



PROPOSTA DE INSTALAÇÃO DE UMA UNIDADE DE PROCESSAMENTO DE CENOURAS

PEDRO HENRIQUE MAIA DE MOURA FERNANDES
ANA TERRA DE MEDEIROS FELIPE
ALLINY SAMARA LOPES DE LIMA
LUIZ DA SILVA FERREIRA JUNIOR
KÁTIA NICOULAU MATSUI
MÁRCIA REGINA DA SILVA PEDRINI

2025

PEDRO HENRIQUE MAIA DE MOURA FERNANDES
ANA TERRA DE MEDEIROS FELIPE
ALLINY SAMARA LOPES DE LIMA
LUIZ DA SILVA FERREIRA JUNIOR
KÁTIA NICOLAU MATSUI
MÁRCIA REGINA DA SILVA PEDRINI

**PROPOSTA DE INSTALAÇÃO DE UMA
UNIDADE DE PROCESSAMENTO DE
CENOURAS**

Editor Chefe: Prof. Dr. Patrício Moreira de Araújo Filho

Edição e Diagramação: Eduardo Mendonça Pinheiro

Edição de Arte: Marcos Clyver dos Santos Oliveira

Bibliotecária: Rayssa Cristhália Viana da Silva – CRB-13/904

Revisão: Autores

Conselho Editorial

Dr^a Aurea Maria Barbosa de Sousa

Dr. Saulo José Figueiredo Mendes

Dr. Leonardo França da Silva

Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

Dr^a Gerbeli de Mattos Salgado Mochel

Dr^a Thais Roseli Corrêa

Dr. Elmo de Sena Ferreira Junior

Dr^a Michela Costa Batista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S237g

Moura Fernandes, Pedro Henrique Maia de; Felipe, Ana Terra de Medeiros; Lima, Alliny Samara Lopes de; Ferreira Junior, Luiz da Silva; Matsui, Kátia Nicolau; Pedrini, Márcia Regina da Silva

Proposta de instalação de uma unidade de processamento de cenouras / Pedro Henrique Maia de Moura Fernandes *et al.* — São Luís: Editora Pascal, 2025.

62 f. : il.:

Formato: PDF

Modo de acesso: World Wide Web

ISBN: 978-65-6068-147-7

D.O.I.: 10.29327/5550927

1. Engenharia de alimentos. 2. Hortaliças. 3. Cenoura. 4. Pesquisa. I. Moura Fernandes, Pedro Henrique Maia de. II. Felipe, Ana Terra de Medeiros. III. Lima, Alliny Samara Lopes de. IV. Ferreira Junior, Luiz da Silva. V. Matsui, Kátia Nicolau. VI. Pedrini, Márcia Regina da Silva.

CDU: 664.8:635.112:001.8

Qualquer parte deste livro poderá ser reproduzida ou transmitida, sejam quais forem os meios empregados: eletrônicos, mecânicos, fotográficos, gravação ou quaisquer outros, desde que seja citado o autor.

APRESENTAÇÃO

A produção e o processamento de alimentos são pilares estratégicos para o desenvolvimento sustentável do Brasil, especialmente diante do desafio de agregar valor à vasta riqueza agroalimentar nacional. Este livro, originado de um trabalho de conclusão de curso em Engenharia de Alimentos, é resultado de um esforço coletivo, técnico e dedicado, que exemplifica como o conhecimento acadêmico pode se transformar em propostas reais e aplicáveis ao contexto produtivo.

A obra “Proposta de Instalação de uma Unidade de Processamento de Cenouras” vai além de um estudo acadêmico. Trata-se de um material de referência para estudantes, docentes, empreendedores e profissionais do setor agroindustrial, oferecendo uma abordagem prática e fundamentada sobre o processamento mínimo de hortaliças, com foco especial na cenoura, hortaliça de elevada importância nutricional e econômica.

O leitor encontrará aqui não apenas conceitos teóricos, mas também ferramentas de aplicação direta, como a proposta de layout industrial, seleção criteriosa de equipamentos, balanços de massa e energia, e uma análise econômica rigorosa. Todos esses elementos são apresentados com clareza e rigor técnico, tornando este livro um instrumento valioso tanto para o ensino quanto para a inovação no setor alimentício.

Ao conectar conhecimento acadêmico com demandas reais da agroindústria, esta publicação serve como guia prático para aqueles que desejam compreender e aplicar os princípios do processamento mínimo de hortaliças, promovendo eficiência, qualidade e viabilidade econômica nos empreendimentos alimentares.

AUTORES

Pedro Henrique Maia de Moura Fernandes

Graduação em Engenharia de Alimentos da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

Ana Terra de Medeiros Felipe

Doutoranda em Engenharia Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) com atuação no Laboratório de Controle de Qualidade (LEA/UFRN) desenvolvendo pesquisas nas áreas de Ciência e Tecnologia de Alimentos, com foco em sustentabilidade, valorização de resíduos agroindustriais e marinhos, desenvolvimento de embalagens e aplicação da Análise de Ciclo de Vida (ACV). Mestre em Engenharia Química pela UFRN (2025), com ênfase na caracterização de macroalgas locais como fonte alternativa de materiais celulósicos para aplicações de embalagens sustentáveis. Coursou como bolsista do programa ERASMUS, o Master internacional em Ciências dos Alimentos e Nutrição - SUFFICIENT (Sustainable Food Formulation: Innovation, Choice of Ingredients; Energy, Nutrition Trade challenges) pelo Institut Agro Dijon (França, 2022) com foco na formulação de alimentos sustentáveis. Possui dupla formação em Engenharia de Alimentos (UFRN, 2022) e Nutrição (Universidade Potiguar, 2019), além de dupla especialização em Tecnologia de Processos e em Tecnologia de Alimentos (Universidade Pitágoras Unopar Anhanguera, 2024). Foi bolsista do programa Ciência sem Fronteiras, graduação sanduiche, no Department of Chemical and Process Engineering da POSTECH (Pohang University of Science and Technology) na Coreia do Sul (2014-2015), atuando com tecnologias aplicadas à engenharia de processos e biotecnologia. Tem experiência em projetos interdisciplinares voltados à inovação tecnológica, economia circular e desenvolvimento de produtos sustentáveis para o setor agroalimentar. Na iniciativa privada, foi fundadora e diretora geral de uma padaria artesanal (Pão da Terra) com foco em fermentação natural, utilizando ingredientes orgânicos certificados, aplicando conceitos de rastreabilidade, nutrição funcional e sustentabilidade na cadeia produtiva.

Alliny Samara Lopes de Lima

Graduada em Engenharia de Alimentos (2022) pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), com período de graduação sanduíche no Institut AgroDijon, França (2021-2022). Atualmente é mestranda no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química (PPGEQ/UFRN), atuando no Laboratório de Bioprocessos (Labio/LEA/DEQ/UFRN). Possui experiência na área de Ciência e Tecnologia de Alimentos, com ênfase em Bioprocessos e Microbiologia de Alimentos, desenvolvendo pesquisas nos seguintes temas: Bebidas Fermentadas, Secagem por Spray Dryer, Valorização de Resíduos Agroindustriais e Obtenção de Compostos Bioativos.

Luiz da Silva Ferreira Junior

Possui graduação em Engenharia de Alimentos pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (2021). Atualmente é aluno do mestrado de Eng. Química e discente de graduação de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Tem experiência na área de Engenharia Química, com ênfase em Alimentos e bebidas.

Kátia Nicolau Matsui

Formada em Engenharia de Alimentos pela Universidade Federal de Santa Catarina (2000). Mestre em Engenharia de Alimentos pela Universidade Federal de Santa Catarina (2002) na área de aproveitamento de resíduos agroindustriais para o desenvolvimento de embalagens biodegradáveis, Doutor em Engenharia Química pela Universidade de São Paulo (2006), na área de tratamento térmico por micro-ondas de alimentos líquidos - inativação enzimática. No período entre ago/2006 e jun/2010 foi docente da Faculdade de Tecnologia Oswaldo Cruz e da Escola Superior de Química Oswaldo Cruz. Entre nov. 2007 e out. 2009 foi bolsista de Pós Doutorado Empresarial (CNPq) na área de incorporação de extratos naturais em polipropileno para utilização em embalagens inteligentes na antiga Quattor S.A., Mauá-SP. Desde agosto de 2010 exerce o cargo de Professora Associada no curso de Engenharia de Alimentos, Departamento de Engenharia Química da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, UFRN, ministrando as seguintes disciplinas: Controle de Qualidade na Indústria de Alimentos; Operações Unitárias II; Princípios dos Processos Químicos para a Indústria de Alimentos; Tecnologia de Embalagens; Introdução à Engenharia de Alimentos. Na pesquisa atua nas linhas de desenvolvimento de matrizes poliméricas biodegradáveis, valorização de resíduos agroindustriais, caracterização de compostos bioativos e desenvolvimento de materiais com potencialidades para embalagens ativas e/ou inteligentes.

Márcia Regina da Silva Pedrini

Possui graduação em Engenharia de Alimentos pela Universidade Federal de Santa Catarina (1991), mestrado em Engenharia Química pela Universidade Federal de Santa Catarina (1997) e doutorado em Engenharia Química pela The University of Queensland (2003), pós doutorado em Engenharia Química na Universidade Federal do Rio Grande do Norte (2005); pós doutorado em Processos Alimentícios e Microbiológicos no Institut Agro Dijon (2011). Atualmente é professor titular da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Tem experiência na área de Ciência e Tecnologia de Alimentos e Biotecnologia.

RESUMO

Nas últimas décadas, os hábitos alimentares dos brasileiros têm acompanhado a tendência mundial de consumo de alimentos minimamente processados, incluindo hortifrutis como frutas, legumes e verduras. Essa mudança decorre da busca por praticidade, qualidade e vida saudável, exigindo adaptações no mercado de alimentos, como a criação de unidades de processamento de hortaliças. Neste cenário, este trabalho teve como objetivo principal estudar a instalação de uma unidade processadora de hortifrutis, com foco no processamento de cenouras. Objetivou-se também apresentar o contexto da produção de cenoura no Brasil, descrever as funções de uma unidade de processamento, propor layout e logística para sua instalação, e quantificar desperdícios e perdas por meio de balanço de massa e energia. A proposta de layout priorizou eficiência, funcionalidade e otimização dos recursos, contemplando etapas como recepção, seleção, lavagem, descascamento, corte, higienização, refrigeração e armazenamento, em uma área de 522 m² e 13 setores, incluindo área de recebimento, processamento, câmaras de armazenamento, setor administrativo, vestiários e banheiros acessíveis, além de área de escoamento da produção. O balanço de massa e energia revelou níveis de desperdício com 20% da massa inicial de cenoura se transformando em resíduos sólidos. O balanço de energia mostrou que a energia térmica a ser removida para alcançar a temperatura ideal de armazenamento das cenouras é de 1.560 quilojoules. A análise econômica apresentou as estratégias do empreendimento, considerando um investimento inicial de R\$ 1,6 milhões, com capacidade para processar 15 toneladas diárias de cenoura, podendo chegar a gerar um faturamento mensal de até R\$ 4 milhões, evidenciando o potencial de lucratividade mesmo com altos custos iniciais. Os resultados orientam a elaboração de futuras pesquisas, com uma análise mais detalhada dos custos operacionais e a exploração de formas de monetização dos resíduos sólidos, como cascas de cenoura, que podem ser utilizadas na produção de novos produtos ou na compostagem. Por fim, o trabalho reforça a relevância das unidades de processamento no mercado de alimentos, oferecendo bases para o desenvolvimento de empreendimentos reais.

Palavras-chave: Unidade processadora. Hortifruti. Processamento. Cenouras.

ABSTRACT

In recent decades, Brazilians' eating habits have followed the global trend of consuming minimally processed foods, including produce such as fruits, vegetables, and greens. This change is a result of the search for practicality, quality, and a healthy lifestyle, requiring adaptations in the food market, such as the creation of vegetable processing units. In this scenario, the main objective of this study was to study the installation of a fruit and vegetable processing unit, focusing on the processing of carrots. The objective was also to present the context of carrot production in Brazil, describe the functions of a processing unit, propose a layout and logistics for its installation, and quantify waste and losses through mass and energy balance. The layout proposal prioritized efficiency, functionality, and resource optimization, covering stages such as reception, selection, washing, peeling, cutting, sanitizing, refrigeration, and storage, in an area of 522 m² and 13 sectors, including the receiving area, processing, storage chambers, administrative sector, changing rooms and accessible bathrooms, in addition to a production flow area. The mass and energy balance revealed levels of waste, with 20% of the initial carrot mass being transformed into solid waste. The energy balance showed that the thermal energy to be removed to reach the ideal storage temperature for carrots is 1,560 kilojoules. The economic analysis presented the project's strategies, considering an initial investment of R\$1.6 million, with the capacity to process 15 tons of carrots per day, which could generate monthly revenues of up to R\$4 million, highlighting the potential for profitability even with high initial costs. The results guide the development of future research, with a more detailed analysis of operating costs and the exploration of ways to monetize solid waste, such as carrot peels, which can be used in the production of new products or in composting. Finally, the study reinforces the relevance of processing units in the food market, providing a basis for the development of real enterprises.

Keywords: Processing unit. Fruit and vegetables. Processing. Carrots.

SUMÁRIO

RESUMO	7
ABSTRACT	8
 CAPÍTULO 1	 10
INTRODUÇÃO	
CAPÍTULO 2.....	13
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	
2.1 A produção e o consumo de hortaliças no brasil.....	14
2.2 Unidades de processamento de alimentos.....	17
2.3 A produção, processamento e consumo de cenouras.....	19
CAPÍTULO 3.....	21
DESCRIÇÃO DO PROCESSO	
3.1 Fluxograma.....	22
3.2 <i>Layout</i> simplificado	22
CAPÍTULO 4	25
UNIDADE DE PROCESSAMENTO DE CENOURAS	
4.1 Descrição do processo	26
4.2 Descrição dos equipamentos.....	32
4.3 <i>Layout</i> final proposto.....	37
CAPÍTULO 5.....	40
BALANÇO DE MASSA E ENERGIA	
5.1 Balanço de Massa.....	41
5.2 Balanço de Energia.....	45
CAPÍTULO 6.....	46
ANÁLISE ECONÔMICA	
6.1 Estimativa de investimento inicial	47
6.2 Estimativa de custos para início de operação.....	48
6.3 Análise de viabilidade econômica	50
CAPÍTULO 7.....	51
TRATAMENTO DOS RESÍDUOS	
7.1 Aproveitamento dos Resíduos Sólidos.....	52
7.2 Tratamento dos Resíduos Líquidos	54
CAPÍTULO 8	57
CONSIDERAÇÕES FINAIS	
REFERÊNCIAS	59

INTRODUÇÃO



A alimentação faz parte das necessidades básicas do indivíduo, sendo indispensável à saúde e qualidade de vida. Os hábitos alimentares acompanham o contexto histórico, econômico e social da sociedade. Na última década, a população brasileira tem mudado esses hábitos, acompanhando a tendência mundial de consumo de alimentos minimamente processados, atrelados à praticidade e qualidade. Além disso, a busca pela vida saudável e equilibrada tem levado a população a optar pelo consumo de hortifrutis, ou seja, frutas, legumes e verduras, mesmo que já tenham passado por algum processamento (Cardoso *et al.*, 2018).

