em água, que passam a ter um tamanho menor de partícula e uma melhor distribuição delas. Utilizando-se durante 900 segundos, na potência de 450 W, com um sistema de resfriamento acoplado a 19 °C (LIU et al., 2020). Para a ressolubilização da proteína proveniente de subproduto agroindustrial de batatas, a partir da secagem das amostras, pode ser empregado 40mM de tampão fosfato (pH 7,5), 2% de dodecil sulfato de sódio, 2% de β -mercaptoetanol, 3% de Triton X-100 e 7M de ureia, como aplicado em Schmiele et al. (2015). Soluções com a finalidade de ressolubilização que incluem ureia e tioureia podem elevar satisfatoriamente o teor de proteínas, contribuindo para a otimização da extração (EMBRAPA, 2012).

A ressolubilização também pode ocorrer na proteína pelo ajuste do pH, utilizando cloreto de cálcio, de forma que o pH da solução fique entre 8 e 9. Também é necessário que a solução permaneça em agitação até o pH se manter constante e os agregados proteicos sejam completamente ressolubilizados. O volume da solução deve ser reajustado, assim como deve ser inserido hidróxido de sódio na solução, ainda em agitação, para o ajuste final do pH em 10 (OLIVEIRA, 2017).

3.12 APLICAÇÃO EM ALIMENTOS

As proteínas são nutrientes essenciais muito utilizadas na área de alimentos, devido a sua importância e seus benefícios para a saúde, atuando na reposição de energia, auxiliando na defesa do organismo, atuando no transporte de substâncias e no sistema nervoso. Além disso, algumas proteínas possuem função reguladora, fortalecedora e aceleradora do metabolismo.

A proteína vegetal é um composto muito relevante que pode ser usado em diversas formulações de alimentos pelo seu alto valor nutricional e por ser uma ótima fonte de energia e aminoácidos (ETEMADIAN et al., 2020). Por sua capacidade de fornecer energia e de impulsionar o aumento de massa magra e a definição dos músculos, ela é muito utilizada por atletas, em suplementos. Normalmente, a composição dos suplementos inclui uma alta quantidade de proteínas, aminoácidos essenciais e pequenas concentrações de gordura. No caso da proteína hidrolisada da batata, estudos mostram que essa proteína possui o potencial para ser aplicada como aditivo antioxidante natural em suplementos para o crescimento de músculos (LIN et al., 2017).

Além disso, barras proteicas também são muito utilizadas por atletas em intervalos de treinos. Essas barras contêm usualmente proteína isolada e concentrada de soro de leite. Apesar da alta concentração de proteínas que contém no soro de leite, há muitas pessoas que não podem ingerir esse tipo de alimento pela intolerância à lactose. Com isso, deve-se considerar a substituição do soro de leite ou a inclusão de uma quantidade da proteína proveniente do subproduto do processamento de batatas para que esse problema possa ser amenizado ou solucionado.

Com relação às sopas industrializadas, a batata pode ser empregada como fonte de carboidratos e de proteínas, onde se deve analisar a necessidade da aplicação de uma outra proteína vegetal, com a finalidade de que o alimento possa ser consumido por vegetarianos e veganos e também facilite a obtenção de um sensorial agradável ao paladar do consumidor. Também se pode considerar a inclusão da proteína do subproduto do processamento de batatas em hambúrgueres vegetais, visto que há uma demanda na produção de alimentos que possam substituir a proteína animal, tanto devido à dificuldades na produção como pela grande parte da população que opta por dietas apenas com fontes de proteínas vegetais. Com isso, a indústria alimentícia pode se beneficiar das muitas possibilidades da inclusão da proteína proveniente de um subproduto do processamento de batatas nas aplicações citadas, assim como em ingrediente para diferentes alimentos, considerando a facilidade no manuseio, por ser em pó. As proteínas vegetais são aplicadas constantemente como flavorizantes na área alimentícia, podendo também atuar na formação de géis, espumas, emulsões e em processos de clarificação (NASROLLAHZADEH; SHAFIEI, 2021).

Apesar da quantidade de proteínas vegetais que contém no subproduto do

processamento de batatas, deve-se observar que a dose de metabissulfito de sódio deve estar em conformidade com a legislação vigente para a aplicação na área de alimentos. Além disso, a escolha da metodologia de extração de proteínas a ser aplicada nesse trabalho foi realizada de acordo com a disponibilidade dos materiais e viabilidade na utilização dos equipamentos, por isso, inclui substâncias químicas que, atualmente, impossibilitam sua aplicação na área de alimentos, devido à toxicidade.

3.13 APLICAÇÃO EM COSMÉTICOS

Na área de cosméticos, há uma ampla gama de possibilidades na utilização de proteínas, visto que há muitas linhas de diferentes indústrias que tem as proteínas como um componente importante, ou até, o principal componente em sua formulação. A produção de proteínas hidrolisadas aprimorou a aplicação das proteínas em produtos cosméticos. As proteínas hidrolisadas são frequentemente incorporadas em formulações para cuidados com o cabelo e a pele. A vantagem delas está na facilidade de penetração na cutícula, que gera brilho, hidratação e condicionamento aos fios. Elas também podem ser incluídas em cremes e loções para o corpo, devido às suas características amaciantes, hidratantes e de proteção para a pele (FUJIYA, 2001). Substâncias ricas em proteínas possuem benefícios para manter o cabelo saudável, reparando fios danificados e também a pele viçosa, pela sua capacidade de ligar água com a camada córnea da pele (SECCHI, 2008).

Em específico, a proteína do trigo já é muito utilizada em shampoos e condicionadores principalmente pela capacidade da proteína, junto com outros componentes, diminuir o frizz, hidratar e fortalecer o cabelo. Ultimamente, também são utilizadas máscaras capilares em casa e em salões, assim como possuem diferentes tipos de máscaras que podem ser utilizadas em etapas, como em cronogramas capilares, em que são utilizadas máscaras para hidratação, nutrição e reconstrução. Nos últimos anos tem aumentado a compra de produtos para cuidados com a pele no Brasil, mercado que está em pleno crescimento, com diversas marcas e também lançamentos de novos produtos a cada ano.

Nessa área, o interesse pela proteína proveniente do subproduto do processamento de batatas poderia surgir para a inserção dela em formulações cosméticas de cuidados com a pele, em limpadores faciais (óleos de limpeza, gel de limpeza), tônicos, hidratantes e protetores solares para a pele oleosa, devido à característica adstringente da batata que favorece o controle a oleosidade. Além disso, também é interessante a utilização da proteína da batata no tratamento de queimaduras solares (pós-sol), em produtos antienvhecimento da pele e também em produtos para a região das olheiras, para a diminuição do inchaço. Deve-se considerar a relevância da solubilização da proteína e da realização de testes de estabilidade para a utilização

da proteína.

3.14 APLICAÇÃO EM BIOTECNOLOGIA

Além das inovações concebidas em genética para a biotecnologia vegetal em diversos âmbitos do agronegócio e da agroindústria, ainda há muita demanda de pesquisas em biotecnologia, visto que é muito ampla e suas ramificações incluem os avanços mais recentes nas áreas de saúde, alimentos, química e ambiental.

Há aplicabilidade para a proteína proveniente do subproduto do processamento de batatas em microbiologia, onde ela pode ser inserida em meios de cultivo de microrganismos para testes de crescimento microbiano, como é o caso das peptonas vegetais, que possuem a vantagem de serem sustentáveis, seguras e de fácil manipulação, devido a sua alta solubilidade em água. Uma das fontes mais comuns de extração de peptonas de vegetais é a batata (MARTINEZ, 2013). Do ponto de vista da sustentabilidade e da redução de custos, a aplicação de subprodutos agroindustriais na produção de meios de cultivo pode ser considerada satisfatória (BOCCHINI et al., 2005).

Dentro dos processos industriais, são utilizadas proteínas como fonte pois geram diversos produtos para as áreas de farmácia, nutrição, têxtil, energia, pasta, papel e polímeros, onde a proteína da batata poderia ser inserida. Com isso, a utilização de subprodutos para a extração de uma proteína de interesse na indústria é uma aplicação na área de biotecnologia pois há preocupação com o meio ambiente e também possibilidade de inovação para a área química com um método de extração de proteínas.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 LOCAL

A caracterização físico-química e a extração da proteína foram realizadas no campus Ponta Grossa da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, localizado na rua Doutor Washington Subtil Chueire, 330, CEP 84017-220, nos laboratórios de Compostos Bioativos, Fermentações e Química A, vinculados ao Departamento Acadêmico de Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia. A análise de teor de nitrogênio total foi realizada nos laboratórios da Fundação ABC, localizado na Rodovia PR 151 Km 288, CEP 84166-981, em Castro, Paraná.

4.2 PESQUISA SOBRE PROTEÍNAS VEGETAIS

Inicialmente, foi realizada uma pesquisa de mercado com 359 voluntários, por meio de um formulário online, com questões de múltipla escolha e abertas, sobre proteínas vegetais e alimentação sustentável, com o objetivo de verificar a aceitação de consumidores para um possível produto, com a finalidade de auxiliar na suplementação de proteínas em linhas vegetarianas e veganas de alimentos processados. Foram questionadas informações como sexo, idade, escolaridade para compor a base de dados dos respondentes e foram pedidas também informações como tipo de dieta atual, origem da proteína ingerida na alimentação, uso de suplementos proteicos e presença de opções de proteínas vegetais no mercado.

4.3 AMOSTRA

Buscando a obtenção de amostras de subproduto semelhantes às obtidas por meio de processo industrial, foram produzidas amostras por meio do processo de simulação, em que se obteve amostras de subprodutos do processamento de batatas como os resultantes de processos industriais alimentícios. A simulação foi realizada em laboratório. Para isso, as batatas passaram por descasque e posterior cozimento, em autoclave. As amostras foram acondicionadas em potes de plástico no freezer para facilitar a utilização e aumentar a durabilidade da amostra.

4.4 SECAGEM

Devido à grande quantidade de umidade, a amostra passa pelo processo de secagem em estufa, antes da realização de cada análise. A secagem foi realizada em uma forma grande com papel manteiga, onde a amostra fica distribuída de maneira uniforme para que a secagem seja homogênea.

A secagem em estufa foi realizada durante 48 horas a 60°C, para que a amostra possa ser utilizada para as diferentes análises. Foi utilizado o modelo de estufa de secagem e esterilização FANEM 315 SE por convecção natural. Depois de completamente seca, a amostra pode ser retirada da forma e levada ao moinho.

4.5 MOAGEM

A moagem foi realizada no moinho de facas. Nesse processo, a amostra se torna um pó, que pode ser acondicionado em potes de plástico. O moinho de facas utilizado foi da marca Marconi, modelo MA 340.

4.6 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA

A caracterização físico-química é o conjunto de análises que contribuem para a determinação da composição do subproduto, tanto quantitativamente como qualitativamente. Ela possui bastante relevância, principalmente para amostras com a finalidade de alimentação, devido à tabela nutricional, elemento essencial a cada produto que é comercializado. As análises realizadas para a fase da caracterização físico-química são mostradas na Figura 1.

Figura 1 – Análises da caracterização físico-química.