A busca por produtos frescos e de alta qualidade tem se tornado um hábito comum entre a população, algo que antes se limitava à atletas ou profissionais do setor da saúde e do esporte. Com o aumento da demanda por hortifrutis, o mercado alimentício teve que se adaptar e criar unidades de processamento especializadas nesses alimentos (Viana; Sábio, 2008).

Uma unidade de processamento possui a função de alterar os produtos originais, no caso, os hortifrutis, de modo a estender à vida útil dos alimentos, tendo-se em vista que serão comercializados, assim como, realizar a lavagem, corte, fatiamento, dentre outros processos. Todo o processamento requer planejamento, uma correta escolha da matéria-prima e cuidados de higiene (Gomes, 2005).

Segundo Silva *et al.* (2011), a diminuição do tempo para a preparação de alimentos e a diminuição do tamanho das famílias brasileiras tem criado consumidores mais exigentes e conscientes, que priorizam a qualidade e conveniência. Para ter praticidade no consumo de hortifrutis, muitos supermercados e estabelecimentos têm desenvolvido produtos minimamente processados, como frutas já cortadas e higienizadas, embaladas e prontas para consumo.

O Produto Minimamente Processado (PMP) é aquele que passou por alguma intervenção após colhido através de uma modificação física, com preparo e manuseio que preserve o frescor e qualidade do alimento. As principais operações são o descascamento, o corte, a sanitização e a centrifugação, e por fim as etapas de embalagem e armazenamento (Oetterer; Regitano-D'arce, 2006).

Uma pesquisa do *Imperial College London*, publicada na revista *International Journal of Epidemiology*, mostrou que o consumo diário de pelo menos 800 gramas de frutas e verduras pode reduzir o risco de doenças cardiovasculares, o que levaria a 7,8 milhões de vidas salvas pelo consumo regular de hortifrutis (*Food and Agriculture Organization*, 2021), demonstrando assim, a importância da produção e consumo de hortifrutis para a alimentação e para o mercado de alimentos.

O Anuário 2022-2023 da Revista Hortifruti, desenvolvida pela Universidade de São Paulo (USP), apresentou que, mesmo diante da recessão prevista nos setores da economia, a previsão para o setor de hortifrutis em 2023 é de crescimento, com aumento de investimentos em produtos como a batata, alface, melancia e uva (Hortifruti Brasil, 2022). Desse modo, percebe-se que o mercado de hortifrutis processados pode ter um grande crescimento nos próximos anos, alcançando a mesa dos brasileiros.

Dentre os produtos que, além de serem comercializados *in natura*, passam por processamento mínimo antes de seu consumo, estão as cenouras, pertencentes à família *Apiaceae* e à espécie *Daucus carota* L., sendo uma hortaliça que produz uma raiz comestível e aromática, rica em β -caroteno e uma das hortaliças mais cultivadas no Brasil (Cabral *et al.*, 2019).



De acordo com Schmidt e Efraim (2015), no Brasil, a cenoura é uma cultura com maior representatividade no estado de Minas Gerais, chegando a representar 50% da colheita no país. A produção anual de cenouras no país ultrapassa as 700 mil toneladas, o que demonstra sua importância para o setor alimentício (Carvalho et al., 2021).

O processamento de cenouras, envolve processos de seleção, descascamento, cortes em diferentes formatos, como cubos, rodela e palitos, tendo-se como exemplo, a produção de *baby carrots*, que são um tipo de cenouras processadas cortadas em pedaços de 6 cm, polidas, sanitizadas, embaladas e refrigeradas (Carvalho et al., 2021). Todos estes processos são realizados em unidades de processamento, ou seja, uma linha de operações que prepara a cenoura, após seu recebimento, para comercialização e consumo.

Desse modo, investigar as etapas e técnicas de processamento de hortifrutis se torna essencial para o setor de alimentos, principalmente nas atividades inerentes ao Engenheiro de Alimentos, que acompanha todo o processo produtivo de alimentos, dentre os quais, pode-se evidenciar o processamento mínimo, desde a higienização à embalagem e comercialização dos produtos.

As unidades de processamento de cenouras permitem agilizar os processos de preparação e valorizar os produtos, através de processos de lavagem, calibração, análise de qualidade, armazenamento e controle, seguindo as normas sanitárias e de comercialização de alimentos. Diante destas prerrogativas, este trabalho tem como principal objetivo estudar a instalação de uma unidade processadora de hortifrutis, com foco no processamento da cenoura, tendo ainda, como objetivos específicos: apresentar o contexto da produção de cenoura no Brasil; apresentar as funções de uma unidade de processamento; propor *layout* e logística para instalação da unidade processadora; e quantificar o desperdício e perda em uma unidade de processamento de cenouras através do balanço de massa e energia.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA



2.1 A produção e o consumo de hortaliças no Brasil

Hortaliças são espécies herbáceas, do latim *olus*, *oleris* (herbáceo), também denominadas no meio científico como *olerícolas* ou *oleráceas*, que são utilizadas na alimentação humana (Puiatti, 2019). O grupo das hortaliças é composto por mais de 100 espécies de plantas, todas com alto valor nutritivo, podendo ser consumidas cruas, cozidas ou processadas, sendo classificadas em folhosas, flores, frutos, legumes, raízes, tubérculos, bulbos e hastes (Brainer, 2021). No caso específico da cenoura, esta hortaliça se enquadra como uma raiz, já que seus nutrientes estão armazenados na raiz ao invés das folhas.

Puiatti (2019) explica que o termo hortaliça é aceito entre os pesquisadores da área e pela população, mas comumente também são chamadas de “verduras” e “legumes”, com a utilização no mercado e supermercados da sigla FLV (Frutas, Legumes e Verduras). Pelo seu alto valor nutricional, as hortaliças se tornaram um importante nicho do mercado de alimentos, tendo seu cultivo lugar de destaque no agronegócio e agricultura familiar e sua comercialização tem ganhado os supermercados do país, desde produtos *in natura* àqueles minimamente processados.

De acordo com Clemente (2015), as principais culturas, que colocam o país como produtor de milhões de toneladas de hortaliças, são o tomate, a batata, a cebola, a batata-doce, o alho e a cenoura, com o setor se profissionalizando em sua produção e produtividade, diante das necessidades cada vez mais exigentes dos consumidores.

Se comparado com outros produtos, as hortaliças possuem baixo impacto ecológico para sua produção, principalmente se for considerada a agricultura familiar que utilizam de técnicas da agroecologia para reduzir o uso de agrotóxicos e componentes que agredem o meio ambiente. Brainer (2021) explica que as hortaliças demandam menos espaço para cultivo, podendo ser cultivadas em pequenas propriedades com alta rentabilidade, graças a sua capacidade de colheita com ciclos curtos e a possibilidade de trabalhar com mão de obra manual, sem a necessidade de maquinários mais sofisticados, o que gera também um alta empregabilidade para o setor. Porém, grandes produtores utilizam área maiores, que possibilitam o uso de máquinas e geralmente focam na produção de poucas espécies, aumentando a produtividade.

No Brasil, a produção de hortifrutis é atribuída tanto à grandes quanto pequenos produtores, tendo sua comercialização realizada em Centrais de Abastecimento Sociedade Anônima (CEASAS), feiras e supermercados. De acordo com pesquisa realizada pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), o país movimentou cerca de 5 milhões de toneladas de hortaliças em suas centrais de abastecimento, mas se considerar a produção de frutas e hortaliças, essa produção alcançou em 2022, 17,5 milhões de toneladas, o que representou R\$ 61,8 bilhões movimentados na economia brasileira e um aumento de 32,57% em relação ao ano anterior (CONAB, 2023). Apesar do crescimento do setor, Brainer (2021) traz que o mercado de hortaliças ainda é estável no Brasil, sendo focado para o mercado interno, com a comercialização em supermercados ao explicar que:

O mercado de hortaliças é um dos menos desenvolvidos no Brasil, tendo como principais motivos, a inconstância de um suprimento regular de produtos de qualidade e as perdas inerentes aos processos de comercialização. Poucos produtores destinam seus produtos ao mercado externo, principalmente pelas limitações de volume, por isso, a maior parte das hortaliças é destinada ao mercado interno. Entretanto, a tendência de mercado por alimentos saudáveis, de origem de produção sustentável, além do apelo social já era expe-

rimentada em algumas iniciativas, antes mesmo da pandemia, e que tende a crescer, com comunicação mais digital, agregando consigo a metodologia de comércio justo (Brainer, 2021, p. 3).

O mercado de hortifrutis é um importante investimento para a economia do país, já que são alimentos comuns nas refeições diárias dos brasileiros e integram a cultura alimentar. Atualmente, esse setor é altamente diversificado e segmentado, com investimentos em diversos estados e em diversas culturas, mesmo que algumas se destaque mais que as outras.

Analisando a contribuição de cada região do país na produção e comercialização de hortifrutigranjeiros, a região Sudeste é a que mais se destaca, correspondendo a 49% da produção do país, com 8,5 milhões de toneladas, com o Nordeste em segunda colocação, representando 28% (4,9 milhões de toneladas), enquanto as demais regiões possuem: região Sul com 13%, aproximadamente 2,2 milhões de toneladas; Centro-Oeste com uma produção de 1,4 milhões de toneladas, cerca de 8%; e região Norte com uma produção de apenas 2%, cerca de 263 mil toneladas (Conab, 2023).

Buscando analisar os empreendimentos agropecuários do país que trabalham com a horticultura, Brainer (2021) elaborou uma tabela listando a quantidade de estabelecimentos por cultura entre alguns dos estados brasileiros, com base em dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2017) e Banco do Nordeste (BNB), apresentada na figura 1.

Figura 1. Tabela de estabelecimentos das principais culturas no país.

Culturas hortícolas	Quantidade de estabelecimentos por cultura												Participação no total de estabele- cimentos (%)
	MA	PI	CE	RN	PB	PE	AL	SE	BA	MG (Norte)	ES (Norte)	Total	
Milho verde	3.846	1.378	4.705	2.986	4.430	14.098	1.618	2.944	13.278	1.798	191	51.272	32,6
Batata-doce	284	321	3.810	2.931	6.355	8.988	5.070	5.661	8.866	956	215	43.457	27,6
Coentro	3.166	4.232	4.996	1.054	2.356	5.128	1.119	1.413	15.049	3.814	373	42.700	27,1
Alface	2.236	2.378	2.089	791	1.616	3.453	700	810	14.036	8.540	1.151	37.800	24,0
Cebolinha	3.223	3.587	4.604	714	964	2.623	640	622	10.454	7.402	1.101	35.934	22,8
Couve	1.437	918	347	337	894	1.193	447	903	9.052	6.179	1.413	23.120	14,7
Quiabo	2.333	1.226	711	149	499	1.691	305	1.504	6.609	4.687	683	20.397	13,0
Pimentão	411	973	2.086	492	711	1.367	406	403	4.792	1.997	180	13.818	8,8
Maxixe	2.564	1.040	1.654	91	289	1.001	214	291	3.881	1.852	45	12.922	8,2
Inhame	94	6	110	22	3.430	2.781	1.490	751	2.967	389	310	12.350	7,8
Tomate	519	575	1.238	218	259	398	296	277	4.285	2.889	466	11.420	7,3
Pimenta	1.118	886	1.547	179	97	446	278	778	2.570	969	146	9.014	5,7
Cenoura	13	67	287	75	118	434	34	35	3.177	4.182	226	8.648	5,5
Beterraba	12	99	159	45	79	176	19	13	1.986	3.602	168	6.358	4,0
Salsa	143	71	120	66	95	224	47	69	2.617	1.794	433	5.679	3,6
Pepino	890	121	858	26	84	496	27	115	1.532	909	167	5.225	3,3
Abobrinha	173	194	310	43	148	267	106	37	1.310	2.155	264	5.007	3,2
Chuchu	1	8	379	1	32	897	24	18	1.640	1.523	164	4.687	3,0
Jiló	62	16	92	19	73	128	10	41	2.080	1.349	513	4.383	2,8
Rúcula	273	191	86	104	102	250	27	40	1.830	732	78	3.713	2,4
Repolho	21	10	125	11	45	227	29	22	593	2.301	132	3.516	2,2
Cará	47	3	4	1	483	1.183	18	-	3	36	8	1.786	1,1
Morango	-	-	8	2	1	12	4	4	644	95	7	777	0,5
Demais	1.137	731	1.478	449	909	1.985	255	347	7.336	3.965	1.195	19.787	12,6
Total	8.934	6.110	15.456	6.295	13.704	26.127	7.733	10.435	43.083	17.290	2.220	157.387	100,0

Fonte: Adaptado de Brainer, 2021.



Percebe-se que no Nordeste, os estados de Pernambuco e Bahia são os que mais se destacam na produção de cenouras, mas ficam atrás dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo. Porém analisando a produção geral de hortifrutis, os estados com maior destaque são Bahia, Pernambuco e Ceará. Além disso, é possível observar que a cenoura é responsável por 5,5% da produção nas culturas hortícolas. De modo geral, há no país uma produção bem distribuída de hortifrutis, mesmo que alguns estados se destaquem mais que outros, o que justifica seu consumo na alimentação diária de grande parte da população.

Voltando-se para o consumo, é importante destacar que a Declaração Universal dos Direitos Humanos e a própria Constituição Federal de 1988 prevê a alimentação com um direito básico e inerente à vida. Assim, ter uma alimentação saudável e digna é direito de todo cidadão, o que demanda o consumo de diversos tipos de alimentos, com destaque para as frutas e hortaliças, que possuem uma rica composição de vitaminas, fibras e minerais necessários ao corpo humano.

De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS), um indivíduo adulto deve consumir diariamente, no mínimo, 400 gramas diário de alimentos provenientes da horticultura e fruticultura para retardar ou evitar doenças que afetam a qualidade de vida, como o Diabetes Mellitus, obesidade, câncer e hipertensão (Embrapa, 2017).

O consumo de hortifrutis integra a busca pela vida saudável que tem se tornado tendência nos últimos anos, mas atrelado também à conveniência, praticidade e segurança. Em diversos casos, alimentos como frutas e verduras não são práticos de serem consumidos e demandam um maior tempo de preparação, como higienização e fatiamento. Assim, diante da necessidade de agilidade na alimentação, o processamento mínimo se torna um nicho de mercado promissor, verticalizando a produção agrária e agregando valor aos alimentos, permitindo uma comercialização com preços superiores aos hortifrutis *in natura* (Silva *et al.*, 2011).

Consumir hortaliças no Brasil ainda é fato determinante pelas condições sociais dos consumidores, pois geralmente possuem valor superior a outros alimentos básicos da alimentação como arroz, feijão e grãos. De acordo com Canella *et al.* (2018), o consumo de hortaliças no país gira em torno de 43,7 grama/*per capita*/dia, sendo que a quantidade consumida aumenta com a elevação da renda das famílias.

O consumo deste tipo de alimento no Brasil ainda está abaixo do recomendado pela OMS, 400 gramas, o que pode influenciar negativamente na saúde alimentar da população. Problemas como a desnutrição, doenças cardiovasculares pelo consumo excessivo de gordura ou sódio e alguns tipos de câncer podem ser evitados ou amenizados com uma boa alimentação, principalmente aquela fundamentada no consumo de frutas ou legumes e verduras (Brasil, 2014).

Assim, a busca por consumir hortifrutis tem sido prioridade daqueles que prezam e buscam uma vida mais saudável, buscando a praticidade atrelada à nutrição, ou seja, consumo de hortifrutis minimamente processados. Nesse cenário, muito além do ato de alimentar, a produção e comercialização de alimentos se tornou um lucrativo setor do mercado brasileiro. No ano de 2022, o mercado de alimentos movimentou, no Brasil, cerca de R\$1,075 trilhões, um aumento de 16,6% em relação ao ano anterior (Exame, 2023), sendo que o consumo e procura de alimentos mais saudáveis chegou a crescer 98% no período pós-pandemia e deve continuar a tendência de crescimento até 2027 (Portal G1, 2023).

Com a busca dos consumidores pela praticidade e qualidade em seus alimentos, sem deixar de lado aqueles com alto valor nutricional, tornaram as hortaliças um importante produto de comercialização, principalmente com o desenvolvimento de técnicas que ajudam a manter sua qualidade e frescor por um período superior ao consumo *in natura*.

Assim, técnicas de processamento mínimo foram desenvolvidas ao longo dos anos com o objetivo de facilitar o consumo e garantir a qualidade.

2.2 Unidades de processamento de alimentos

Processar um alimento significa submetê-lo a alguma técnica que altera suas características, seja fisicamente ou quimicamente. Porém, o processamento mínimo envolve basicamente a retirada das partes não comestíveis, higienização e cortes que facilitam a ingestão, podendo os hortifrutis serem cortados em forma de cubos, rodela, fatias ou até mesmo ralados, preservando boas condições de consumo do produto ainda *in natura* (Henrique; Evangelista, 2006). Para Oliveira (2022), o termo processamento tem sido empregado, de forma genérica, as operações que envolvem a prevenção de alterações indesejáveis nos alimentos, que, no caso das hortaliças, ocorrem após a sua colheita.

O processamento de hortaliças é realizado geralmente de forma ininterrupta, com alterações sutis no produto, envolvendo a recepção, a classificação, a seleção, a lavagem, a secagem, a remoção de partes indesejáveis e, eventualmente, o branqueamento e a redução do tamanho, sendo realizado pela mesma empresa, já que são alimentos com alto teor de água, presença de açúcares e de nutrientes, o que pode acarretar no crescimento de microrganismos que podem danificar a hortaliça (Schmidt; Efraim, 2015).

De acordo com o Guia Alimentar para a População Brasileira, o tipo de processamento pelo qual um alimento passa determina o perfil dos nutrientes, o gosto e o sabor, a forma como será consumido e a quantidade que será ingerida, sendo importante o estudo de todo o processamento antes da aquisição, preparo e consumo (Brasil, 2014).

Os alimentos podem ser distribuídos em quatro categorias de acordo com o tipo de processamento que recebem antes de chegar à mesa do consumidor, sendo estas: alimentos *in natura* ou minimamente processados; produtos extraídos dos alimentos *in natura*; produtos fabricados essencialmente com a adição de sal ou açúcar a um alimento *in natura* ou minimamente processado; e produtos com alto grau de processamento, geralmente com produção industrial (Brasil, 2014). Conceituando os alimentos *in natura* e minimamente processados, o guia ainda explica que:

Alimentos *in natura* são obtidos diretamente de plantas ou de animais e não sofrem qualquer alteração após deixar a natureza. Alimentos minimamente processados correspondem a alimentos *in natura* que foram submetidos a processos de limpeza, remoção de partes não comestíveis ou indesejáveis, fracionamento, moagem, secagem, fermentação, pasteurização, refrigeração, congelamento e processos similares que não envolvam agregação de sal, açúcar, óleos, gorduras ou outras substâncias ao alimento original (Brasil, 2014, p. 29).

O processamento mínimo teve seu estopim durante a década de 1950, nos Estados Unidos, graças ao crescimento do setor de *fast food*, que passou a demandar uma grande quantidade de alimentos já cortados, descascados e pronto para serem utilizados, já que a premissa era ter rapidez e qualidade (Silva, 2021). O setor se desenvolveu ainda mais após a automação do processo de embalagem, com foco nas saladas prontas com boas condições de transporte (Silva, 2021).

No Brasil, as pesquisas que envolviam o processamento mínimos de frutos e hortaliças tiveram seu marco na década de 1990, fazendo com que surgissem os primeiros produtos deste tipo no país, ganhando espaço nas feiras, sacolões e supermercados e apresentados

como alimentos que passaram por tratamento e seleção simples, com descarte de partes indesejáveis e higienização para comercialização (Oetterer; Regitano-D’arce; Spoto, 2006).

No setor de processamento mínimo, novas tecnologias têm sido introduzidas na produção e comercialização de alimentos, buscando ampliar a variedade de produtos ofertados e impulsionar o comércio do setor. Dentro da ideia de alimentos minimamente processados, as Unidades de Processamento de Alimentos (UPAs) são estabelecimentos nos quais são realizados um conjunto de operações e processos que objetivam obter um produto para comercialização (alimento elaborado), assim como o armazenamento ou o transporte destes alimentos (Brasil, 1997).

Por ser um empreendimento da área alimentícia, a Unidade Processadora precisa se adequar aos requisitos mínimos de higiene e boas práticas de fabricação, conforme Portaria nº 326 do Ministério da Saúde, publicada em 1997 (Brasil, 1997). Assim de acordo com o regulamento, uma UPA precisa apresentar, dentre outros requisitos:

- Edifícios e instalações construídos com materiais sólidos e sanitariamente adequados, que não liberem substâncias indesejáveis nos alimentos.
- Estruturas projetadas para permitir a separação eficaz de áreas e setores, incluindo a definição de fluxos adequados para pessoas e alimentos, a fim de prevenir contaminações cruzadas.
- Áreas de manipulação de alimentos equipadas com estruturas e acessórios elevados, posicionados de forma a evitar contaminações diretas ou indiretas por gotejamento ou condensação, facilitando também a higienização.
- Sistemas de ventilação adequados, capazes de controlar o calor excessivo, evitar a condensação de vapor e o acúmulo de poeira, garantindo a remoção de ar contaminado.
- Insumos, matérias-primas e produtos acabados armazenados sobre estrados e afastados das paredes, permitindo a higienização adequada do ambiente.

Como o processamento envolve a alteração de um alimento *in natura*, há a necessidade de cuidados com a preservação da qualidade das hortaliças após corte, descascamento ou outra modificação sofrida no processamento mínimo. Dentre as técnicas de processamento mínimo utilizadas na conservação, o congelamento, o resfriamento e o envase são os principais modos de preservação físicos, enquanto entre os métodos químicos há a redução do pH e o uso de conservantes (Silva, 2021). Porém, como no caso de hortaliças minimamente processadas o foco é preservar as características naturais e dar ao alimento o aspecto de *in natura*, o resfriamento e congelamento são os mais usuais, principalmente em pequenas fábricas.

Uma unidade de processamento mínimo possui, de acordo com Nespolo *et al.* (2015), vantagens tanto para o consumidor quanto para o produtor e distribuidor, pois permite: maior praticidade no preparo dos alimentos; manutenção das características sensoriais e nutricionais do vegetal fresco; diminuição de desperdício devido ao descarte de partes estragadas; maior segurança na aquisição de hortaliças limpas e embaladas; alta qualidade sanitária; garantia da procedência do produto; agregação de valor ao produto; produção e distribuição mais racionais; redução de perdas durante o armazenamento; e redução de custos de transporte, manipulação e acomodação do produto nas prateleiras.

De modo geral, o mercado de alimentos tem se concentrado em supermercados e feiras, com a oferta de frutas e hortaliças principalmente a granel, porém, aos poucos os produtos oriundos do processamento mínimo, produzidos em UPAs, estão ganhando des-

taque, mesmo que em menor quantidade em decorrência dos ainda altos custos envolvidos no processamento mínimo.

As primeiras unidades de processamento de alimentos no Brasil datam da década de 1970, mas tiveram mais destaque em 1996, quando as indústrias processadoras chegaram a serem superiores as necessidades do mercado, com enfoque na alface, cebola e cenoura, colocando esta última como uma das hortaliças mais comercializadas no país na forma minimamente processada, cortadas em fatias, rodela, cubos e *Baby Carrot* (Silva et al., 2011).

Atualmente, as hortaliças minimamente processadas são produzidas e ganham destaque de acordo com as necessidades de consumo da população, tendo prioridade aquelas com baixo preço, qualidade e facilidade de preparo e consumo, que abastecem não apenas o consumidor individual, mas cozinhas industriais, empresas de *catering*, hotéis, hospitais e redes de restaurantes (Silva, 2021).

Assim, as unidades processadoras de hortaliças se colocam no papel principal de selecionar, higienizar, processar minimamente, armazenar e distribuir os produtos para supermercados e demais consumidores para a comercialização desses produtos, principalmente hortaliças como a cenoura que possuem grande destaque no mercado de alimentos.

2.3 A produção, processamento e consumo de cenouras

O Brasil é o terceiro maior produtor de frutas e hortaliças, tendo a agricultura familiar como responsável por metade dessa produção, se concentrando nas espécies de batata, tomate, cebola, melancia, alface e cenoura (Embrapa, 2023). Ainda no cenário brasileiro, a cenoura foi uma das hortaliças que tiveram aumento nas cotações praticadas, apresentando um aumento de 23,93% em março de 2023 quando comparado ao mesmo período no ano anterior, uma tendência ascende nos mercados brasileiros (CONAB, 2023).

A cenoura (*Daucus carota* L.) é uma hortaliça de grande importância para o setor da agricultura e alimentício, sendo um dos vegetais mais consumidos no país pelo seu sabor e valor nutritivo, sendo rica em vitamina C, fibras alimentares, carotenoides e minerais, com o consumo girando em torno de quatro quilogramas por habitante ao ano (Cabral et al., 2019).

A hortaliça do grupo das raízes tuberosas, cenoura, pertence à família *Apiaceae*, cuja produção resulta em uma raiz aromática e comestível, com coloração predominantemente laranja e composição de cerca de 90% água e 5% de carboidratos, com representatividade na agricultura brasileira de diversos tipos cultivados como as cenouras do grupo Nantes, Kuroda e Brasília, exemplificadas na figura 2 (Teixeira et al., 2011).

Figura 2. Raízes da cenoura dos grupos Brasília (a), Nantes (b) e Kuroda (c).



Fonte: Carvalho et al., 2021.

Por serem espécies de clima ameno, as cenouras geralmente são cultivadas no inverno em locais com clima subtropical e nas outras estações em países com clima temperado, porém, no Brasil, com adaptações para cultivo que suporte o calor, elas são cultivadas durante todo o ano em solos areno-argilosos ou argilo-arenosos, desde que bem drenados, pois as raízes necessitam de espaço para se aprofundarem no solo (Cabral *et al*, 2019). Clemente (2015) explica que a produção de hortaliças como a cenoura se dá basicamente através da propagação vegetativa que, de modo geral,

[...] é a produção de novas plantas a partir de sementes ou partes (estruturas) vegetais. As sementes germinam e dão origem às plântulas, já as partes vegetativas, quando devidamente coletadas e preparadas, possuem a capacidade de se reconstituir, ou seja, enraízam e emitem novos brotos, e se tornam indivíduos independentes (Clemente, 2015, p. 17).

No Brasil, as cenouras são produzidas em variedades pelo formato da raiz, podendo ser cilindro ou cônico; pela coloração dessa raiz, geralmente cerne; pela coloração da ramagem; e pela época de plantio, sendo que, os tipos mais indicados para processamento são as cenouras com raízes cilíndricas, pois proporcionam menos perdas durante os processos.

O processamento das cenouras se inicia ainda na sua colheita, realizando-se uma pré-seleção. Por ser uma hortaliça, Oliveira (2022) apresenta que em seu processamento a cenoura

[...] deve ser submetida à inspeção de qualidade e, caso a mesma apresente características indesejáveis para o processamento, deve ser rejeitada. As matérias-primas devem ser conduzidas rapidamente da plataforma de recepção para o processamento ou para o local de estocagem, evitando exposição desnecessária a fontes de contaminação e/ou deterioração. Após esta etapa, o produto deve ser selecionado, descartando-se folhas manchadas, produtos com defeitos e deteriorados. Atenção deve ser dada aos aspectos de segurança, como níveis residuais de pesticidas e elevada carga microbiana, que poderão ser controlados através de manejo adequado, visitas periódicas e treinamento aos produtores, fornecedores de matéria-prima (Oliveira, 2022, p. 177).

Em seu processamento mínimo, as cenouras minimamente processadas passam por assepsia e seleção, para que possa ser realizada a remoção das raízes, descascamento e corte. Geralmente o processo de picagem e branqueamento é realizado em máquinas específicas que agilizam o processo, para que assim as cenouras possam ser embaladas e encaminhadas para resfriamento. Todas as etapas e processos são realizados com o objetivo de obter cenouras dentro do padrão comercial e de consumo, mantendo ainda um produto fresco, saudável e seguro biologicamente para consumo.