Fonte: Autoria própria (2020).

4.6.1 Determinação de Nitrogênio Total pelo Método Dumas

A determinação do nitrogênio total foi realizada para a conversão em proteínas, etapa essencial para analisar a quantidade de proteína presente na amostra.

Para a determinação de nitrogênio total foi escolhido o método Dumas, em que as amostras são submetidas a aquecimento em 700-800°C, e é medido o volume de nitrogênio gasoso. Esse método possui vantagens em relação ao método Kjeldahl por não necessitar da utilização de reagentes perigosos e corrosivos (FORTES, 2011).

O equipamento utilizado nessa análise foi o analisador de nitrogênio/proteína Leco modelo FP 628. As amostras (subproduto do processamento de batatas in natura e seco) foram pesadas em balança eletrônica e colocadas em cápsulas (folha de estanho) próprias do equipamento para análise. O equipamento foi ligado e foram inseridas nele 2 cápsulas de controle, ácido etilenodiamino tetra-acético, do inglês *Ethylenediamine tetraacetic acid* (EDTA) para, em seguida, serem adicionadas as amostras e esperado o tempo de realizar a quantificação (240 segundos para cada amostra).

4.6.2 Quantificação de Açúcares Redutores por DNS

O método do *Ácido dinitrosalicílico* (DNS) quantifica açúcares redutores a partir de uma reação química com o ácido 3,5-dinitrosalicílico. A quantificação de açúcares redutores foi realizada seguindo o protocolo para determinação de açúcares totais em hortaliças pelo método de DNS, de Maldonado, Carvalho e Ferreira (2013), adaptado de Miller (1959). Os reagentes (soluções padrão de glicose a 1,0 g/L, reagente DNS, tartarato duplo de sódio e potássio, hidróxido de sódio anidro 2 N e ácido clorídrico 2 N) foram preparados no mesmo dia.

Também foram feitas as diluições da solução padrão de 1,0 g/L de glicose com água destilada para a criação da curva padrão de glicose. A amostra foi pesada, homogenizada em mixer e diluída em água destilada. Posteriormente, a amostra foi centrifugada e seu sobrenadante foi utilizado nessa análise.

Após isso, foi feita uma diluição nas amostras, para que a concentração de açúcares redutores ficasse dentro da curva de calibração, onde se utilizou um béquer com água destilada e a amostra homogeneizada.

Foi adicionado ácido clorídrico à amostra, ela foi aquecida em banho maria, resfriada em banho de gelo, foi adicionado hidróxido de sódio 2 M e agitado. Foi adicionado o reagente DNS aos tubos de ensaio com amostra, e, em seguida, eles foram agitados. Os tubos passaram pelo processo de aquecimento em banho-maria e resfriamento em banho de gelo. Foi adicionada a solução de tartarato duplo de sódio e potássio e foi realizada a leitura da absorbância em espectrofotômetro a 540 nm, após zerar o aparelho com o branco. Foi utilizado o espectrofotômetro Digital VIS 325 a 1000 nm V-M5.

4.6.3 Quantificação de Lipídios por Soxhlet

Soxhlet é um método que determina a quantidade de lipídios em alimentos, a partir da perda de peso da amostra seca, submetida à extração por meio de solventes orgânicos no calor. Foi adaptado o protocolo 032/IV Lipídios ou extrato etéreo – Extração direta em Soxhlet, do INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2008). Para a análise de lipídios ou extrato etéreo, a amostra foi seca em estufa e triturada em graal e pistilo para que os grãos não ficassem muito pequenos e houvesse vazamentos no cartucho de Soxhlet, durante a extração. A amostra e os reboilers utilizados foram secos em estufa anteriormente por 12 horas a 150°C. Foi anotado o peso seco dos reboilers e foram pesadas 5g de amostra em cartucho de papel filtro, o mesmo foi dobrado e amarrado com barbante no gancho presente no aparelho de Soxhlet. O modelo do extrator de óleos e graxas utilizado foi o Marconi 044/8/50.

Foi adicionado aos reboilers 150 ml de solvente éter de petróleo e eles foram acoplados ao sistema, na parte inferior do aparelho. O aparelho foi ligado e aquecido a 60°C em extração contínua por 4 horas. O cartucho de papel de filtro foi retirado e o éter de petróleo aproveitado. A amostra foi colocada em dessecador até atingir temperatura ambiente. Ela foi pesada e colocada em estufa a 105°C continuamente até peso constante.

4.6.4 Umidade

O teor de umidade determina a quantidade total de água que uma amostra contém, ela é considerada uma análise muito importante para os processos dentro das indústrias alimentícias, pois a umidade influencia na qualidade dos alimentos, deterioração e no crescimento microbiano. O protocolo utilizado para essa análise foi 012/IV Perda por dessecação (umidade) – Secagem direta em estufa a 105°C (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008). Para essa análise, a amostra foi utilizada in natura, onde foram pesadas 5g e colocadas em cápsulas de porcelana previamente taradas. A amostra foi aquecida nas cápsulas a 105°C durante 3 horas. A mesma foi resfriada em dessecador até temperatura ambiente, pesada e aquecida novamente, repetindo essa operação até peso constante.

4.6.5 Cinzas

O teor de cinzas é um parâmetro muito utilizado em alimentos, para medir o resíduo inorgânico, ou resíduo mineral fixo restante da queima da matéria orgânica. Foi adaptado o protocolo 018/IV Resíduo por incineração – Cinzas, do INSTITUTO

ADOLFO LUTZ (2008), em que foram pesadas 5g da amostra em uma cápsula, previamente aquecida em mufla a 550°C, resfriada em dessecador até a temperatura ambiente e pesada. Posteriormente, foram carbonizadas em chapa elétrica. As amostras também passaram por incineração em mufla a 550°C, até a eliminação completa do carvão. As amostras foram resfriadas em dessecador até atingir a temperatura ambiente e pesadas novamente até peso constante. Foi utilizado o forno mufla micro-processado modelo LUCA-2000B/DI.

4.6.6 Sólidos Totais

A análise de sólidos totais quantifica toda matéria que permanece como resíduo, após passar por evaporação, secagem ou calcinação, sendo relevante para verificar a presença de substâncias nocivas ao meio ambiente e a sociedade. A análise de sólidos totais foi adaptada de INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2008): 202/IV Determinação de sólidos totais secos a 103-105°C. A análise foi realizada aquecendo uma cápsula em mufla a 550°C durante 1 hora. Após esse período, a mufla foi desligada e as cápsulas retiradas. Elas foram colocadas em dessecador até esfriar e, em seguida, pesadas.

Foram adicionadas 10g da amostra na cápsula. Ela foi colocada em estufa a 105°C durante 1 hora. A estufa utilizada foi a Brasimet Professional 35. As cápsulas foram colocadas em dessecador e retiradas após atingir a temperatura ambiente. Em seguida, elas foram pesadas.

4.6.7 Atividade de Água

A análise de atividade de água é um parâmetro muito utilizado, que mede a disponibilidade de água em uma determinada amostra, isso auxilia na determinação de medidas de conservação de alimentos evitando o crescimento microbiano, estabilidade e aumento da vida de prateleira. Para isso, foi utilizado o equipamento Benchtop Water Activity Meter - Aqualab 4TE. As amostras foram previamente secas em estufa e moídas em moinho de facas para serem inseridas no compartimento do equipamento e analisadas. O valor de cada amostra e a sua temperatura foram anotados.

4.6.8 Acidez Titulável

A análise de acidez titulável se propõe a determinar a acidez de substâncias, por meio da utilização de bases. O protocolo utilizado nessa análise foi o 016/IV Acidez do INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2008). Para a análise de acidez titulável, foram

pesadas 5g da amostra seca que se transferiu para um frasco erlenmeyer de 125 ml, em que se adicionou 50 ml de água. Também foram adicionadas 2 gotas da solução fenolftaleína e foi realizada a titulação em uma bureta, com solução de hidróxido de sódio 0,1 M, até obter uma coloração rósea.

4.7 PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL

Nessa pesquisa, o planejamento experimental foi aplicado para a definição de parâmetros relevantes para uso nos testes de laboratório e também para otimização por meio da seleção das melhores condições de extração da maior quantidade de proteína do subproduto do processamento de batatas. O protocolo de planejamento experimental utilizado foi do tipo *Delineamento Composto Central Rotacional* (DCCR), que se baseia em procedimentos estatísticos e matemáticos para analisar as interações entre uma ou mais respostas (variáveis dependentes) com diversos fatores (variáveis independentes). As análises do planejamento foram obtidas por meio do software Statistica 5.0., sendo utilizada também uma análise de variância (ANOVA).

4.8 EXTRAÇÃO DE PROTEÍNAS

O processo de extração de proteínas é um método químico muito utilizado em alimentos, para a otimização da quantidade e qualidade de proteínas. A extração escolhida foi a alcalina, ela foi realizada com modificações no protocolo de Avaliação de Métodos de Extração de Proteínas de Tecido Foliar e Radicular de Cana-de-açúcar para Estudos de Proteômica, da Embrapa (2012). Cada extração foi feita de acordo com o planejamento do tipo superfície de resposta, sendo realizada alterando o tempo, a temperatura e a molaridade a fim de determinar os melhores parâmetros para a extração. As etapas da extração alcalina estão ordenadas na Figura 2. A extração de proteínas foi realizada com 5g do subproduto do processamento de batatas seco com 40 ml de solução de hidróxido de sódio, na molaridade desejada.

A amostra com hidróxido de sódio na molaridade desejada (entre 0,5 M e 2,5 M) foi colocada em uma chapa aquecida com agitação magnética em um tempo determinado (entre 600 a 4200 segundos) a uma temperatura (entre 25°C e 75°C). O agitador magnético com aquecimento utilizado foi o modelo Allerbest AMA 05. A amostra foi levada à centrífuga a 10956 Força G, 4°C por 900 segundos. A centrífuga utilizada foi a Datamed Megafuge 16R. Após a centrifugação foi retirada uma alíquota para a quantificação de proteínas pelo método colorimétrico de Bradford. O pH do sobrenadante foi neutralizado com ácido clorídrico. O pHmetro utilizado foi o Even PHS-3E-BI. Em seguida, foi adicionada uma solução de ácido tricloroacético em acetona e a amostra

Figura 2 – Fluxograma de extração de proteína.



Fonte: Autoria própria (2020).

foi armazenada por 12 horas em geladeira. No dia seguinte, foi realizada a segunda centrifugação, em 1753 Força G, 4°C, por 360 segundos. Em seguida a amostra foi retirada da centrífuga, lavada duas vezes com acetona e foi realizada a determinação de rendimento.

4.9 QUANTIFICAÇÃO DE PROTEÍNAS PELO MÉTODO BRADFORD

O método de Bradford quantifica proteínas totais, de forma colorimétrica, por meio do corante *Coomassie brilliant blue* BG-250, que é presente no reagente de Bradford, ele interage com as macromoléculas de proteínas presentes na amostra (BRADFORD, 1976). Este método é baseado na interação entre o corante BG-250 e macromoléculas de proteínas que contém aminoácidos de cadeias laterais básicas ou aromáticas.