DESCRIÇÃO DO PROCESSO



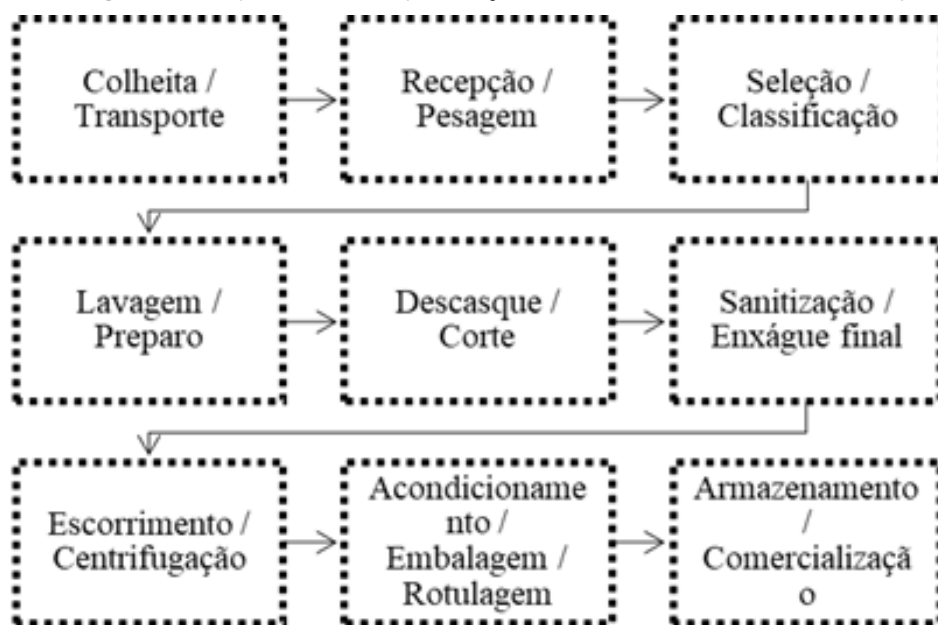
O trabalho foi construído de modo a trazer uma fundamentação teórica acerca da produção e consumo de hortaliças no Brasil, do funcionamento de unidades de processamento de alimentos e do contexto de produção, processamento e consumo de cenouras, para então apresentar a descrição de todo o processo que envolve a proposta de uma Unidade de Processamento, ou seja, trazendo as etapas que envolvem o processamento mínimo de cenouras.

3.1 Fluxograma

No processamento mínimo da cenoura, diversas ações estão envolvidas até a obtenção do produto final, quais sejam: recepção e pesagem da matéria-prima; resfriamento, seleção e classificação; lavagem e preparo (descascamento e corte); enxague inicial; sanitização e enxague final; centrifugação e seleção; e, por fim, a embalagem e armazenamento sob refrigeração (Araújo *et al.*, 2015). Schmidt e Efraim (2015) ainda acrescenta a etapa de branqueamento e coloca todo o preparo como uma única etapa: a redução de tamanho e formato. Já Silva *et al.* (2011) coloca o início do processamento da cenoura na etapa de manuseio pós-colheita até a seleção final para comercialização.

Tendo em mente todas as etapas do processamento, elaborou-se o fluxograma apresentado na figura 3, que aborda todas as fases da produção da cenoura minimamente processada.

Figura 3. Fluxograma do processo de produção da cenoura minimamente processada.



Fonte: Autor, 2024.

3.2 Layout simplificado

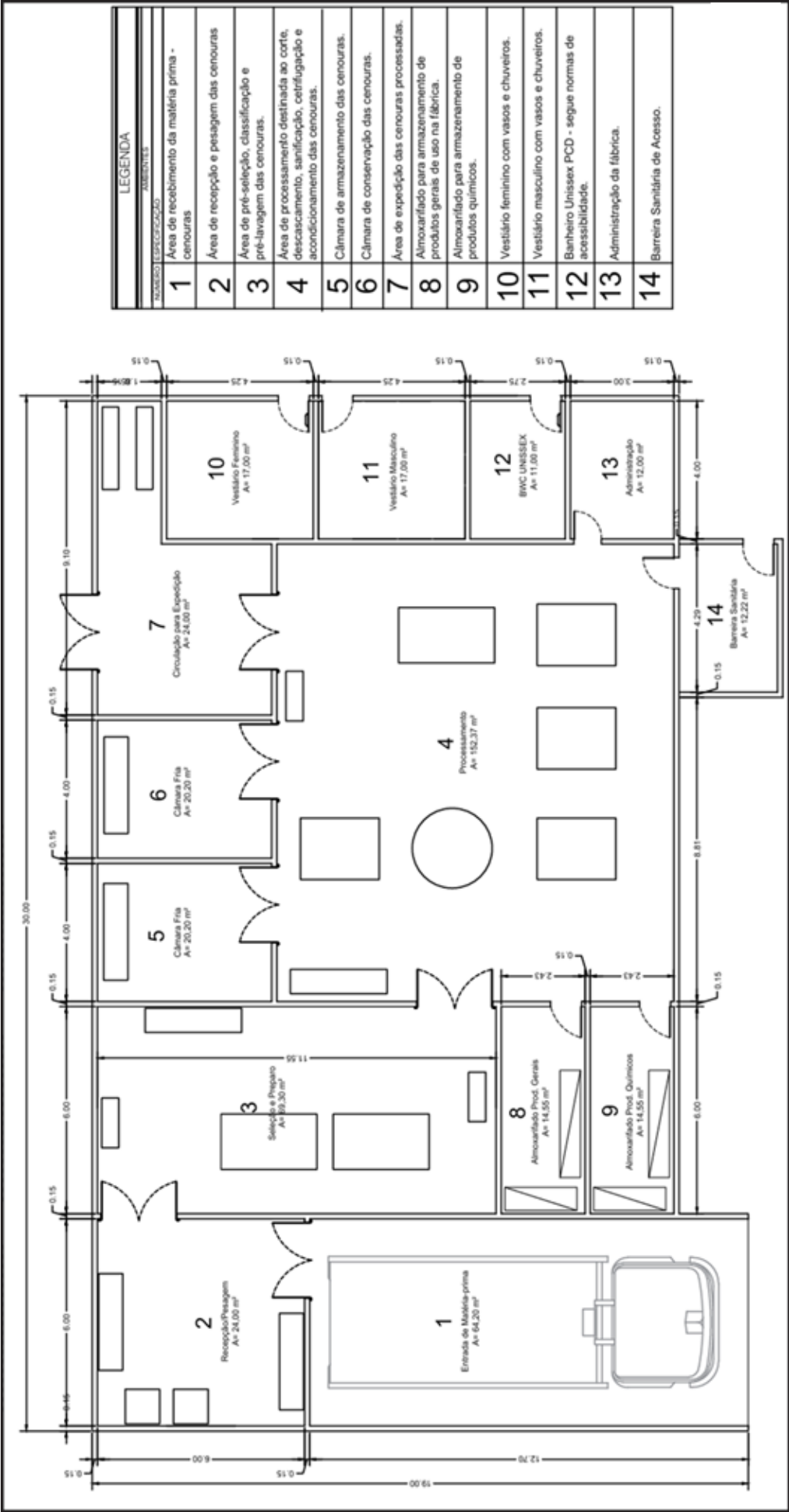
Tendo em mente o fluxograma processual apresentado na figura 3, para que todas as etapas do processamento mínimo das cenouras sejam cumpridas, faz-se necessário a utilização de equipamentos, máquinas e espaços específicos para cada fim. Desse modo, pensar o layout da fábrica, definindo os ambientes, áreas e posicionamento do maquinário

é uma etapa de fundamental importância para o funcionamento da unidade de processamento.

Cardoso *et al.* (2018) apresentam modelos de inspiração de fábricas de processamento de hortaliças, descrevendo que estas necessitam dos seguintes setores: recepção, pré-limpeza, processamento, câmaras frias, almoxarifados, administração, banheiros e expedição. Já Gomes (2005) coloca ainda áreas de estoque químico, câmara fria de recepção e estoque de embalagens.

Desse modo, tomando como base os exemplos citados, e acrescentando uma área de barreira sanitária típica de fábricas do setor alimentício, criou-se um layout simplificado para a fábrica apresentado na figura 4, melhor desenvolvido, com as descrições das etapas e funcionamento, no capítulo 4 deste trabalho.

Figura 4. Planta de Layout indicativo de áreas e ambientes – versão inicial.



Fonte: Autor, 2024.

UNIDADE DE PROCESSAMENTO DE CENOURAS



4.1 Descrição do processo

As cenouras são uma das hortaliças mais comumente minimamente processadas no mercado, passando por pesagem, seleção, lavagem, preparo, diversos tipos de cortes, sanitização, enxágue, centrifugação, embalagem e armazenamento. Todo o processamento deve ser feito de forma higiênica e bem conduzido, já que as cenouras se tornam suscetíveis a microrganismos quando modificadas fisicamente, principalmente após o descasamento e corte, podendo ter sua qualidade modificada. Se não forem adotados os cuidados necessários, as cenouras podem apresentar um aumento na produção de etileno e na taxa de respiração, o que acelera reações químicas responsáveis por alterar a cor, o sabor e a quantidade de nutrientes (Teixeira *et al.*, 2011).

A primeira fase de obtenção das cenouras como matéria-prima para o processamento é a colheita. Para garantir uma matéria-prima de qualidade é necessário que, durante a colheita, as cenouras tenham sido retiradas com uma maturidade adequada, de forma rápida e sem danos a sua estrutura, sendo estes últimos evitados priorizando uma colheita em períodos frios do dia e mão de obra devidamente treinada, seja na colheita manual, mecanizada ou semimecanizada (Kawazoe, 2018).

Seguindo a esquematização apresentada na figura 5, após a colheita, as cenouras são transportadas à Unidade de Processamento em veículos, geralmente caminhões, armazenadas em caixas plásticas (caixotes) para que passem pelo processo de recepção e pesagem. A inspeção inicial no recebimento, assim como a pesagem, serve tanto para controle junto aos fornecedores quanto para estudo da entrada e saída do peso de cenouras recebidas, permitindo estudar as perdas que ocorrem no processo.

É na fase de recepção que as cenouras são avaliadas quanto as características sensoriais e de qualidade, desse modo, precisam ser pesadas e mantidas em local fresco e arejado até o momento de serem levadas para o processamento. Na proposta da Unidade de Processamento apresentada estão previstas duas balanças de pesagem e duas mesas de seleção da matéria-prima recebida (área 2) até que sejam transportadas para a área 3 – Seleção e preparo.

Após a pesagem, as cenouras passam para a etapa seguinte na qual será feita a pré-seleção, classificação e pré-lavagem (área 3). O primeiro processo dessa etapa ao qual as cenouras são submetidas é a lavagem em tanque de água para remoção dos resíduos grosseiros resultantes de colheita e transporte, conforme figura 6 a seguir.

Figura 5. Recepção da matéria-prima.



Fonte: Autor, 2024.

Figura 6. Tanque de pré-lavagem das cenouras.



Fonte: Autor, 2024.

A lavagem em tanque, realizada com água potável, permite a imersão da cenoura, removendo a sujeira aderida e detritos que podem vir com o produto. Concluído o processo de higienização, as cenouras seguem a pré-seleção e classificação que consistem, conforme Kawazoe (2018), na remoção das partes geralmente não consumidas da cenoura – talos e sinais de podridão – e na classificação de acordo com a forma, tamanho, peso, firmeza e cor, assim as cenouras poderão ser distribuídas de acordo com o corte que passarão ou produto que será gerado. A seleção é realizada com o auxílio de esteiras onde passam por um processo manual, sendo depositadas em contentores de plástico as cenouras em perfeitas qualidades que seguirão para o processamento, como exemplificado na figura 7. Foram previstos carrinhos de transporte de carga em aço inox para transportar as caixas com as cenouras selecionadas.

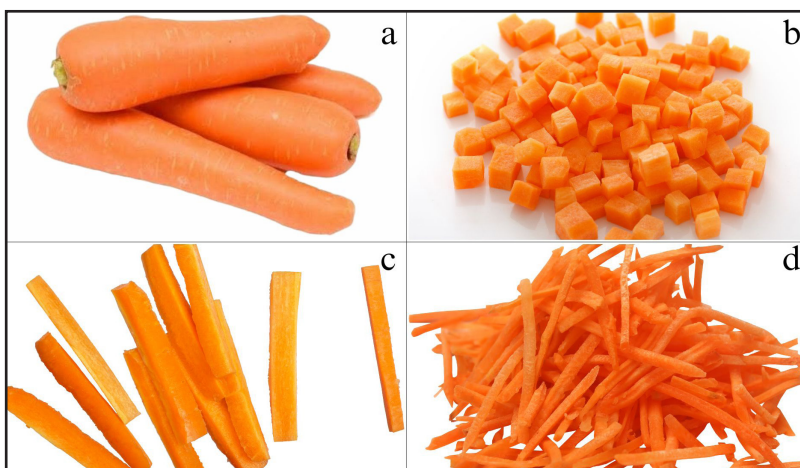
Figura 7. Etapa de seleção com auxílio de esteira.



Fonte: Autor, 2024.

Finalizadas as etapas iniciais, as cenouras seguirão para a área de processamento (área 4) onde passarão por diversos procedimentos, desde seu descascamento ao processo de embalagem final. Foi idealizada a produção de quatro produtos a partir do processamento mínimo das cenouras: cenouras inteiras higienizadas; cenouras em cubos; cenouras em palito; e cenouras raladas.

Figura 8. Cenouras comercializadas inteiras (a), em cubos (b), fatiadas em palito (c) e raladas (d).



Fonte: Autor, 2024.

As etapas do processamento (área 4) dependerão do tipo de produto a ser obtido a partir do processamento mínimo. As cenouras inteiras após saírem da etapa de seleção e preparo (área 3) seguirão diretamente para a máquina lavadora e, em seguida passarão por processo de secagem para que possam ser embaladas a granel em caixas de papelão com logotipo da fábrica e características do produto, conforme descrito na rota 1 da planta baixa da Unidade Processadora (figura 9).

Figura 9. Cenouras higienizadas para comercialização inteiras.



Fonte: Autor, 2024.

A segunda rota apresentada no *layout* final da fábrica apresenta as etapas para a obtenção das cenouras em cubo, fatiadas em palito e raladas. Primeiramente é feito o descascamento de forma automática através da máquina descascadora de alto desempenho da *New Farmer*, a qual permite processar e separar de forma rápida as cascas da cenoura. Em seguida, as cenouras passarão pela cubetadeira da NHS, empresa especializada em máquinas industriais, sendo processadas em lotes, para que possam ser produzidos em ciclos os diversos tipos de corte. Como serão embaladas para consumo, os produtos passarão por higienização adequada em tanque e máquina lavadora para enxágue final. A sanitização deve ser realizada em mistura de hipoclorito de sódio em solução concentrada de cloro (de 100 a 200 ppm) ou água sanitária comercial (de 2,0% a 2,5%) por no mínimo 25 minutos para então, serem enxaguadas.

Figura 10. Máquina lavadora para enxágue pós-sanitização.

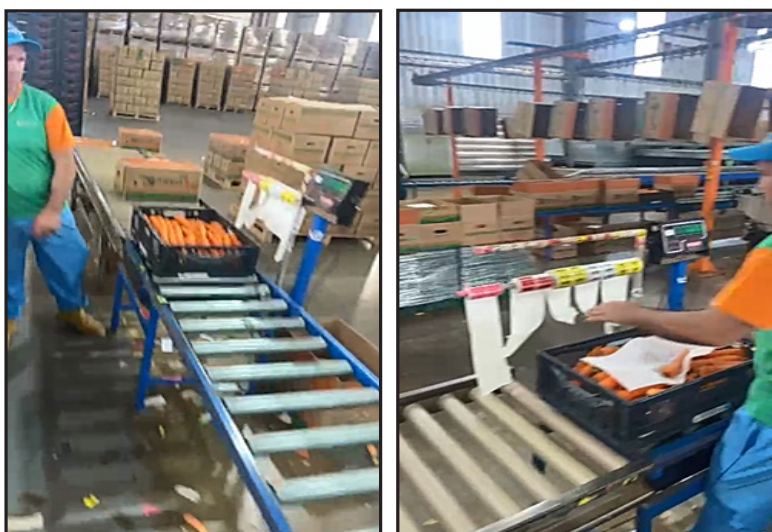


Fonte: Autor, 2024.

A etapa seguinte é a centrifugação para retirar o excesso de água do processo e assim, os produtos possam continuar com sua qualidade de consumo. A centrifugação é indispensável para a cenoura que sofreu descascamento e corte pois reduz a umidade no interior da embalagem e evita o desenvolvimento de patógenos.

O processo de embalagem ocorre após a centrifugação, sendo disponibilizadas mesas em aço inox para suporte às hortaliças e às embalagens, duas balanças com capacidade de até 30 quilogramas e uma máquina termosseladora para selagem das embalagens. A etapa de embalagem possui grande importância na qualidade do produto, pois permite uma inspeção visual final da integridade das cenouras. É preciso conferir também a integridade das embalagens para que não haja entrada de ar ou corpos estranhos que contaminem o produto.

Figura 11. Etapa de pesagem final e embalagem.



Fonte: Autor, 2024.

Para fim de comercialização, os produtos também serão acondicionados em caixas plásticas para transporte e levadas às câmaras frias até o momento do transporte aos supermercados, feiras e demais consumidores, isto porque as hortaliças minimamente processadas devem ser armazenadas sob refrigeração em câmaras ou geladeiras comerciais a temperaturas de 5°C a 10°C (Guiné, 2012). A respeito das condições de armazenamento, Carvalho *et al.* (2021) explicam que:

As cenouras não são sensíveis ao frio, ao contrário, devem ser armazenadas em baixas temperaturas para evitar a ocorrência de doenças e brotação. A temperatura deve ser a mais baixa possível, mas não a ponto de congelar, já que, após descongelarem, as cenouras ficam mais propícias ao apodrecimento. Durante o período de armazenamento, é importante que a umidade relativa (UR) seja alta para evitar o murchamento das raízes. As condições ideais de temperatura e UR são 0 a 1 °C e umidade relativa de 98 a 100%, respectivamente. Nessas condições, a taxa respiratória é mínima, o crescimento de patógeno é restrito e a brotação é inibida (Carvalho *et al.*, 2021, p. 56).

Dessa forma, o resfriamento das cenouras, principalmente aquelas que sofreram o descascamento, vai garantir que os produtos permaneçam com boa aparência e frescor até o momento do consumo. Foram previstas duas câmaras frias para que possam ser armazenados grandes volumes dos quatro tipos de cenouras minimamente processadas propostas.

Figura 12. Câmaras Frias para armazenamento dos produtos.



Fonte: Autor, 2024.

A última etapa de funcionamento da Unidade de Processamento é a expedição das mercadorias. Segundo Carvalho *et al.* (2021), as cenouras podem ficar até cinco dias nas câmaras de resfriamento até serem transportadas aos consumidores por caminhões também refrigerados.

Figura 13. Expedição dos produtos.



Fonte: Carvalho *et al.*, 2021.

Apesar de ser a última etapa do funcionamento da Unidade Processadora, a expedição das mercadorias ainda requer cuidados e controle quanto ao manuseio e higiene, evitando que os produtos sofram avarias e percam a qualidade prometida de um produto *in natura*. Cabe destacar ainda que todas as medidas de segurança devem ser tomadas no ambiente da fábrica, como a utilização de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), a previsão de Equipamentos de Proteção Coletiva (EPCs) e a garantia do conforto do ambiente de trabalho.

Como forma de manter a higiene e segurança das cenouras processadas, previu-se uma barreira sanitária para acesso dos funcionários, tanto o acesso primário quanto a circulação para uso dos banheiros e vestiários. A barreira sanitária funciona como uma barreira à contaminação dos alimentos, se interpondo entre o ambiente externo e o interno, devendo ser instalada no ponto de acesso à área de produção, podendo possuir um ambiente com portas, cobertura, lavador de botas, pias com torneiras de fechamento sem contato manual; sabão líquido, inodoro e neutro; álcool gel 70% ou um sabão líquido sanitizante, inodoro e neutro; toalhas descartáveis de papel não reciclado; e lixeira com tampas acionadas sem contato manual (Lima, 2023).

4.2 Descrição dos equipamentos

Para o funcionamento da Unidade de Processamento proposta, diversos equipamentos são necessários para o processamento mínimo da cenoura, para o deslocamento da mercadoria e funcionamento das instalações. Para a pesagem das cenouras foram previstos dois tipos de balanças, uma com plataforma para pesar a mercadoria recebida e outra de mesa para a pesagem das cenouras processadas. As balanças da fase de recepção escolhidas são do modelo Welmy W1000, do tipo eletromecânica, com capacidades de 100 quilogramas da marca Nowak, posicionadas conforme planta baixa apresentada no item 4.3 (figura 26) deste trabalho.

Figura 14. Balança Eletromecânica Welmy W1000.



Fonte: Nowak, 2024.

Considerando que os produtos que passam pelo processo de corte são comercializados em embalagens de 100 gramas a 2 quilogramas também é necessária uma balança de maior precisão para realizar o processo de embalagem das cenouras processadas. Assim, foi selecionado um modelo de balança, também da marca Nowak, que possui capacidade de 20 gramas a 30 quilogramas.

Figura 15. Balança Eletromecânica Balmak ONE 30 KG.



Fonte: Nowak, 2024.

Como em todo o processo há a necessidade de manusear as cenouras, foram previstas em várias áreas mesas de aço inox que suportem o peso dos contentores de plástico, sendo adotado um modelo genérico que pode sofrer alteração de acordo com as necessidades da fábrica. Já os contentores previstos são de dois tipos: com capacidade para 372 L, com sistema de rodas e com capacidade para 46 L sem sistema de rodas, com quantidades de 20 e 40 unidades, respectivamente, para início de operação.

Além destes, outros materiais auxiliares também são necessários para o processamento das cenouras, como carros de transportes de carga, materiais de almoxarifado, materiais de papelaria e materiais de limpeza, que garantem a manutenção dos ambientes.

Na etapa de seleção e preparo (área 3), conforme explicado, são necessários um tanque de pré-lavagem para as cenouras e uma esteira para auxiliar na seleção pós-lavagem. O tanque selecionado foi um tanque VPR Alutec Food da Campesato, utilizado tanto para a lavagem inicial como para a sanitização das cenouras.

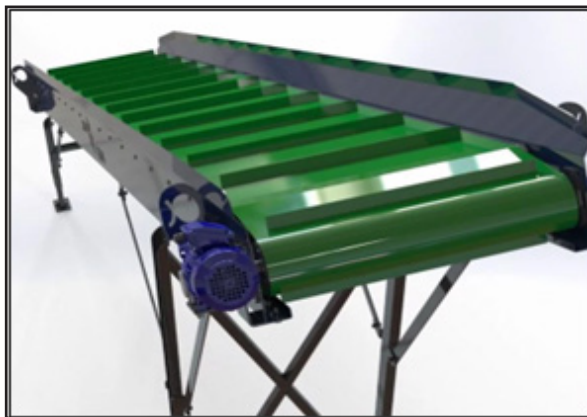
Figura 16. Tanque de lavagem para hortaliças.



Fonte: Direct Industry, 2024.

A esteira transportadora prevista para facilitar o trabalho na seleção das cenouras para processamento foi do modelo Lion 6500 da Alfa Industrial, que permite articulação de angulações para se adaptar ao nível ergonômico de trabalho e às caixas de coleta das cenouras pós-seleção, com fornecimento nacional.

Figura 17. Esteira de seleção.



Fonte: MF Rural, 2024.

Seguindo a logística do processo, foi prevista também uma máquina de lavagem de vegetais para o pós-sanitização do tipo contínua, modelo 0041A da Leadworld, cujo funcionamento se dá por mangueiras e esteira rotativa.

Figura 18. Máquina de lavar vegetais.



Fonte: Made in China, 2024.

Considerando o processo de descascamento e corte das cenouras, foram previstas duas máquinas industriais: descascadora e cubetadeira. A máquina descascadora recomendada é da fornecedora Made in China, da marca Welly, com separação das cascas já para descarte ou outra destinação. Já a cubetadeira prevista integra o maquinário da NHS, que possui funções integradas de fatiadora, raladora, palitadeira e cubetadeira de legumes.

Figura 19. Máquina descascadora de vegetais.



Fonte: Made in China, 2024.

Figura 20. Cubetadeira de vegetais.



Fonte: NHS Máquinas, 2024.

Para a centrifugação das cenouras, previu-se duas centrífugas industriais da Lotis com capacidade de 75 litros cada.

Figura 21. Centrífuga de vegetais.



Fonte: Lotis, 2024.

Por fim, foi prevista uma termosseladora para o acondicionamento das cenouras em embalagens de plástico com a logomarca criada para a Unidade de Processamento (figura 22), da marca Ulma.

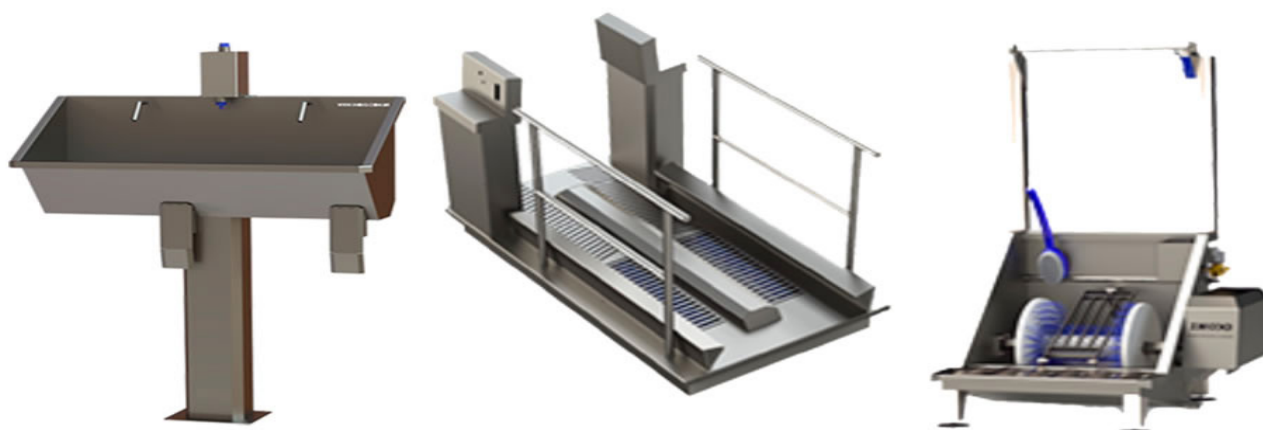
Figura 22. Termosseladora de embalagens.



Fonte: Lotis, 2024.

Para a barreira sanitária foi pensado um sistema com lavatório para mãos e lavador de botas contínuo e secador de botas, em material Inox, com previsão de recipientes de sabão líquido, álcool e sanitizantes, da fabricante Inox3, conforme figura 23.

Figura 23. Equipamentos de barreira sanitária.



Fonte: Inox3, 2024.

Foi criada uma logomarca característica para a implantação da Unidade de Processamento, contendo o nome da empresa, o nome da hortaliça, a data de fabricação, a data de validade, o peso líquido do produto, a rotulagem nutricional obrigatória exigida pela legislação e demais determinações da Indústria Brasileira, conforme figura a seguir.

Figura 24. Embalagem proposta para a Unidade Processadora.



Fonte: Autor, 2024.

As figuras 25 e 26 são exemplos, visto que os materiais das caixas transportadoras e das embalagens podem variar, porém, é necessário que todos sigam o padrão da marca, com indicações do tipo de processamento que a cenoura sofreu, além dos requisitos exigidos para a comercialização de produtos alimentícios *in natura*. Por fim, cabe destacar que

o maquinário proposto são sugestões realizadas para estimativa de custos, podendo sofrer modificações de acordo com o local de implantação, dados os requisitos de fornecimento de cada marca.

Figura 25. Ilustração das caixas com logomarca.



Fonte: Autor, 2024.

Figura 26. Embalagem com logomarca.