Foi utilizado o método Bradford para a quantificação das proteínas extraídas. Foi realizada a solução de albumina bovina com água em balão volumétrico e construída uma curva de calibração padrão com albumina do soro bovino, do inglês *Bovine serum albumin* (BSA), na faixa de concentração de 0 a 1500 µg/ml. Identificou-se os tubos da curva e das amostras, descongelou-se a albumina e se pipetou a curva padrão de albumina com o volume correspondente. Foram adicionados 2,5 ml do Reagente de Bradford nas 16 amostras diluídas e, em seguida, foi efetuada a leitura em espectrofotômetro em um comprimento de onda de 595 nm. Foi utilizado o espectrofotômetro Digital VIS (325 a 1000 nm) V-M5.

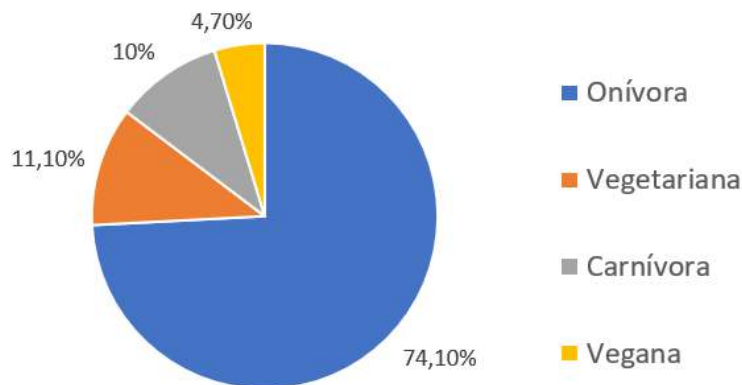
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 PESQUISA SOBRE PROTEÍNAS VEGETAIS

A pesquisa sobre proteínas vegetais foi respondida por pessoas do sexo feminino (67,4%), 31,8% do sexo masculino e 0,8% de outro sexo. Com relação à idade, 31,2% estavam da faixa etária de 20-29 anos, 19,9% de 30-39 anos, 17,7% de 50-59 anos, 13% de 40-49 anos, 8% de 60-69 anos e 0,8% acima de 70 anos. As respostas sobre a escolaridade constataram que 39,8% possuíam pós-graduação, 24,6% possuíam ensino superior incompleto, 22,4% possuíam ensino superior completo, sendo 5,8% com ensino médio completo, 1,9% com ensino fundamental incompleto, 1,7% com ensino fundamental completo e 1,1% com ensino médio incompleto.

Como resultados da pesquisa, quando perguntados sobre como consideram a sua dieta, obteve-se que 74,1% dos respondentes possui uma dieta onívora (alimentação baseada em carnes, frutas, hortaliças e grãos), seguido por uma porção considerável de pessoas com dietas vegetariananas (alimentação baseada em hortaliças, frutas e derivados de origem animal, exclui as carnes em geral), veganas (alimentação baseada em hortaliças, frutas e grãos) e, em menor quantidade, pessoas que responderam possuir uma dieta carnívora (alimentação predominante de carnes, como bovina, de aves e suínos, no entanto com pouco consumo de outros alimentos), como representa a Gráfico 1.

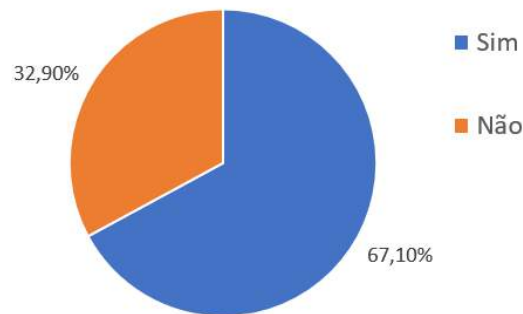
Gráfico 1 – Tipos de dieta dos participantes da pesquisa.



Fonte: Autoria própria (2020).

Com relação à origem de uma proteína, a maioria dos respondentes considerou que é importante se informar sobre isso (Gráfico 2). Se observou a importância da proteína de origem vegetal possuir um sabor e textura agradável, para a aceitação e consumo pelo público. O valor acessível também é decisivo para o consumo de uma opção de proteína com origem vegetal, sendo bem representativo nas respostas.

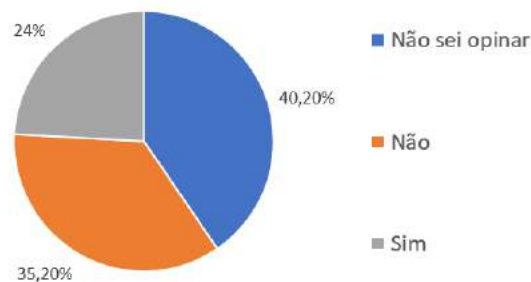
Gráfico 2 – Preocupação com a origem das proteínas consumidas.



Fonte: Autoria própria (2020).

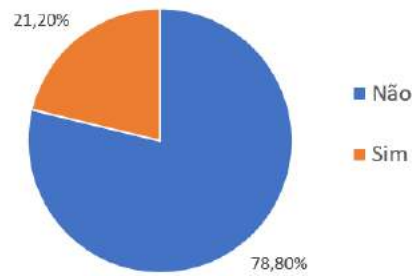
Sobre haver opções de proteínas vegetais no mercado, uma quantidade significativa dos respondentes não soube opinar, mas, mesmo assim, muitas pessoas responderam que não há muitas opções de proteínas vegetais no mercado, como mostra a Gráfico 3.

Gráfico 3 – Opções de proteínas vegetais no mercado.



Fonte: Autoria própria (2020).

Além disso, verificou-se que é alto o número de pessoas que utilizam suplementos proteicos alimentares, principalmente devido ao seu tipo de dieta, por escolha própria, ou também por possuírem restrições alimentares, por doenças, por exemplo (Gráfico 4). Essas respostas contribuíram para o direcionamento do projeto, mostrando que há potencial de crescimento de pesquisas no ramo de proteínas vegetais e principalmente demanda, visto que não só vegetarianos e veganos se beneficiam desse tipo de proteína, aumentando assim o público-alvo para esse segmento. Com essa pesquisa, se pode comprovar que houve uma preocupação com a origem das proteínas que são ingeridas e também uma significativa parcela de pessoas que possuem dietas vegetarianas, como mostrado também nas pesquisas de GFI (2020).

Gráfico 4 – Suplementação alimentar.

Fonte: Autoria própria (2020).

5.2 AMOSTRA

O subproduto obtido após processo de simulação, possui aspecto pastoso e consiste no aglomerado de polpa da batata dissolvida pela própria umidade, assim como algumas cascas de batata. Devido ao processamento, o subproduto é visivelmente semelhante a um "purê de batata", como mostra a Figura 3. Este subproduto foi utilizado como amostra para a realização dos experimentos.

O subproduto obtido após a simulação do processamento se mostra semelhante ao exibido em Ferreira e Perazzini (2017), porém, com a presença da polpa.

Figura 3 – Amostra do subproduto mimetizado.



Fonte: Autoria própria (2020).

5.3 SECAGEM

O subproduto passou pelo processo de secagem em estufa, no qual ele fica com uma coloração mais forte amarelada e é retirada grande quantidade de água, como mostra a Figura 4.

Figura 4 – Amostra seca em estufa.

Fonte: Autoria própria (2020).

5.3.1 Determinação de Nitrogênio Total pelo Método Dumas

Os resultados dos valores de nitrogênio (porcentagem, g/kg e mg/kg) e também os valores de conversão em porcentagem de proteína total das amostras de controle com EDTA, dos subprodutos do processamento de batatas secos em pó e in natura são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Proteína total do subproduto.

Descrição da amostra	Nitrogênio [%]	Nitrogênio [g/kg]	Nitrogênio [mg/kg]	Proteína [%]
EDTA (controle)	9,6152 ± 0,0304	96,155 ± 0,305	0,1 ± 0	60,095 ± 0,19
Subproduto da batata (em pó)	2,3304 ± 0,1066	23,2913 ± 1,0869	0,02 ± 0	14,5653 ± 0,6663
Subproduto da batata (in natura)	0,6168 ± 0,0569	6,17 ± 0,57	0,01 ± 0	3,8548 ± 0,3558

Fonte: Autoria própria.

Foi determinado que a porcentagem de proteína nos subprodutos secos foi de 14%. Valor superior ao dos subprodutos in natura (base úmida), de aproximadamente 4%. Esses dados indicam que as etapas de secagem e moagem são imprescindíveis ao processo de extração da proteína da batata e favoráveis ao objetivo do projeto. Foram encontrados valores semelhantes, comparando o subproduto do processamento de batatas e a batata in natura, levando em conta que no primeiro caso houve o aquecimento em altas temperaturas. Segundo a embrapa (2021), as proteínas compreendem cerca de 2% de sua composição. De acordo com a ABBA (2021), a batata contém em média 2,1% de proteína total, que equivale a cerca de 10,4% do seu peso seco.

Quadros et al. (2009) apresentaram o valor de 2,25% para o teor de proteína em batatas do cultivar Innovator e observou que a composição química das batatas depende da adubação utilizada e da cultivar, mostrando que podem ter alterações nesses valores. Ospina e Ocampo (2018) verificou que a batata criolla possui 2,5% de

proteínas, possuindo mais proteínas do que outras variedades de batatas.

5.3.2 Quantificação de Açúcares Redutores por DNS

A amostra necessitou ser homogeneizada em mixer, com isso, a casca da batata se dissolveu e a polpa ficou uniforme, como apresentado na Figura 5.

Figura 5 – Amostra homogeneizada em mixer para a quantificação de açúcares redutores por DNS.



Fonte: Autoria própria (2020).

Foram realizadas diluições da amostra, com água destilada, como mostra a Figura 6, para que os valores ficassem dentro da curva padrão e a análise fosse realizada corretamente.

Figura 6 – Diluição da amostra para a quantificação de açúcares redutores por DNS.



Fonte: Autoria própria (2020).

As concentrações de açúcares redutores obtidas no subproduto do processamento de batatas ficaram entre 0,19% e 0,85%. O trabalho de Pereira e Campos

(1999) analisou 20 genótipos de tubérculos e constatou valores de 0,21% a 1,71% para a concentração de açúcares redutores. Foram observados valores de 0,5% e 0,6% para açúcares redutores em cultivares comercializáveis de batatas, em resposta à adubação fosfatada em solos com diferentes disponibilidades de fósforo (FERNANDES et al., 2016). Também foram observados teores de açúcares redutores em 0,5% para tubérculos de batata refrigerados (PEREIRA et al., 2007). No trabalho de Rossi et al. (2009), obteve-se um valor de 0,19% para o genótipo Apuã de batatas cultivado em sistema orgânico de produção.

Portanto, os valores obtidos no trabalho foram semelhantes aos encontrados na literatura, levando em conta que a amostra estava dentro da curva padrão da glicose, com as diferentes diluições utilizadas.

5.3.3 Quantificação de Lipídios por Soxhlet

A amostra foi triturada em graal e pistilo para diminuir o tamanho de suas partículas, como mostrado na Figura 7, de modo que não houvesse vazamentos no cartucho de papel filtro do aparelho de Soxhlet.

Figura 7 – Amostra seca, triturada em graal e pistilo, para quantificação de Lipídios por Soxhlet.



Fonte: Aatoria própria (2020).

Como resultado da análise de lipídios por Soxhlet, obteve-se a média e desvio padrão de $0,3167 \pm 0,0660\%$. Carvalho (2012) observou valores de lipídios da polpa residual de batata seca, obtida por secagem, de $0,113 \pm 0,021\%$ como média e desvio padrão. O teor de lipídios observado na composição química de tubérculos foi de 0,06%, no trabalho de Quadros et al. (2009), levando em conta que houve variação em doses e fontes de potássio. Dias et al. (2014) obteve como média e desvio padrão de teor de lipídios de polpa de batata residual do cultivar *Asterix* os valores de $0,26 \pm 0,35\%$. Foram analisados os valores de teor de lipídios da batata pré-frita por dife-

rentes óleos, de 11% e 17% (JESUS et al., 2016). Com isso, constata-se que o teor de lipídios encontrado no subproduto do processamento de batatas seco e triturado é muito menor do que nas batatas pré-fritas em que há a presença de outras gorduras. Para a proposta de utilização do subproduto na formulação de alimentos, o teor de lipídios baixo torna a amostra satisfatória, pois contribui para a inclusão de alimentos mais saudáveis e menos gordurosos para os consumidores.

5.3.4 Umidade

O teor de umidade resultou em média e desvio padrão de $88,7733 \pm 0,3631\%$, para o subproduto do processamento de batatas in natura. Ferreira e Perazzini (2017) obteve como resultado do teor de umidade 90,27%, no subproduto do processamento de batatas úmido. Encontrou-se também valores em torno de 96%, para resíduos gerados na produção de etanol na batata-doce (RODRIGUES; RODRIGUES, 2012). Barreto (2016) obteve um teor de umidade de 82,9% na composição da batata (*Solanum tuberosum*), o que mostra que o subproduto do processamento de batatas possui teor elevado de umidade, e é semelhante aos valores acima, encontrados na literatura.

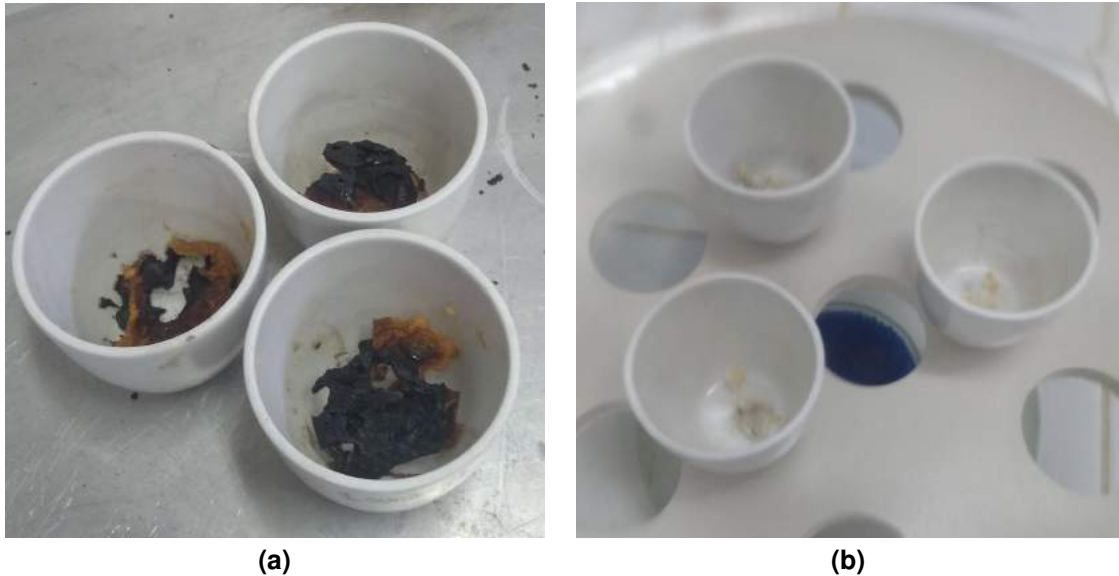
5.3.5 Cinzas

As amostras passaram primeiramente por aquecimento em chapa elétrica até a sua total carbonização (Figura 8a).

Posteriormente, depois de serem submetidas à mufla, elas foram armazenadas em dessecador até estarem em temperatura ambiente. Elas se caracterizam pela redução de peso e aparência clara e acinzentada, como exibido na Figura 8b.

Foram calculados a média e o desvio padrão da quantidade de cinzas geradas pelas amostras do subproduto, resultando em $10,92 \pm 0,4846\%$. No trabalho de Ospina e Ocampo (2018), foram encontrados valores de 1,0% de cinzas para batata criolla e outras variedades. Foram apresentados teores médios de cinzas de 0,93% para a cultivar *Atlantic*, o maior teor de cinzas entre os outros cultivares *Asterix*, *Innovator* e *Shepody* (QUADROS et al., 2009). Carvalho (2012) obteve $0,354 \pm 0,031\%$ de média e desvio padrão para cinzas da polpa residual de batata seca obtida por secagem. Houve diferenças entre os valores encontrados na literatura, possivelmente, devido às diferenças na composição e consistência das amostras.

Figura 8 – Análise de cinzas. Amostras após aquecimento em chapa (a) e amostras no dessecador após aquecimento em mufla (b).



Fonte: Autoria própria (2020).

5.3.6 Sólidos Totais

As amostras foram colocadas no dessecador após o processo de secagem em estufa, como pode ser observado na Figura 9a. Como resultado do aquecimento da amostra, há a carbonização e o aparecimento de cinzas, mostradas na Figura 9b.

Figura 9 – Análise de sólidos totais. Amostras no dessecador após secagem em estufa (a) e amostras em cinzas (b).



Fonte: Autoria própria (2020).

Observou-se valores de 4,02% para sólidos totais em resíduo do biocombustível da batata-doce (RODRIGUES; RODRIGUES, 2012). Trindade, Camlofski e Freitas (2012) obteve valores de sólidos totais de 15% para o cultivar Achat. Também analisou-se semelhança entre os valores de sólidos totais, de 18% e 19%, em tubérculos de cultivares de batata com média disponibilidade de fósforo (FERNANDES et al., 2016).

O valor com média e desvio padrão de sólidos totais obtido é de $0,3954 \pm 0,1085\%$, esse valor é mais baixo que os analisados na literatura, isso possivelmente se deve às diferenças no método de medição realizado e também às diferenças na amostra utilizada para essa análise.

5.3.7 Atividade de Água

As amostras secas e moídas foram inseridas no equipamento analisador de atividade de água para medição, como apresentado em Figura 10. Também foram aferidas as temperaturas para cada amostra na análise.

Figura 10 – Amostra no analisador de atividade de água.



Fonte: Aatoria própria (2020).

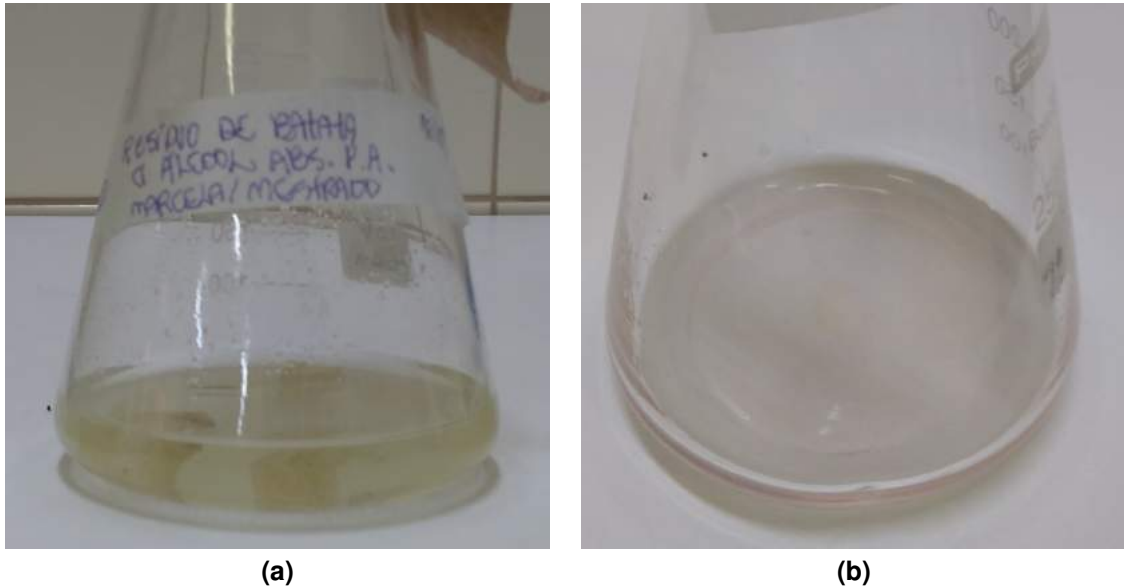
Com os valores obtidos se pode calcular a média e desvio padrão da atividade de água: $0,5343 \pm 0,001$ aW, e, a média e desvio padrão da temperatura: $25,2411 \pm 0,0681$.

Foram encontrados valores de média e desvio padrão de $0,560$ aW a 30°C para a atividade de água de batatas (BATISTEL, 2015). Também se observou valores semelhantes em Bastos (2012), no qual se analisou o valor de atividade de água da fécula de batata comercial, de $0,514$ aW. Foram obtidas média e desvio padrão de $0,347 \pm 0,056$ para a atividade de água de amostras de batata chips desidratadas por diferentes técnicas (BARRETO, 2016). Percebe-se que os valores encontrados na literatura são bem semelhantes aos obtidos nesse trabalho e apontam ser favoráveis, por estarem fora das condições de desenvolvimento de possíveis microrganismos em alimentos.

5.3.8 Acidez Titulável

As amostras foram preparadas em erlenmeyer e diluídas para serem tituladas em bureta com hidróxido de sódio (Figura 11a). Pode-se observar, por meio da Figura 11b, que as amostras ficaram com uma coloração rósea persistente.

Figura 11 – Análise de acidez titulável. Amostras prontas para titulação (a) e após titulação (b).



Fonte: Autoria própria (2020).