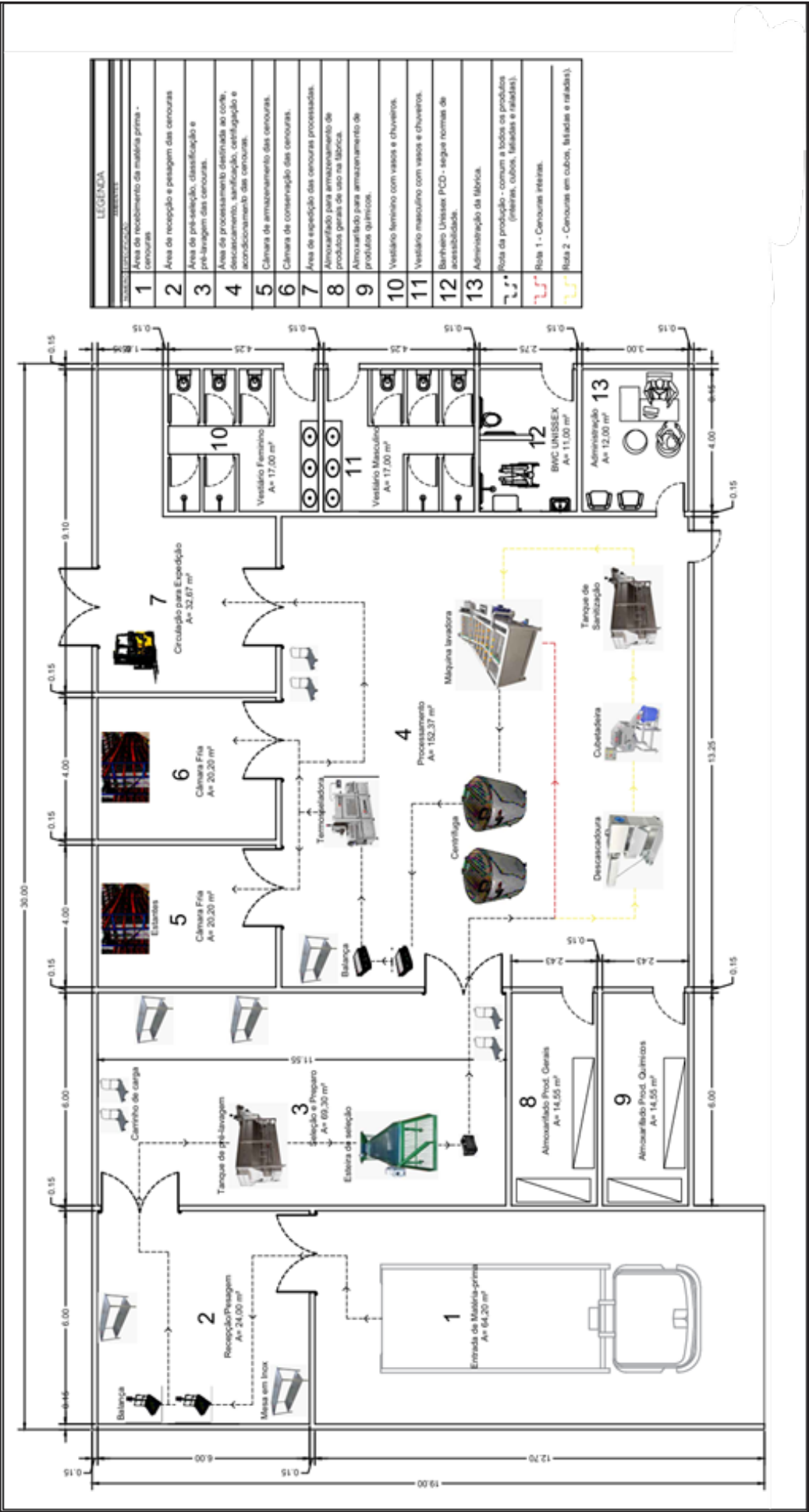


Fonte: Autor, 2024.

4.3 Layout final proposto

Após a identificação das etapas e equipamentos, criou-se a planta final com *layout* de equipamentos da Unidade de Processamento proposta, com indicação das rotas a serem seguidas (rotas 1 e 2) para o processamento mínimo, apresentada na figura 27.

Figura 27. Planta de Layout indicativo de áreas e ambientes – versão final.



Fonte: Autor, 2024.

Foram previstos 14 ambientes distintos para o funcionamento da fábrica, desde a entrada de mercadorias à expedição das cenouras processadas, considerando ainda uma área de barreira sanitária para higienização de botas e mãos dos funcionários. Além das sete áreas de operação da fábrica foram previstos almoxarifados para guarda de produtos químicos, embalagens e outros necessários ao funcionamento diário da Unidade Processadora, assim como, para atender as normas de acessibilidade e operação industrial, vestiários femininos e masculinos para suprir as necessidades de 40 funcionários. Há também área administrativa para ocupação por gestores e responsáveis pela operação, completando um ambiente completo de trabalho.



BALANÇO DE MASSA E ENERGIA



5.1 Balanço de Massa

Durante um processamento, avaliar e comparar as quantidades de materiais que entram e os produtos que saem desse processo são essenciais para a avaliação econômica, controle e melhoria do sistema. A técnica comumente utilizada na análise dos processos é o balanço de massa, que se fundamenta na lei ou princípio de conservação das massas proposta pelo francês Antoine Lavoisier, a qual explica que em um sistema fechado as massas inerentes ao processo se conservam (Câmara, 2021).

Sendo o ponto de partida para a compreensão dos processos, o balanço de massa contabiliza a massa que entra e sai em um processo, resultando em uma equação de quantidade de massa conservada para um determinado volume de controle (Marra Junior, 2023). O autor apresenta como equação geral de balanço:

$$\text{Acúmulo} = \text{Entrada} + \text{Geração} - \text{Saída} - \text{Consumo}$$

Equação 1. Equação Geral para o Balanço de Massa

Marra Junior (2023, p. 32) explica que o acúmulo “refere-se a uma variação em massa ou mols (positivo ou negativo) no interior do sistema em relação ao tempo”. O autor ainda explica que a geração e o consumo estão relacionados a massa gerada como reagente e a massa consumida como produto em uma reação química. A entrada é a quantidade de material que entra no processo, neste caso, o peso de cenouras que chegam à fábrica para serem higienizadas e processadas. A saída se refere a massa total resultante da conclusão, considerando as perdas durante o processo.

Na área de engenharia de alimentos, o balanço de massa é utilizado para avaliar e otimizar processos, incluindo o processamento mínimo de cenouras, que inclui lavagem, descascamento, corte, embalagem e armazenamento. Para a unidade de processamento proposta nesse trabalho, será considerado um sistema que inclui a entrada da cenoura *in natura* e da água utilizada na lavagem e sanitização.

As saídas do sistema incluem as perdas por avarias na cenoura, remoção de terra e impurezas e remoção das cascas (para as cenouras em cubos, palito e raladas), organizadas por etapa de acordo com Tabela 1, que traz dados reais de uma Unidade de Processamento de Cenouras que atua no estado do Espírito Santo. Os dados foram obtidos por meio de contato virtual, por meio do qual o administrador explicou a produção diária da fábrica e as perdas do processo.

Tabela 1. Classificação e porcentagens de perdas no processamento das cenouras.

Etapa	Perda	Porcentagem
Recepção e lavagem	Perdas por remoção de terra, resíduos e impurezas	4% da massa inicial
Descascamento	Perdas por remoção de cascas	10% da massa pós limpeza
Corte	Perdas devido a aparas ou ajustes de formato	5% da massa após descascamento
Embalagem e Armazenamento	Perdas por desidratação ou respiração	2% da massa final

Fonte: Autor, 2024.



Nas hortaliças, a água é perdida por transpiração, esse processo inclui o transporte da água através da superfície da hortaliça. A perda de água é o fator que mais contribui para a perda de peso, sendo que nos produtos que são vendidos por peso, a variação dessa grandeza promoverá consequências econômicas (Silva, 2021).

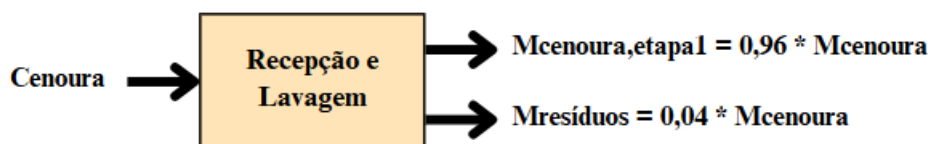
Considerando a lei de Conservação das Massas, em que a massa que sai é o equivalente a soma da massa que entra e das perdas, o balanço de massa será realizado considerando uma entrada de 1 caminhão com 15 toneladas de cenouras e 30 mil litros de água em todo o processo. Apesar dos percentuais de perda da cenoura, será considerado que toda a água do processo se transformará em água residual, descartando a absorção da água pelas cenouras, já que passarão por processo de centrifugação.

Inicialmente, para calcular o balanço de massa, é necessário que a quantidade dos ingredientes esteja todos na mesma unidade de massa. Desta forma precisa ser feita a transformação das unidades, transformar a quantidade água está em volume (L) para massa (kg). Como a densidade da água geralmente adotada na literatura é de 1 kg/L, a massa de água será de 30.000 kg. Desse modo, a água residual (com resíduos e hipoclorito) também será de aproximadamente 30.000 kg.

Como o sistema de balanço apresentado foi separado por componentes, etapas, será realizado a esquematização gráfica para cada etapa do processamento apresentada na tabela 01, com seus respectivos cálculos. Para cada uma das quatro etapas, os cálculos no balanço de massa considerarão uma única entrada, a cenoura inteira ou resultante do processo anterior, e duas saídas, a cenoura limpa ou processada e os resíduos sólidos (cascas e resíduos).

Para a etapa de recepção e lavagem, a perda estimada é de 4% da massa inicial da cenoura, conforme adotado por empresas do setor, havendo a remoção de impurezas, terra e resíduos indesejados. O fluxograma apresentado na figura 28 demonstra as correntes de entrada e saída do processo.

Figura 28. Correntes de entrada e saída na primeira etapa.



Fonte: Autor, 2024.

Com base na esquematização da figura 27, o cálculo para a lavagem inicial (remoção de terra, resíduos e impurezas), se dará da seguinte forma:

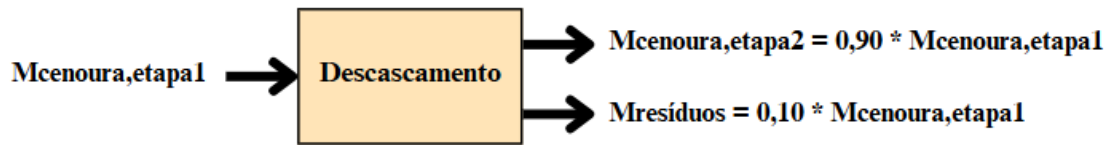
$$\text{Perda na lavagem inicial} = 15.000 \text{ kg} * 0,04 = 600 \text{ kg}$$

$$\text{Saída} = 15.000 - 600 = 14.400 \text{ kg}$$

$$M_{\text{cenoura, etapa1}} = 14.400 \text{ kg}$$

O fluxograma da figura 29 apresenta a entrada e saída na segunda etapa, descascamento, com cálculos logo em seguida.

Figura 29. Correntes de entrada e saída na segunda etapa.



Fonte: Autor, 2024.

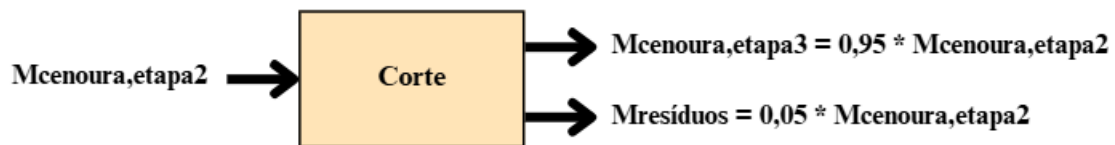
$$\text{Perda por descascamento} = 14.400 \text{ kg} * 0,10 = 1.440 \text{ kg}$$

$$\text{Saída} = 14.400 - 1.440 = \mathbf{12.960 \text{ kg}}$$

$$M_{\text{cenoura,etapa2}} = \mathbf{12.960 \text{ kg}}$$

Após o descascamento, as cenouras passam pela terceira etapa, corte e ajuste de formato (aparas), com correntes de entrada e saída conforme figura 30.

Figura 30. Correntes de entrada e saída na terceira etapa.



Fonte: Autor, 2024.

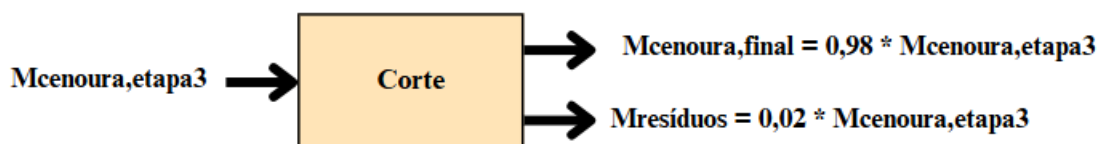
$$\text{Perda no corte} = 12.960 \text{ kg} * 0,05 = 648 \text{ kg}$$

$$\text{Saída} = 12.960 - 648 = \mathbf{12.312 \text{ kg}}$$

$$M_{\text{cenoura,etapa3}} = \mathbf{12.312 \text{ kg}}$$

Por fim, com as perdas por desidratação e respiração, a massa final da cenoura terá uma perda de 2%, seguindo o fluxo apresentado na figura 31.

Figura 31. Correntes de entrada e saída na quarta (última) etapa.



Fonte: Autor, 2024.

$$\text{Perda no armazenamento} = 12.312 \text{ kg} * 0,02 = 246,24 \text{ kg}$$

$$\text{Saída} = 12.312 - 246,24 = \mathbf{12.065,76 \text{ kg}}$$

$$M_{\text{cenoura},\text{final}} = \mathbf{12.065,76 \text{ kg}}$$

A tabela 2 apresenta o resumo de entradas e saídas em todo o processo.

Tabela 2. Entradas e saídas no processamento das cenouras.

Etapas	Entrada (kg)	Perdas (kg)	Saída (kg)
Lavagem	15.000	600	14.400
Descascamento	14.400	1.440	12.960
Corte	12.960	648	12.312
Embalagem	12.312	246,24	12.065,76

Fonte: Autor, 2024.

Portanto, utilizando a equação geral do balanço de massa, a massa em produtos obtida ao final do processamento de 15 toneladas de cenouras resultará em:

$$\text{Acúmulo} = 15.000 - 600 - 1.440 - 648 - 246,24$$

$$\text{Acúmulo} = 15.000 - 2.934,24$$

$$\text{Produção Final} = \mathbf{12.065,76 \text{ kg de cenouras}}$$

Pode-se obter a eficiência do processo comparando a quantidade de insumo que entrou no processo e a massa final de produto obtida, conforme cálculos:

$$\text{Eficiência} = \frac{\text{Saída}}{\text{Entrada}} * 100 = \frac{12.065,76}{15.000} * 100$$

$$\text{Eficiência} = \mathbf{80,44 \%}$$

Considera-se assim, que há um percentual de 19,56% de desperdício no processamento mínimo das cenouras. Bueno (2019) explica que as perdas e desperdícios de alimentos ocorrem em todas as etapas da cadeia produtiva, sendo que em escala mundial, os resíduos provenientes de frutas e hortaliças podem alcançar 45% de sua massa inicial. O autor ainda explica que, em relação aos principais alimentos que são perdidos e desperdiçados no decorrer das etapas na cadeia produtiva, os que mais se destacam quanto a frutas, frutos e hortaliças são couve-flor (50%); alface (45%); tomate (40%); pimentão (40%); banana (40%); morango (40%); repolho (35%); alho (30%); melancia (30%); abacate (26%); batata (25%); manga (25%); laranja (22%); cebola (21%); mamão (21%); cenoura (20%); abacaxi (20%) e chuchu (15%).