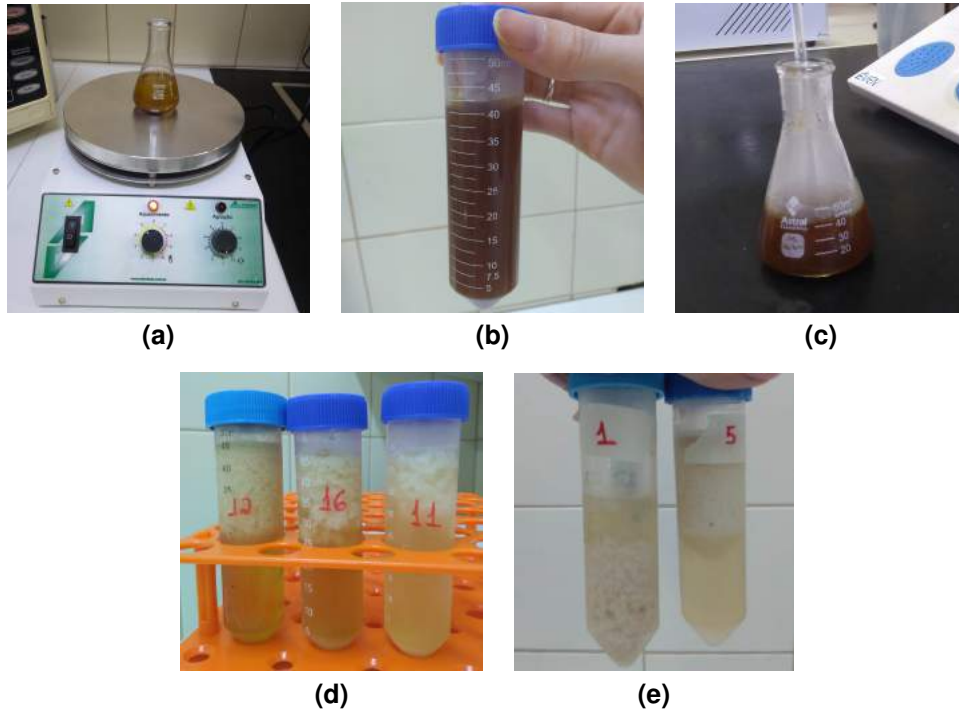
O resultado da média e desvio padrão da acidez titulável do resíduo de batata seco foi de $0,1727 \pm 0,0068$. Trindade, Camlofski e Freitas (2012) obtiveram valores médios com desvio padrão de $1,54 \pm 0,20$ na composição química dos tubérculos de batata. Analisou-se valores médios com desvio padrão de $0,73 \pm 0,17$ para acidez titulável de polpa residual da lavagem da batata em função da cultivar (DIAS et al., 2014). Ferreira e Perazzini (2017) observaram valores médios com desvio padrão de resíduo úmido de $0,016 \pm 0,004$ e de resíduo seco $0,05 \pm 0,01$. As diferenças de valores ocorreram provavelmente por conta da amostra utilizada em cada trabalho.

5.4 EXTRAÇÃO DE PROTEÍNAS

A amostra foi aquecida em chapa com agitação magnética para a extração da proteína do resíduo da batata, como exibido na Figura 12a. A amostra também passou por centrifugação, onde se separa o sobrenadante do precipitado, como é mostrado na Figura 12b. Após passar por centrifugação, é feita a neutralização do pH, como mostrado na Figura 12c. As amostras são deixadas em geladeira à 2°C por 12 horas e após passam pela segunda centrifugação (Figura 12d), onde é utilizado o precipitado no término da extração, que passa por lavagem com acetona e é seco em estufa.

Após todos os processos de centrifugação, as amostras apresentam uma coloração amarela mais clara, como mostrado na Figura 12e.

Figura 12 – Etapas da extração de proteínas. Amostra em chapa aquecida com agitação magnética (a), amostra após centrifugação (b), neutralização do pH (c), amostras após segunda centrifugação (d) e após extração e centrifugação (e).



Fonte: Autoria própria (2020).

Cada extração foi realizada alterando os parâmetros de molaridade, tempo e temperatura, também foram obtidos os valores dos rendimentos para cada extração, como mostrado na Tabela 2.

Tabela 2 – Parâmetros e rendimento de extrações.

Amostra	Molaridade [M]	Tempo [min]	Temperatura [°C]	Rendimento [g]
1	0,5	70	75	2,5
2	2,5	70	75	0,7
3	2,5	10	25	1,1
4	1,5	40	50	2,2
5	0,5	10	25	2,0
6	0,5	10	75	4,8
7	1,5	40	17	2,4
8	2,7	40	50	3,3
9	0,2	40	50	0,5
10	1,5	40	82	2,9
11	0,5	70	25	1,2
12	2,5	1	50	1,7
13	2,5	70	25	1,1
14	2,5	10	75	1,5
15	1,5	78	50	1,5
16	1,5	40	50	1,7

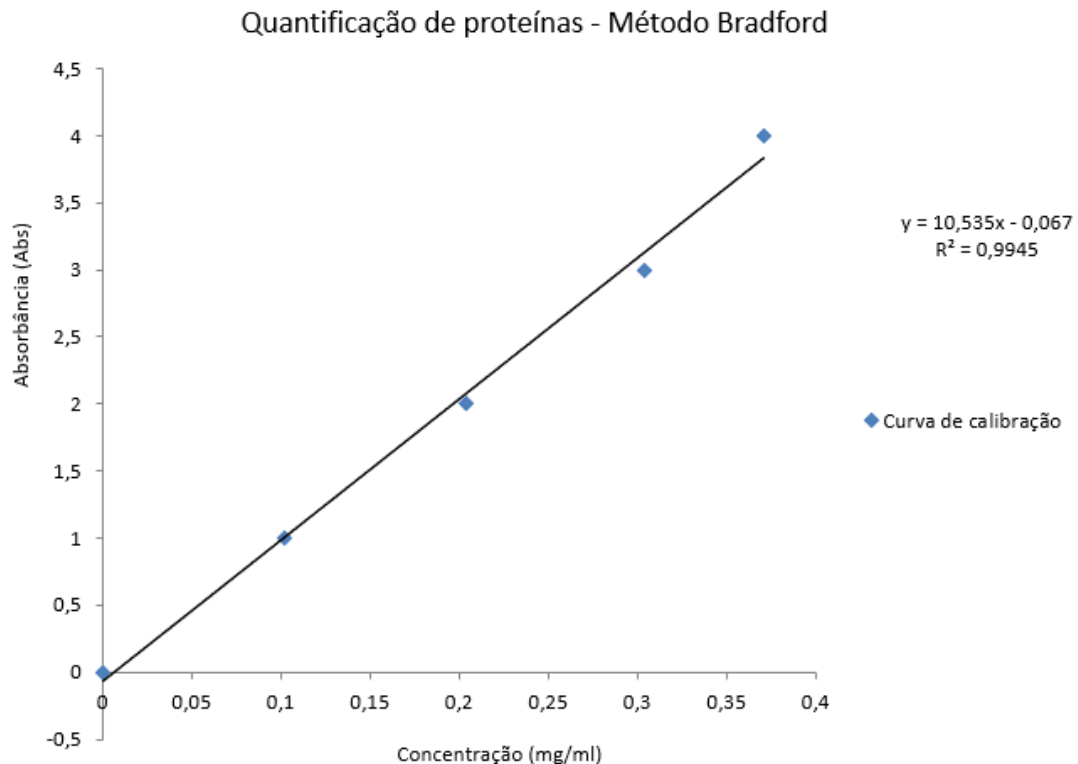
Fonte: Autoria própria.

O maior rendimento observado pela extração básica, 4,8 g, foi na molaridade de 0,5 M, com um tempo de extração baixo, de 600 segundos, com uma temperatura de 75 °C, que é uma das mais altas analisadas. Com isso, percebe-se que o aumento na temperatura foi satisfatório para a extração da proteína e no seu rendimento, visto que na temperatura de 25 °C, com a mesma molaridade e tempo de extração o resultado do rendimento é mais baixo. O segundo rendimento mais elevado foi na molaridade de 2,7 M, no tempo de extração de 2400 segundos, a uma temperatura de 50 °C, que evidenciou a influência da molaridade na extração da proteína e no rendimento. Também se observa que na molaridade de 2,5 M, com temperaturas mais elevadas (50 °C e 75 °C) e com menor tempo de extração (60 e 600 segundos), o rendimento é elevado, tendo influência também o tempo de extração.

5.5 QUANTIFICAÇÃO DE PROTEÍNAS PELO MÉTODO BRADFORD

Foi realizada a quantificação de proteínas depois da extração, onde foi calculada a absorbância em função da concentração de albumina bovina (BSA) em cada amostra, a Figura 13 mostra a curva de calibração utilizada.

Figura 13 – Curva de calibração de proteínas pelo método Bradford.



Fonte: Autoria própria (2020).

A maior concentração de proteína (0,7890 mg/ml), foi observada na molaridade de 2,5 M, no tempo de extração de 600 segundos e a uma temperatura de 75 °C,

uma das mais altas dos experimentos. A segunda maior concentração de proteína (0,7660 mg/ml), ocorreu na molaridade de 1,5 M, porém, a uma temperatura de 50 °C e a um tempo de 4680 segundos. A terceira maior concentração de proteína (0,7266 mg/ml), foi na molaridade de 0,5 M, a uma temperatura de 75 °C, a mesma da maior concentração analisada e no mesmo tempo de extração, 600 segundos, o que mostra que esses dois fatores são essenciais para a otimização do processo de extração, como mostra a Tabela 3.

Tabela 3 – Concentração de proteínas nas amostras.

Amostra	Absorbância [abs]	Concentração [mg/ml]
1	0,132	0,265702
2	0,361	0,726656
3	0,217	0,436799
4	0,334	0,672308
5	0,319	0,642114
6	0,392	0,789056
7	0,242	0,487121
8	0,291	0,585753
9	0,265	0,533418
10	0,347	0,698475
11	0,337	0,678346
12	0,378	0,760875
13	0,269	0,541469
14	0,287	0,577701
15	0,26	0,523353
16	0,321	0,64614

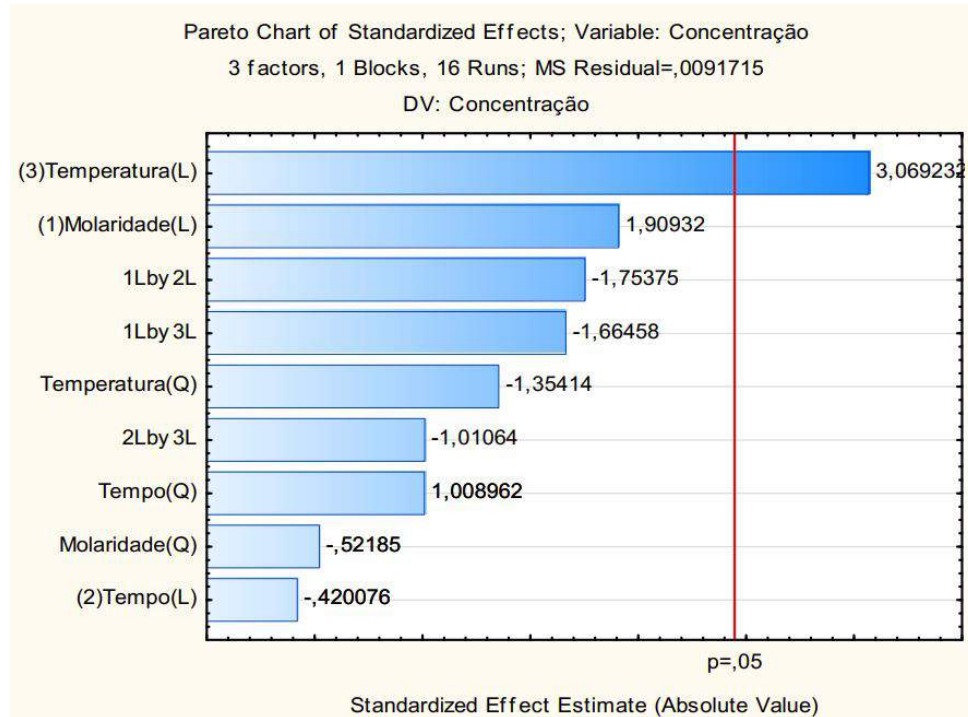
Fonte: Autoria própria.