Desse modo, encontrou-se no balanço de massa do processamento mínimo de cenouras um percentual aproximado daquele apresentado por Bueno (2019), de cerca de 20%.

5.2 Balanço de Energia

Para elaborar o balanço de energia para o processamento mínimo de cenouras, considera-se os consumos e transferências de energia envolvidos nas etapas principais do processo: lavagem, descascamento, corte, secagem e embalagem. Apesar de ser um dos fatores mais importantes para a manutenção da qualidade e a segurança das hortaliças minimamente processadas, o resfriamento durante o armazenamento das hortaliças é considerado a etapa que mais demanda energia no processamento (Silva *et al.*, 2011), sendo essa a etapa utilizada no balanço de energia das cenouras deste trabalho.

As cenouras em seu estado natural, em processamento, devem estar expostas a temperatura amenas, tendo como faixa ótima temperaturas entre 20 °C e 30 °C (Carvalho *et al.*, 2021). Desse modo, será considerado o processamento em temperatura ambiente, com uma média de 25°C para os cálculos do balanço de energia. Quanto ao calor específico, será adotado o valor de 3,90 kJ/kg°C como um valor médio para vegetais ricos em água como a cenoura (87,5% de água), conforme explicado por Oliveira (2020).

O Manual de Processamento Mínimo de Produtos Hortifrutícolas da Embrapa, apresenta que a temperatura de armazenamento para produtos minimamente processados deve estar entre 0 e 5°C (Silva *et al.*, 2011). Kawazoe (2018) também apresenta que a temperatura ideal deve ser inferior a 5°C. Já Gomes *et al.* (2005) apresenta um intervalo de temperatura de refrigeração entre 5°C a 8°C. Desse modo, será adotada uma temperatura de 5°C para o balanço de energia.

Consideramos que a energia térmica deve ser retirada das cenouras para reduzir sua temperatura de 25 °C (entrada) para 5 °C (saída), o balanço, considerando a energia interna das cenouras (sem troca significativa de massa), se dará da seguinte forma para a etapa de refrigeração de uma caixa de cenoura com 20 kg:

$$Q = m * c * \Delta T$$

$$Q = 20kg * 3,90 \frac{kJ}{kg^{\circ}C} * (25 - 5^{\circ}C)$$

$$Q = 1.560 kJ$$

O que acontece é que, em temperatura ambiente, a energia inicial das cenouras é maior devido à temperatura mais alta (25 °C), mas após a remoção de 1.560 kJ, a energia interna das cenouras corresponde à energia final de 5 °C, ou seja, a temperatura de resfriamento utilizada para conservação dos produtos. Desse modo, a energia térmica a ser removida para alcançar a temperatura ideal de armazenamento é de 1.560 quilojoules.



ANÁLISE ECONÔMICA



Neste capítulo serão apresentados os custos envolvidos para a instalação e operação de uma unidade de processamento de cenouras. Como o desenvolvimento de um produto exige a análise econômica da produção, essa etapa do trabalho foi realizada com base em dois parâmetros principais: o investimento inicial da estrutura física da fábrica, com equipamentos e utensílios; e os custos mensais, que incluem matéria-prima, consumo energético básico, folha de pagamento e embalagens personalizadas.

6.1 Estimativa de investimento inicial

Considerando a descrição dos equipamentos feita no capítulo 4.2 deste trabalho e da construção das instalações da própria fábrica, elaborou-se uma estimativa de custos como investimento inicial de implantação, conforme tabela 3.

Tabela 3. Valores estimados para implantação da fábrica de processamento de cenouras.

Item	Unidade	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total
Estrutura da fábrica com base no CUB	m ²	522,0	R\$ 2.626,15	R\$ 1.370.850,30
Balança Eletromecânica de plataforma	un	2,0	R\$ 5.667,72	R\$ 11.335,44
Balança para pesagem do produto acondicionado com capacidade máxima de 30 kg	un	2,0	R\$ 750,72	R\$ 1.501,44
Mesas de aço inox de 1,90 x 0,90 m de largura.	un	5,0	R\$ 994,08	R\$ 4.970,40
Contentores de plástico com capacidade para 372 L, com sistema de rodas.	un	20,0	R\$ 359,00	R\$ 7.180,00
Contentores de plástico com capacidade para 46 L, sem sistema de rodas.	un	40,0	R\$ 24,50	R\$ 980,00
Carrinho de transporte de carga	un	6,0	R\$ 1.199,00	R\$ 7.194,00
Tanque de lavagem e sanitização de hortaliças	un	2,0	R\$ 39.927,20	R\$ 79.854,40
Esteira transportadora e de seleção	un	1,0	R\$ 34.500,00	R\$ 34.500,00
Máquina lavadora de hortaliças	un	1,0	R\$ 23.566,20	R\$ 23.566,20
Máquina descascadora de legumes	un	1,0	R\$ 35.823,98	R\$ 35.823,98
Cubetadeira radial de legumes	un	1,0	R\$ 38.700,00	R\$ 38.700,00
Centrífuga para folhas e legumes.	un	2,0	R\$ 5.200,00	R\$ 10.400,00
Termosseladora a vácuo.	un	1,0	R\$ 31.890,00	R\$ 31.890,00
Total				R\$ 1.658.746,16

Fonte: Autor, 2024.



A estrutura da fábrica foi estimada com base nos Custos Unitários Básicos de Construção (CUB), publicados pelo Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado do RN (Sinduscon/RN), calculados de acordo com a Lei Federal nº 4.591, de 16/12/64 e com a Norma Técnica NBR 12.721:2006 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), correspondentes ao mês de outubro/2024, última publicação, considerando uma construção comercial com padrão normal. Os valores dos equipamentos foram estimados com base no site dos fornecedores e catálogos das marcas, conforme descrito no item 4.2 do trabalho.

6.2 Estimativa de custos para início de operação

Para o levantamento do custo com trabalhadores e consumo de energia elétrica, será considerado que a fábrica funcionará em um turno fixo de 8h diárias, de segunda a sexta, 22 dias trabalhados no mês. Assim, para a estimativa da mão de obra, será considerada uma jornada de 40 horas semanais.

Os salários adotados tiveram como base valores médios de mercado, não sendo inferior ao salário mínimo vigente no ano de 2024, correspondente a R\$ 1.412,00. Projetou-se que, para o funcionamento da fábrica de processamento mínimo de cenouras, seriam necessários: um engenheiro de alimentos; dois encarregados de seleção e preparo; dois encarregados de processamento; dois encarregados de armazenamento e expedição; vinte e cinco auxiliares de produção; dois auxiliares administrativos; dois auxiliares de serviços gerais; dois operadores de câmara fria e dois motoristas. A Tabela 4 apresenta todos os valores gastos com a mão-de-obra estimados.

Tabela 4. Valores estimados de profissionais para implantação da fábrica.

Descrição	Quantidade	Salário Médio	Valor Total
Engenheiro de Alimentos	1,0	R\$ 5.617,00	R\$ 5.617,00
Encarregado de Seleção e Preparação	2,0	R\$ 2.400,40	R\$ 4.800,80
Encarregado de Processamento	2,0	R\$ 2.400,40	R\$ 4.800,80
Encarregado de Armazenamento e Expedição	2,0	R\$ 2.400,40	R\$ 4.800,80
Auxiliar de Produção	25,0	R\$ 2.493,90	R\$ 62.347,50
Auxiliar Administrativo	2,0	R\$ 2.400,40	R\$ 4.800,80
Auxiliar de Serviços Gerais	2,0	R\$ 2.400,40	R\$ 4.800,80
Operador de Câmara Fria	2,0	R\$ 2.400,40	R\$ 4.800,80
Motorista	2,0	R\$ 2.400,40	R\$ 4.800,80
Total			R\$ 101.570,10

Fonte: Autor, 2024.

Com relação ao consumo energético, foram utilizados os dados da Companhia Elétrica do Rio Grande do Norte (COSERN) correspondentes ao grupo B – Comercial e industrial, subgrupo B3- Comercial, serviços e outras, atividades, com tarifa de 0,68921 R\$/kWh. Como os fornecedores dos equipamentos não disponibilizaram dados sobre consumo energético, utilizou-se valores médios balizares para cálculo do consumo energético com base em pesquisas de outros setores de processamento apresentados no trabalho de Kawazoe (2018) e Câmara (2021). Apenas os equipamentos de refrigeração para câmara fria foram

estimados com funcionamento 24 horas por dia, durante 30 dias no mês. O consumo estimativo geral de energia elétrica está resumido na tabela 5.

Tabela 5. Valores estimados do consumo de energia elétrica.

Equipamento	Unidade	Quantidade	Consumo kWh/mês	Valor Total
Balança Eletromecânica de plataforma	un	2,0	528,0	R\$ 363,90
Balança para pesagem do produto acondicionado com capacidade máxima de 30 kg	un	2,0	316,8	R\$ 218,34
Tanque de lavagem e sanitização de hortaliças	un	2,0	1584,0	R\$ 1.091,71
Esteira transportadora e de seleção	un	1,0	1056,0	R\$ 727,81
Máquina lavadora de hortaliças	un	1,0	792,0	R\$ 545,85
Máquina descascadora de legumes	un	1,0	528,0	R\$ 363,90
Cubetadeira radial de legumes	un	1,0	528,0	R\$ 363,90
Centrífuga para folhas e legumes.	un	2,0	792,0	R\$ 545,85
Termosseladora a vácuo.	un	1,0	528,0	R\$ 363,90
Iluminação	un	1,0	792,0	R\$ 545,85
Refrigeração	Sistema	1,0	17280,0	R\$ 11.909,55
Total				R\$ 17.040,58

Fonte: Autor, 2024.

Para a operação da fábrica serão necessários ainda a matéria prima (cenouras) e embalagens para armazenamento e distribuição. O valor estimado para as cenouras considerou a aquisição inicial de 15 toneladas, com base de preço das Centrais de Abastecimento do Rio Grande do Norte (CEASA-RN), em plataforma do Programa Brasileiro de Modernização do Mercado de Hortigranjeiro (Prohort), que coloca o quilograma da cenoura a R\$2,90 no estão do Rio Grande do Norte em dezembro de 2024 (Prohort, 2024). A Tabela 6 apresenta a estimativa para início do funcionamento da fábrica.

Tabela 6. Valores estimados do investimento inicial em matéria prima e embalagens.

Item	Unidade	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total
Cenoura	kg	15000,0	R\$ 2,90	R\$ 43.500,00
Embalagens individuais (100g a 2kg)	pacote com 100un	15,0	R\$ 94,60	R\$ 1.419,00
Caixotes de armazenamento (capacidade de 30kg)	un	100,0	R\$ 45,29	R\$ 4.529,00
Total				R\$ 49.448,00

Fonte: Autor, 2024.



6.3 Análise de viabilidade econômica

Para saber a viabilidade econômica da fábrica, serão comparados os custos de funcionários, energia e matéria prima, com o valor obtido com a comercialização dos produtos gerados, considerando a entrada de 15 toneladas de cenouras. Como visto no balanço de massa, com 15.000 quilogramas de cenouras são produzidos 12.065,76 quilogramas de produtos.

Considerando uma produção de cenoura in natura de 25% da massa total, 50% de pacotes de 1 quilograma e 25% de pacotes de 2 quilogramas de cenouras processadas, a tabela 7 apresenta a estimativa de faturamento.

Tabela 7. Valor do faturamento com venda de produtos para 15 toneladas de cenouras.

Produto	Unidade	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total
Cenouras in natura (caixotes de 30kg)	caixote	100,0	R\$ 104,70	R\$ 10.470,00
Cenouras processadas (1kg)	pacote	6039,0	R\$ 20,00	R\$ 120.780,00
Cenouras processadas (2kg)	pacote	1513,0	R\$ 36,00	R\$ 54.468,00
Total				R\$ 185.718,00

Fonte: Autor, 2024.

Mesmo considerando que a fábrica produza apenas 15 toneladas de cenoura em seu primeiro mês de operação, os gastos chegariam a R\$168.058,68, conforme cálculos apresentados na seção 6.2, abaixo do valor gerado com a venda dos produtos oriundos dessa matéria prima, com uma receita de R\$ 17.659,32. No entanto, a estimativa é que a produção diária da fábrica seja de 15 toneladas, o que pode gerar um faturamento mensal, considerando 22 dias de operação, de R\$ 4.085.796, assim, torna-se viável o processamento mínimo de cenouras.

TRATAMENTO DOS RESÍDUOS



Neste capítulo será apresentada a destinação projetada para os resíduos resultantes do processamento mínimo de cenouras da fábrica, considerando a água residual e as cascas geradas no processo. Como forma de trabalhar medidas ecológicas, as cascas das cenouras poderão ser destinadas a cooperativas de compostagem ou fábricas de produtos alimentícios. Já a água resultante do processo de lavagem e higienização seguirão para uma estação de tratamento de esgoto compacta.

7.1 Aproveitamento dos Resíduos Sólidos

A Política Nacional de Resíduos Sólidos, lei nº 12.305 de 2 de agosto de 2010, estabelece que os resíduos gerados devem receber processamento e tratamento adequados antes de sua disposição final, sejam resíduos domésticos ou industriais, de modo a minimizar os efeitos danosos ao meio ambiente, sendo uma responsabilidade do gerador, do poder público e de toda a comunidade (Brasil, 2010).

As atividades agroindustriais são conhecidas por gerar volumes significativos de resíduos sólidos orgânicos, o que exige a implementação de metas e estratégias específicas para o gerenciamento desses resíduos, priorizando, sempre que viável, práticas de reutilização, reciclagem e tratamento (Gaspar *et al.*, 2020). Desse modo, uma unidade de processamento deve prever soluções sustentáveis na gestão de seus resíduos.

A unidade de processamento de cenouras proposta nesse trabalho possui como resíduos as cascas das cenouras e a água utilizada na lavagem e higienização das cenouras, além de resíduos comuns gerados no funcionamento da fábrica, como material de escritório e outros resíduos não perigosos, como papel higiênico e embalagens.

As cascas de cenoura, que representam um volume significativo de resíduos orgânicos, cerca de 20% da massa inicial, têm potencial de reaproveitamento em diversos setores. Damiani, Martins e Becker (2020) abordam que os estudos têm mostrado um cenário positivo no aproveitamento de resíduos, subprodutos e coprodutos de vegetais para a alimentação humana, reduzindo o desperdício de alimentos e aumentando a diversificação de nutrientes, podendo ser utilizados na fabricação de biscoitos, bolos e barras de cereais.