5.6 PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL

A partir dos dados obtidos nos testes de extração da proteína proveniente do resíduo da batata, juntamente com a concentração analisada pelo espectrofotômetro, se pode finalizar a etapa do planejamento experimental, inserindo esses dados no software, que forneceu gráficos que auxiliam no entendimento de questões relativas à otimização e variantes interferentes (molaridade, tempo de extração e temperatura) nessa pesquisa. A Figura 14 mostra que a variável temperatura (linear) é decisiva no aumento da concentração de proteínas, a partir do gráfico de efeitos padronizados Pareto. O aumento da temperatura realmente influencia positivamente nos testes, resultando na obtenção de concentrações mais altas de proteína.

A Figura 15 reforça a concepção de que a variável com mais interferência nos resultados com aumento da concentração de proteínas é a temperatura (linear), por

Figura 14 – Gráfico de Pareto sobre o efeito da molaridade, do tempo e da temperatura na extração da proteína.



Fonte: Autoria própria (2021).

meio da *Análise de Variância (ANOVA)*.

Figura 15 – Análise de variância para molaridade, tempo e temperatura

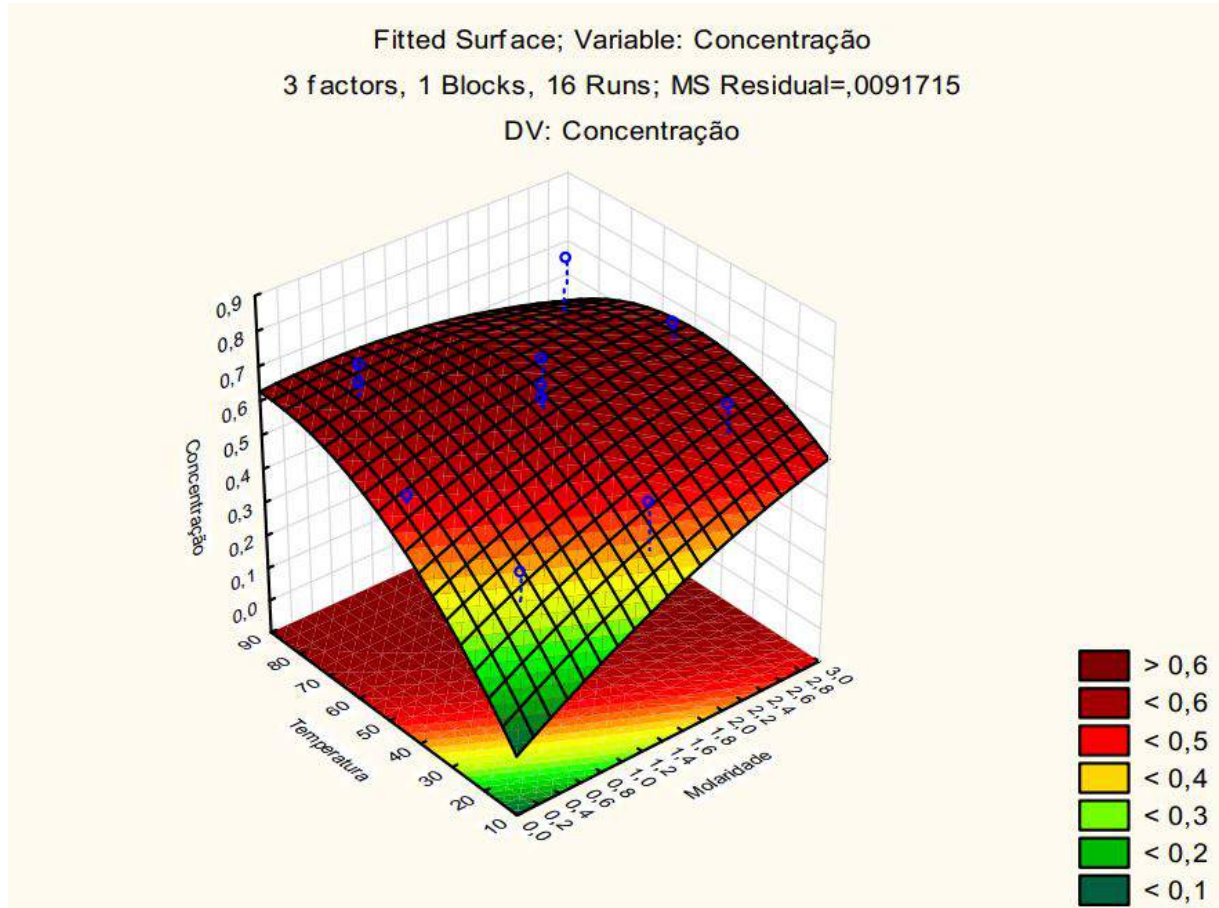
ANOVA; Var.:Concentração; R-sqr=,79476; Adj:,4869 (Spreadsheet1_(Recovere 3 factors, 1 Blocks, 16 Runs; MS Residual=,0091715 DV: Concentração					
Factor	SS	df	MS	F	p
(1)Molaridade(L)	0,033435	1	0,033435	3,645503	0,104807
Molaridade(Q)	0,002498	1	0,002498	0,272327	0,620471
(2)Tempo (L)	0,001618	1	0,001618	0,176464	0,689058
Tempo (Q)	0,009337	1	0,009337	1,018005	0,351936
(3)Temperatura(L)	0,086398	1	0,086398	9,420187	0,021964
Temperatura(Q)	0,016818	1	0,016818	1,833704	0,224466
1L by 2L	0,028208	1	0,028208	3,075654	0,130014
1L by 3L	0,025413	1	0,025413	2,770813	0,147053
2L by 3L	0,009368	1	0,009368	1,021391	0,351195
Error	0,055029	6	0,009172		
Total SS	0,268121	15			

Fonte: Autoria própria (2021).

O valor obtido para o R^2 foi de 0,79476, muito próximo do valor base de 0,80 que demonstra uma boa confiabilidade no modelo de planejamento experimental e, com isso, no tratamento dos dados. Portanto, o valor obtido foi satisfatório para obtenção de um modelo válido e útil para a obtenção de resultados concisos e para a continuidade da pesquisa.

A Figura 16 exibe a influência das variáveis durante a extração da proteína, onde percebe-se que a temperatura acima de 40° C possui uma influência positiva na extração. Também se pode concluir que a molaridade acima de 2,4 não interfere significativamente na qualidade da extração.

Figura 16 – Gráfico de superfície sobre a influência das variáveis

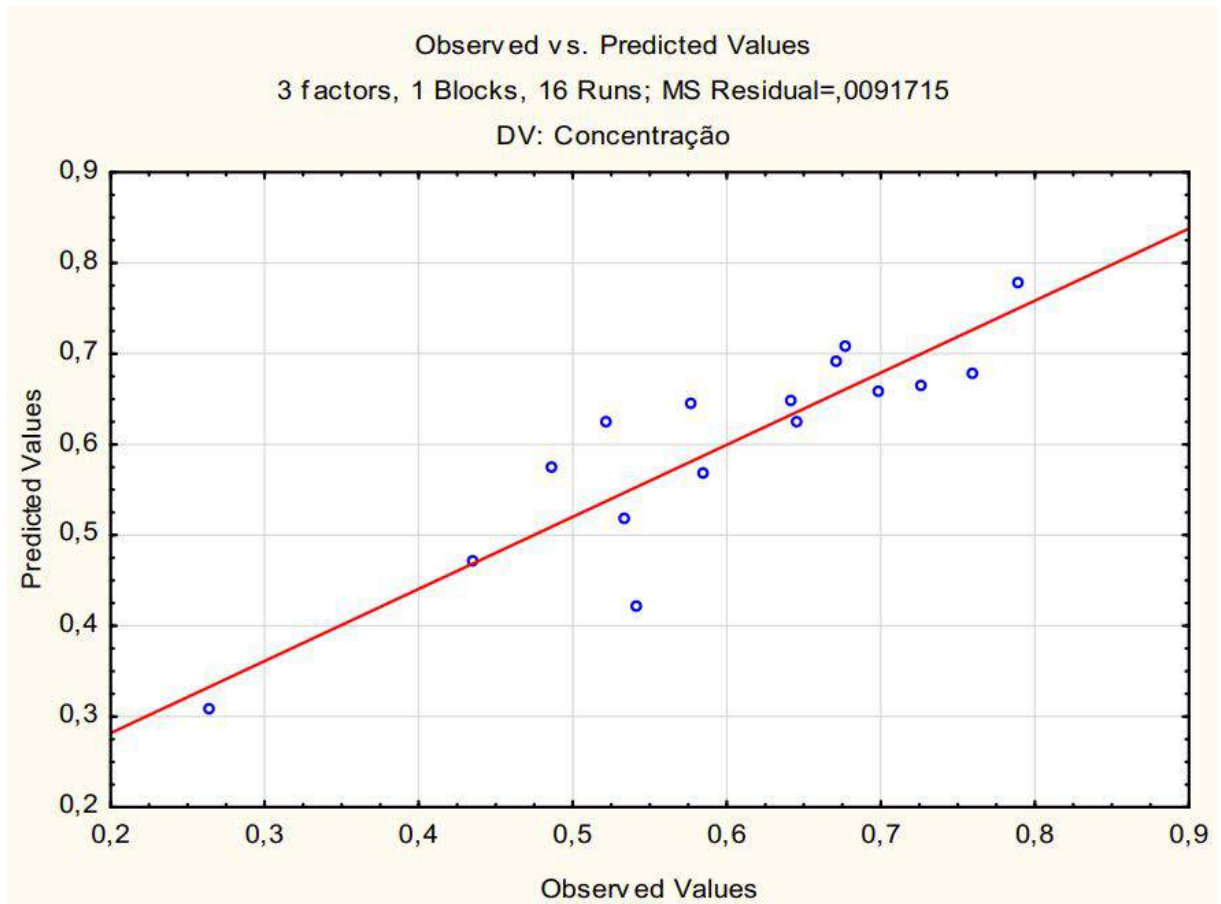


Fonte: Autoria própria (2021).

A Figura 17 demonstra que os valores observados, obtidos com os dados do planejamento experimental, estão em sintonia com os valores preditos, que são considerados os valores ideais para esse modelo (linha vermelha).

Os dados e resultados observados no planejamento experimental foram muito relevantes e necessários para prever valores, melhorar a qualidade e diminuir gastos desnecessários de material/equipamentos, porém, mesmo assim, se sugere a consolidação e verificação prática da viabilidade desse modelo, por meio de novos testes laboratoriais, com a otimização do processo completa em futuros trabalhos.

Figura 17 – Gráfico com valores preditos e valores observados



Fonte: Autoria própria (2021).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A geração de resíduos por parte das indústrias de alimentos é alta, levando em conta a produção em larga escala e os diferentes processos realizados dentro da indústria. Dessa forma, torna-se necessário uma boa gestão desses resíduos, assim como, a destinação correta para eles, para que isso não se configure em um problema ambiental grave.

A extração de uma proteína proveniente de um subproduto de indústria alimentar pode surgir como uma solução para esse problema, visto que contribui para o aproveitamento de um item com potencial mas pouco utilizado pela cadeia produtiva da indústria, reduz os impactos ambientais de uma destinação incorreta, reduz os gastos da indústria com transporte e se torna uma opção para a formulação de alimentos, já que possui uma alta quantidade de proteínas.

O maior rendimento observado pela extração básica, foi na molaridade de 0,5 M, com um tempo de extração de 600 segundos, a uma temperatura de 75 °C, uma das mais altas analisadas. Com o planejamento experimental adotado, percebeu-se que o aumento na temperatura foi satisfatório para a extração de uma maior quantidade de proteínas, o que esclarece que a temperatura possui uma influência significativa como parâmetro analisado na extração.

7 TRABALHOS FUTUROS

Para trabalhos futuros com a temática extração de proteínas, sugere-se que se realizem novas extrações de proteínas com os resultados obtidos pelo modelo de planejamento experimental, a fim de que se certifique que a variável interferente para a extração de proteínas seja realmente a temperatura e, com isso, também seja possível viabilizar estratégias para a otimização desse processo. Também é importante que os testes de dispersão e ressolubilização da proteína sejam realizados de forma prática, de forma que se verifique se a metodologia relatada nesse trabalho pode ser consolidada e assim auxiliar outras pesquisas. Além disso, para a aplicação da proteína proveniente de um resíduo agroalimentar em uma formulação cosmética, sugere-se a realização de testes de estabilidade.

Para trabalhos futuros com a temática subprodutos agroindustriais, sugere-se que se avalie a possibilidade de novas aplicações, assim como novas formas de extração de proteínas de resíduos que sejam viáveis economicamente, ecologicamente e para a utilização diretamente na área de alimentos, sem que sejam empregadas substâncias que impossibilitem essa aplicação.

REFERÊNCIAS

ABBA, Associação Brasileira da Batata. **Nova fábrica - Bem Brasil Alimentos**. 2017. Disponível em: <<http://www.abbabatatabrasileira.com.br/site/wp-content/uploads/2017/05/RBS-47-WEB.pdf>>.

_____. **Características da Batata**. 2021. Site Associação Brasileira da Batata. Disponível em: <<http://www.abbabatatabrasileira.com.br/site/caracteristicas-da-batata/>>.

ABNT. **NBR 10004:2004**: Classificação. Rio de Janeiro, 2004. 77 p.

_____. **ABNT NBR ISO 14001**. [S.l.], 2015. 41 p.

ARRUDA, Heder Jobbins de. **Avaliação da viabilidade técnica e econômica da produção de biogás a partir de resíduo do processamento industrial de vegetais**. 2020. 69 p. Dissertação (Mestrado) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2020.

ASSEMBLÉIA LEGISLATIVA DO ESTADO DO PARANÁ. **Lei n° 12493** [S.l.], 1999. 8 p.

AZEVEDO, Juliana Laboissière de. A economia circular aplicada no Brasil: uma análise a partir dos instrumentos legais existentes para a logística reversa. **XI Congresso Nacional de Excelência em Gestão**, 2015.

BARRETO, Isadora Monteiro Andrade. **Obtenção de batatas chips crocantes e livres de óleo em secador de micro-ondas a vácuo**. 2016. 130 p. Tese (Doutorado) — Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

BASTOS, Gilsimeire Moraes. **Resíduos da industrialização de batata: Aplicação na produção de farinhas, snacks, farinhas pré-gelatinizadas e massa alimentícia fresca sem glúten**. 2012. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2012.

BATISTEL, Nathali Ribeiro. **Estudo de Adequação de Modelos Termodinâmicos para a Predição da Atividade de Água (aw) nos alimentos**. 2015. Monografia (TCC) — Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2015.

BEDIN, Elisa et al. Vegan foods: Mimic meat products in the italian market. **International Journal of Gastronomy and Food Science**, p. 1–24, 2018.

BOCCHINI, Daniela Alonso et al. Use of sugarcane bagasse and grass hydrolysates as carbon sources for xylanase production by bacillus circulans d1 in submerged fermentation. **Process Biochemistry**, 2005.

BRADFORD, Marion Mckinley. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Anal. Biochem.**, v. 72, p. 248–254, 1976.

BRANDLI, Elisangela Nicoloso et al. A identificação dos resíduos em uma indústria de alimentos e sua política ambiental. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, n. 13, p. 45–51, 2009.

BUGNICOURT, Elodie et al. Dispersion and performance of a nanoclay/whey protein isolate coating upon its upscaling as a novel ready-to-use formulation for packaging converters. **Polymers**, 2019.

CALDEIRA, Valeria De Laurentiis Carla et al. Grown and thrown: Exploring approaches to estimate food waste in eu countries, resources, conservation and recycling. **Resources, Conservation & Recycling**, v. 168, 2021. ISSN 0921-3449.

CARVALHO, Webber Tavares de. **Secagem de polpa residual obtida na industrialização de batata frita**. 2012. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2012.

CISNEROS, Josefina Ruiz Esparza et al. Effect of dietary intervention with a legume-based food product on malondialdehyde levels, HOMA index, and lipid profile. **Endocrinología, Diabetes y Nutrición (English ed.)**, v. 67, n. 4, p. 235–244, 2020. ISSN 25300180.

CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL. **Expectativa de crescimento de 11,8% no Valor Bruto da Produção Agropecuária em 2020**. [S.l.], 2020. 2 p.

CONGRESSO NACIONAL. **Lei nº 12.305**. [S.l.], 2010. 1 p.

COSENZA, José Paulo.; ANDRADE, Eurídice Mamede; ASSUNÇÃO, Gardênia Mendes. Economia circular como alternativa para o crescimento sustentável brasileiro: análise da política nacional de resíduos sólidos. 2020.

DIAS, Thays de Lima et al. Utilization of residual pulp of potato in snacks as prospect of reducing environmental impact. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 2, p. 225–230, 2014. ISSN 18071929.

EMBRAPA. **Avaliação de Métodos de Extração de Proteínas de Tecido Foliar e Radicular de Cana-de-açúcar para Estudos de Proteômica**. [S.l.], 2012. 22 p.

_____. **Extração de Proteínas do Fruto e da Folha do Morangueiro e Preparo da Amostra para Aplicação em Eletroforese SDS-PAGE**. [S.l.], 2012. 4 p.

_____. **Sistema de Produção da Batata**. [S.l.], 2015. 252 p.

_____. **A cultura da batata**. 2021. Site Embrapa. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/hortalicas/batata/composicao-nutricional>>.

ERNSTOFF, Alexi et al. Comparing the environmental impacts of meatless and meat-containing meals in the united states. **Sustainability**, MDPI AG, v. 11, n. 22, p. 6235, Nov 2019. ISSN 2071-1050. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3390/su11226235>>.

ETEMADIAN, Yasaman et al. Development of animal/ plant-based protein hydrolysate and its application in food, feed and nutraceutical industries: state of the art. **Journal of Cleaner Production**, 2020.

FERNANDES, Ana Carolina. **Tipos de feijões e técnicas de preparo utilizadas em unidades produtoras de refeições das regiões Sul e Sudeste do Brasil**. 2010. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

FERNANDES, Adalton Mazetti et al. Influência do fósforo na qualidade e produtividade de tubérculos de cultivares de batata de duplo propósito. **Horticultura Brasileira**, v. 34, n. 3, p. 346–355, 2016. ISSN 01020536.

FERNANDEZ, Lourdes Carrillo. Cómo aumentar el contenido proteico de una dieta de forma natural. **Formación Médica Continuada en Atención Primaria (FMC)**, v. 23, p. 169–171, 2016.

FERREIRA, Carolina Machado; PERAZZINI, Maisa Tonon Bitti. Estudo de secagem e caracterização de resíduo de batata. **Anais do XII Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica**, n. 2008, p. 3206–3211, 2017.

FERREIRA, Ludmilla Janne Carvalho. **Extração de proteínas e compostos fenólicos do resíduo do processamento de óleo de milho**. 2019. Monografia (TCC) — Universidade Federal de Uberlândia, 2019.

FILHO, Antonio Manoel Maradini; MENDONÇA, Luísa Oliveira; MENDITI, Nicolay da Silveira. Aproveitamento de resíduos agroindustriais na alimentação humana. In: _____. [S.l.]: **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, 2019. v. 7, cap. 21, p. 138–146.

FILHO, José Eustáquio Ribeiro Vieira; FISHLOW, Albert. **Agricultura e indústria no Brasil : inovação e competitividade**. [S.l.: s.n.], 2017. 305 p. ISBN 978-85-7811-294-3.

FILLA, Jessica et al. Assessing whey protein sources, dispersion preparation method and enrichment of thermomechanically stabilized whey protein pectin complexes for technical scale production. **Foods**, 2021.

FONSECA, Elias Pinheiro. **Métodos de Extração de Proteínas em Leguminosas**. 2019. Monografia (TCC) — Universidade Federal de Uberlândia, 2019.

FORTES, Bruno Duarte Alves. **Métodos de avaliação de alimentos para aves**. 2011.

FUENTES, Berenice Juarez. **Cambios Bioquímicos en semillas de Lupinus montanus y Lupinus exaltatus asociados a tratamientos físicos, químicos y germinativos**. 2013. Dissertação (Mestrado) — Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas, Tabasco, 2013.

FUJIYA, Neide Mitsue. **Análise de hidrolisados de proteína de uso cosmetológico por eletroforese capilar**. 2001. 145 p. Dissertação (Mestrado) — Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

GFI, The Good Food Institute. **Plant-Based Market Overview**. 2020. Disponível em: <<https://www.gfi.org/marketresearch>>.

GFI, The Good Food Institute Brasil. **Pesquisa de consumidor: Mercado de proteínas alternativas no Brasil**. Brasil, 2018. Disponível em: <http://gfi.org.br/wp-content/uploads/2018/10/GFI_proteínas_vegetais.pdf>.

_____. **O consumidor brasileiro e o mercado plant-based**. Brasil, 2020. Disponível em: <https://gfi.org.br/wp-content/uploads/2020/12/GFI_Consumidor_PlantBased.pdf>.

HIGASHIJIMA, Neide Setsuco et al. Fatores antinutricionais na alimentação humana. **Segurança Alimentar e Nutricional**, 2020.

IAP, Instituto Ambiental do Paraná. **Portaria-IAP-n° 212 [S.I.]**, 2019. 4 p.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos - Edição IV**. [S.I.], 2008. 1020 p.

JESUS, Jociel Honorato de et al. Lipid Content Potato Pre-Fried: Cooking in Different Oils. **Revista Científica Da Faculdade De Educação E Meio Ambiente**, v. 7, n. 1, p. 151–164, 2016. ISSN 2179-4200.

KUMAR, Manoj et al. Advances in the plant protein extraction: Mechanism and recommendations. **Food Hydrocolloids**, v. 115, p. 106595, 2021. ISSN 0268-005X. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268005X21000114>>.

LEFEBVRE, Sandrine et al. **Estudo da composição fenólica de vinhos tintos colados com proteínas vegetais**. p. 1–11, 2003.

LIMA, Bárbara Bianca Silva et al. **Extração e determinação de proteínas em tecidos vegetais de camu-camu**. In: . Roraima: [s.n.], 2015. p. 1–4.

LIMA, Janice Ribeiro. Caracterização físico-química e sensorial de hambúrguer vegetal elaborado à base de caju. **Ciênc. agrotec.**, v. 32, p. 191–195, 2008.

LIN, Duanquan et al. Interactions of vegetable proteins with other polymers: Structure-function relationships and applications in the food industry. **Trends in Food Science & Technology**, 2017.

LIU, Haotian et al. Solubilization and stable dispersion of myofibrillar proteins in water through the destruction and inhibition of the assembly of filaments using high-intensity ultrasound. **Ultrasonics Sonochemistry**, 2020.

MALDONADE, Iriani Rodrigues; CARVALHO, Patrícia; FERREIRA, Nathalie. **Protocolo para determinação de açúcares totais em hortaliças pelo método de DNS**. [S.l.], 2013. 4 p.

MALLMANN, Nilcolau; LUCCHESI, Luis Antônio; DESCHAMPS, Cícero. Influência da adubação com NPK na produção comercial e rentabilidade da batata na região Centro-Oeste do Paraná. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, v. 4, n. 3, p. 67–82, 2011. ISSN 19836325.

MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução normativa nº 81**. [S.l.], 2018. 4 p.

_____. **Balança Comercial do Agronegócio - Dezembro/2019**. [S.l.], 2020. 10 p.

MARTINEZ, Renata Miliani. **Preparação e caracterização de partículas coloidais de pectina cítrica e de peptonas vegetais para aplicação em cosméticos**. 2013. 118 p. Dissertação (Mestrado) — Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013.

MÉCHIN, Valérie; DAMERVAL, Catherine; ZIVY, Michel. Total protein extraction with TCA-acetone. **Methods in molecular biology**, v. 355, n. 2, p. 1–8, 2007. ISSN 10643745.

MEDEIROS, Rosalina; SRUR, Armando Sabaa; PINTO, Carmen. Roquette. Estudo da biomassa de aguapé, para a produção do seu concentrado proteico. **Ciênc. Tecnol. Aliment**, v. 19, 1999.

MILLER, Gail Lorenz. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. **Analytical Chemistry**, v. 31, n. 3, 1959.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Rotulagem nutricional obrigatória: manual de orientação às indústrias de Alimentos**. [S.l.], 2005. 44 p.

MONTEIRO, Valdirene; SILVA, Roberto do Nascimento. Aplicações Industriais da Biotecnologia Enzimática. **Processos Químicos**, v. 3, n. 5, p. 9–23, 2009.

MOREIRA, Vilmar Rodrigues; BARREIROS, Reginaldo Ferreira; PROTIL, Roberto Max. Portfolio de produção agropecuária e gestão de riscos de mercado nas cooperativas do agronegócio paranaense. **Revista de Administração**, Departamento de Administração da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo, v. 46, n. 4, p. 325–341, 2011. ISSN 00802107.

NASCIMENTO, Thiago Mailho. **Importância das proteínas na nutrição humana - teoria e prática para ensino médio**. 2010. Monografia (TCC) — Instituto Municipal de ensino Superior de Assis, 2010.

NASROLLAHZADEH, Zahra Nezafat Mahmoud; SHAFIEI, Nasrin. Proteins in food industry. In: _____. [S.l.]: **Biopolymer-Based Metal Nanoparticle Chemistry for Sustainable Applications**, 2021.

OLIVEIRA, Alisson de. **Fracionamento das proteínas do soro de leite por meio de agregação proteica combinada com processos de separação por membranas**. 2017. 172 p. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

OSPINA, Ricardo Prada; OCAMPO, Pablo. A obtenção de amido residual derivado da casca de batata como complemento do processo industrial. **Espacios**, v. 39, n. 37, 2018.

PEREIRA, Arione da Silva; CAMPOS, Angela. Teor de açúcar em genótipos de batata (*solanum tuberosum* L.). **Ciência Rural**, scielo, v. 29, p. 13 – 16, 03 1999. ISSN 0103-8478. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84781999000100003&nrm=iso>.

PEREIRA, Arione da Silva et al. Genótipos de batata com baixo teor de açúcares redutores. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 2, p. 220–223, 2007.

POJIC, Milica; MISAN, Aleksandra; TIWARI, Brijesh. Eco-innovative technologies for extraction of proteins for human consumption from renewable protein sources of plant origin. **Trends in Food Science & Technology**, v. 75, n. 2, p. 93–104, 2018.

PREFEITURA DE SÃO PAULO, Secretaria Municipal de Assistência e Desenvolvimento Social. **Manual prático para uma alimentação saudável**. 2a. ed. São Paulo, 2014. Disponível em: <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/assistencia_social/arquivos/artefinal/manual_de_nutricao.pdf>.

PROTTE, Kristin et al. Impacts on micro- and macro-structure of thermally stabilised whey protein-pectin complexes: A fluorescence approach. **Food Biophys**, 2016.

QUADROS, Diomar Augusto de et al. Composição química de tubérculos de batata para processamento, cultivados sob diferentes doses e fontes de potássio. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 2, p. 316–323, 2009. ISSN 0101-2061.

RAMOS, José Pedro. **Cadeia agroindustrial da batata: Dinamismo, organização e os movimentos de reestruturação recente, no novo ambiente econômico**. 2003. 148 p. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

RODRIGUES, Liliane Garcia da Silva Moraes; RODRIGUES, Fernando Moraes. **Composição química-bromatológica do resíduo de biocombustível de batata-doce (Ipomoea batatas (LAM))**. n. 2009, p. 1–16, 2012.

ROSSI, Fabrício et al. Matéria Seca, Açúcares Redutores e Total de Genótipos de Batatas Cultivados em Sistema Orgânico de Produção. In: **VI Congresso Brasileiro de Agroecologia e II Congresso Latino Americano de Agroecologia**. Curitiba: [s.n.], 2009. p. 459–463.

SAGLAM, Dilek et al. Concentrated whey protein particle dispersions: Heat stability and rheological properties. **Food Hydrocolloids**, 2013.

SAVOLDI, Andréia; CUNHA, Luiz Alexandre. Uma Abordagem Sobre a Agricultura Familiar, Pronaf E a Modernização Da Agricultura No Sudoeste Do Paraná Na Década De 1970. **Revista Geografar**, v. 5, n. 1, p. 25–45, 2010. ISSN 1981-089X.

SCHMIELE, Marcio et al. **Determinação da concentração de diferentes sistemas de solventes na solubilização de proteínas de análogo de carne**. n. 6, p. 1120–1125, 2015. ISSN 0103-8478.

SECCHI, Gianfranco. Role of protein in cosmetics. **Clinics in Dermatology**, 2008.

TRINDADE, José Luiz Ferreira da; CAMLOFSKI, Ana Mery De Oliveira; FREITAS, Renato João Sossela de. Caracterização De Variedades De Batata Do Município De Contenda-Pr E Indicações Quanto Ao Uso Doméstico E Tecnológico. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 6, n. 1, p. 730–738, 2012.

TUKKER, Arnold; JANSEN, Bart. Environmental impacts of products: A detailed review of studies. **Journal of Industrial Ecology**, v. 10, p. 159 – 182, 07 2006.

UNEP. **Assessing the Environmental Impacts of Consumption and Production: Priority Products and Materials**. [S.l.], 2010. 108 p. ISBN: 978-92-807-3084-5.

VEJA. **A nova cara da carne**. 2020. Disponível em: <<https://saude.abril.com.br/alimentacao/a-nova-cara-da-carne/>>.

VG RESÍDUOS. **A diferença entre lixo, resíduo e rejeito e como é feito o seu gerenciamento**. 2020. Disponível em: <<https://www.vgresiduos.com.br/blog/blogdiferenca-entre-lixo-residuo-rejeito/>>.

VIEIRA, Claudia Regina et al. Extração enzimática das proteínas da farinha de arroz
Enzymatic extraction of proteins from rice flour. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, n. 002405, p. 599–606, 2008.

WU, Di. Recycle Technology for Potato Peel Waste Processing: A Review. **Procedia Environmental Sciences**, v. 31, p. 103–107, 2016. ISSN 18780296.

ZAIA, Dimas A. M.; ZAIA, Cássia Thais B. V.; LICHTIG, Jaim. Determinação de proteínas totais via espectrofotometria: vantagens e desvantagens dos métodos existentes. **Quím. Nova**, v. 21, p. 787–793, 1998. ISSN 1678-7064.

APÊNDICE A – RESULTADOS DA PESQUISA DE MERCADO SOBRE PROTEÍNAS VEGETAIS

1 - Sexo:

67,4% - Feminino

31,8% - Masculino

0,8% - Outro

2 - Idade:

20-29 anos – 31,2%

30-39 anos – 19,9%

50-59 anos – 17,7%

40-49 anos – 13,0%

10-19 anos – 9,4%

60-69 anos – 8,0%

Acima de 70 anos – 0,8%

3 - Escolaridade:

Pós-graduação – 39,8%

Superior incompleto – 24,6%

Superior completo – 22,4%

Ensino médio completo – 5,8%

Fundamental incompleto – 1,9%

Fundamental completo – 1,7%

Ensino médio incompleto – 1,1%

4 - Tipo de dieta atual:

Onívora – 74,1%

Vegetariana – 11,1%

Carnívora – 10,0%

Vegana – 4,7%

5 - Preocupação com a origem da proteína na alimentação (animal ou vegetal):

Sim – 67,1%

Não – 32,90%

6 - O que se considera mais importante para o consumo de proteínas vegetais:

Sabor/textura agradável – 45,3%

Valor acessível – 6,4%

Sabor/textura agradável e valor acessível – 21,0%
Variedade de sabores – 7,5%
Sabor/textura agradável, valor acessível e variedade de sabores - 9,7%
Sabor/textura agradável e variedade de sabores – 2,8%
Valor acessível e variedade de sabores – 1,1%
Sabor e textura agradável e consciência ambiental – 0,6%
Sabor/textura agradável, valor acessível e valor nutricional – 0,3%
Outras respostas – 5,3%

7 - Se há opções de proteínas vegetais no mercado:

Não sei opinar – 40,2%
Não – 35,2%
Sim – 24,6%

8 - Se faz uso de suplementos alimentares proteicos:

Não – 78,80%
Sim – 21,20%

9 - Tipo de dieta considerando uma possível mudança alimentar:

Vegetariana – 31,9%
Não mudaria a alimentação – 29,7%
Onívora – 16,7%
Vegana – 15,8%
Outras respostas – 5,3%

10 - Disposição para mudança de hábitos alimentares:

Respostas abertas.

11 - Interesse em consumir alimentos vegetarianos/veganos já suplementados com proteínas vegetais:

Respostas abertas.

12 - Opções conhecidas de proteínas vegetais já existentes no mercado:

Respostas abertas.

13 - Sugestões e comentários:

Respostas abertas.