Figura 32. Aproveitamento de resíduos de cenoura na produção de alimentos.



Fonte: Machado, Moretti e Sousa, 2006.

Uma forma de utilização dos resíduos da cenoura é a produção de polpa e farinha de cenoura para incremento em receitas, produtos de fácil armazenamento, com exigências menos rigorosas de qualidade, que conservam a cor atrativa e os nutrientes da cenoura e, ainda, sem investimentos adicionais ao produtor, possibilitando assim, o uso desses subprodutos do processamento mínimo na alimentação (Machado; Moretti; Sousa, 2006). Os autores mostraram que a polpa pode ser utilizada na produção de rocambolo, docinho, mousse, suflê e patê de ricota com polpa de cenoura, enquanto a farinha pode ser usada em massas de pizzas, biscoitos de polvilho e farofa. Já na incorporação de fibras alimentares, as cascas das cenouras são uma potencial fonte natural e funcional de alimentos, podendo ser usados no enriquecimento de muffins sem glúten e sem aroma, melhorando o amargor e a firmeza (Damiani; Martins; Becker, 2020).

Outra alternativa proposta é a destinação dessas cascas para cooperativas ou empresas de compostagem, para que possam ser transformadas em adubo orgânico, de modo a contribuir na redução de resíduos enviados a aterros sanitários e o incentivo à agricultura sustentável, livre de agrotóxicos. Na própria Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), a compostagem é tida como uma das alternativas de destinação final ambientalmente adequada, porque promove a reciclagem e o tratamento dos resíduos sólidos orgânicos (Brasil, 2010).

Além de ser uma alternativa viável, a compostagem de resíduos orgânicos é considerada um tratamento barato, eficiente e sustentável para as empresas do setor industrial, promovendo ainda, outra fonte de receita para cooperativas ou terceiros, já que gera um composto orgânico para cultivo de novas hortaliças, como um fertilizante orgânico composto (Gaspar *et al.*, 2020).

Apesar do viés econômico, propõe-se nesse trabalho a doação dos resíduos orgânicos do processamento de cenouras para que cooperativas ou projetos sem fins lucrativos possam transformar essa matéria em adubo para comunidades locais, mostrando a responsabilidade social da empresa. No caso da instalação no município de Natal-RN, sugere-se uma parceria com o Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN), através do programa Arboriza IFRN-CNAT, que possui um sistema de composteiras para plantação de mudas de plantas nativas e ameaçadas como o Pau-Brasil, e que posteriormente são distribuídas à comunidade acadêmica e toda a sociedade.

Figura 33. Projeto de compostagem (a) e distribuição de mudas (b) do Arboriza IFRN-CNAT.



Fonte: Autor, 2024.

Atualmente, o projeto Arboriza utiliza poucos resíduos orgânicos, oriundos dos refeitórios do corpo docente da Instituição. Através da parceria seria possível a geração de um volume maior de adubo para a produção de novas mudas e fertilização das próprias plantas que compõem o Bosque professor Nivaldo Calixto do IFRN Natal-Central. Desse modo, há um incentivo de práticas ecológicas e garantia do tratamento e destinação final adequados para os resíduos orgânicos gerados no processamento mínimo de cenouras.

Já com relação aos demais resíduos sólidos, a fábrica deve prever um sistema de separação dos resíduos e destinação a cooperativas de reciclagem, além disso, os resíduos não recicláveis como os dos banheiros, devem ser corretamente destinados à coleta seletiva e ao aterro sanitário da região. A PNRS define em seu art. 3º, inciso V, que a coleta seletiva se refere a coleta dos resíduos sólidos previamente separados, de acordo com a sua constituição ou composição (Brasil, 2010). Assim, a fábrica deve incluir lixeiras identificadas por núcleos e categorias (plásticos, metais, papel, vidro, orgânicos e rejeitos) espalhadas estrategicamente pelos setores da fábrica, além de campanhas de conscientização e educação ambiental devem ser realizadas dentro da empresa para haja uma correta separação dos resíduos, seja para reciclagem ou destinação à coleta seletiva do município.

Figura 34. Processo de separação de resíduos sólidos comuns.



Fonte: Comunicação GVBUS, 2023.

Visando a responsabilidade socioambiental da unidade de processamento de cenouras, após a separação, os resíduos recicláveis devem ser direcionados para cooperativas de reciclagem locais, contribuindo ao mesmo tempo para a redução do impacto ambiental e incentivo econômico, ao fortalece a inclusão social, gerando renda para os trabalhadores envolvidos nesse setor.

7.2 Tratamento dos Resíduos Líquidos

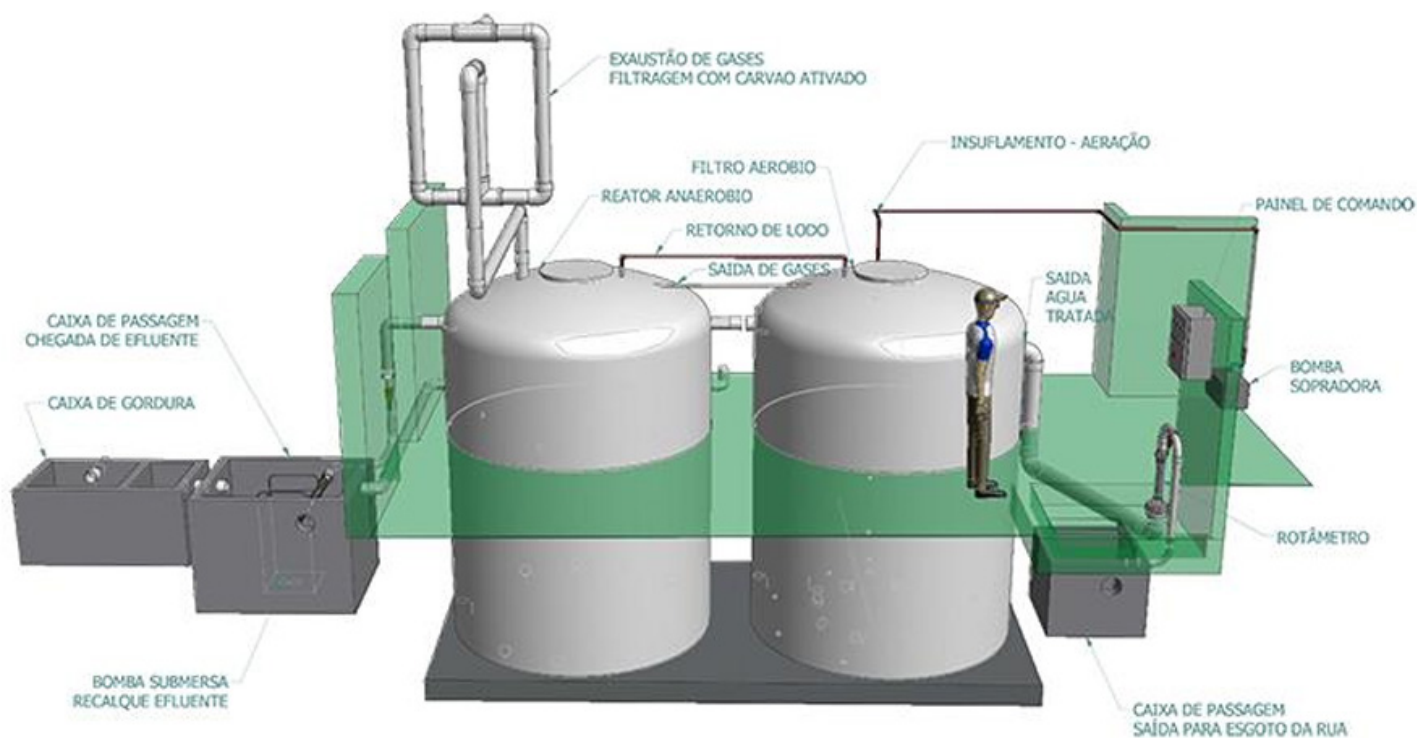
A água utilizada no processo de lavagem e higienização das cenouras também requer uma destinação adequada, evitando a sobrecarga do sistema de esgotamento local e possíveis impactos ambientais causados pela destinação incorreta. Desse modo, o sistema proposto inclui o encaminhamento da água para uma estação de tratamento de esgoto, onde passará por processos adequados de tratamento e, posteriormente, possa ser utilizada em um sistema de reutilização, seguindo assim as premissas de responsabilidade ambiental e a legislação.

O tratamento dos efluentes oriundos das atividades da unidade de processamento pode ser realizado através de uma Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) compacta, ou seja, que é instalada e projetada por uma empresa especializada, se adequando às neces-

sidades específicas do efluente da fábrica. Será feito um tratamento preliminar que tem como objetivo a remoção de areias e sólidos grosseiros, através de gradeamento e desarenador, sendo que o gradeamento constitui a primeira unidade no processo de tratamento de esgoto, e tem por objetivo reter sólidos grosseiros e os desarenadores removem a areia presente no esgoto que pode sobrecarregar a ETE (Polido, 2013). O mecanismo para sua remoção é a sedimentação, na qual os grãos de areia se depositam no fundo do tanque, devido a sua maior densidade e dimensões, e a matéria orgânica permanece em suspensão, sendo removida nas unidades de tratamento a jusante (Von Sperling, 2005).

A Estação Compacta da EcoSus (empresa localizada no bairro de Ponta Negra em Natal) tem seu tratamento baseado nos fenômenos biológicos que ocorrem naturalmente nos cursos de água, sendo assim um processo simples, seguro e ao mesmo tempo de grande maleabilidade devido à composição de seu sistema. O sequencial de projeto da ETE compacta é: gradeamento com caixa de areia, estação elevatória, reator anaeróbio, reator aeróbio tipo lodo ativado com recirculação de lodo, módulo de decantação e sistema de desinfecção, como mostrado na figura 35.

Figura 35. Estação de Tratamento Compacta ECOSUS.



Fonte: EcoSus, 2020.

Após o tratamento, o efluente tratado pode ser utilizado no sistema de irrigação de jardins e lavagem de pisos, além de ser utilizado no abastecimento de descargas. A NBR 13.969/97, estabelece que o esgoto tratado possui diferentes usos, exceto para consumo humano, podendo ser usado em lavagens de pisos, calçadas, irrigação de jardins e pomares, manutenção das águas nos canais e lagos dos jardins, nas descargas dos banheiros, mas não pode ser destinado para irrigação das hortaliças e frutas de ramas rastejantes (Brasil, 1997). Uma grande vantagem é que o reuso é apenas uma extensão do tratamento de esgotos, sem investimentos adicionais elevados, assim, o sistema de reuso em fins não potáveis, assegura a viabilidade ambiental, sanitária e socioeconômica da disposição dos efluentes (Fundação Nacional de Saúde, 2017).

A implantação das medidas de destinação dos resíduos sólidos e efluentes reforça o

compromisso da fábrica com a sustentabilidade e a responsabilidade socioambiental, uma vez que, ao integrar soluções inovadoras e sustentáveis, a unidade de processamento de cenouras pode contribuir para a preservação do meio ambiente e para o desenvolvimento de uma indústria mais verde, seguindo as premissas de destinação de seus resíduos apresentada em lei.

CONSIDERAÇÕES FINAIS



O consumo de hortifrutis minimamente processados tem aumentado na realidade brasileira, criando uma oportunidade de crescimento e investimento no setor alimentício e de atuação para o engenheiro de alimentos. Neste viés, este trabalho teve objetivo principal de estudar a instalação de uma unidade processadora de hortifrutis com foco no processamento da cenoura, estudando e analisando os aspectos técnicos e operacionais envolvidos na implantação de uma unidade de processamento, incluindo sua implantação física, equipamentos e custos iniciais para operação.

A proposta de *layout* e logística elaborada teve como base princípios de eficiência, funcionalidade e otimização de recursos, considerando as particularidades do processamento da cenoura e as etapas de recepção e pesagem, seleção e preparo, lavagem, descascamento e corte, higienização, centrifugação, refrigeração e armazenamento. Além disso, por meio do balanço de massa e energia, foi possível quantificar os níveis de desperdício e perda, evidenciando os benefícios da implementação de boas práticas de produção e controle de processos, assim como, a necessidade de um sistema de reaproveitamento da água utilizada no processo de lavagem e de aproveitamento dos resíduos sólidos gerados do descascamento e corte.

Através de uma análise econômica simplificada, foi possível identificar a viabilidade de funcionamento da fábrica, mesmo considerando altos custos de operação com mão de obra, matéria prima e energia. Além disso, apesar do investimento de R\$1,6 milhões, se a fábrica conseguir manter um processamento diário de 15 toneladas de cenouras, o faturamento mensal pode chegar a R\$4 milhões. Porém, mesmo que essa massa de cenouras seja produzida mensalmente, ainda há uma margem de lucro no empreendimento, que pode melhorar sua operação ao longo do tempo de funcionamento.

Considera-se, portanto, que a pesquisa atingiu os objetivos estabelecidos, contribuindo com os ainda escassos estudos na área de hortifrutis minimamente processados e demonstrando a viabilidade técnica e a importância de uma unidade processadora no contexto da cadeia produtiva de hortifrutis. Os resultados encontrados podem auxiliar na tomada de decisão de futuros projetos e fortalecer iniciativas que visem à redução de perdas e ao aumento da sustentabilidade no setor agrícola brasileiro, criando um modelo de fábrica e de funcionamento que pode ser aplicado a futuros empreendimentos reais.

Como sugestão para pesquisas futuras recomenda-se o estudo aprofundado dos custos envolvidos na implantação e funcionamento da fábrica, com análise dos custos diário e anuais. Além disso, sugere-se uma investigação em formas de utilização e monetização dos resíduos sólidos gerados no processamento, principalmente as cascas das cenouras que podem ser utilizadas na produção de outros produtos alimentícios ou até mesmo na compostagem.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, Emiliane Andrade; RIBEIRO, Lorena; BERNARDES, Patrícia Campos; DAS DORES, Milene Therezinha; FIALHO JÚNIOR, José Felício Queiroz. Sanitização de cenoura minimamente processada com nanopartículas de prata. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.45, n.9, p.1681-1687, set, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/pfrDjxBvPKWzxRnLbTdHfHH/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 23 dez. 2024.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12.721**: avaliação de custos unitários de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios edifícios: procedimento. Rio de Janeiro, 2006.
- BRAINER, Maria Simone de Castro Pereira. **Produção de hortaliças na área de atuação do BNB**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, ano 6, n.180, ago. 2021. Disponível em: <https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/handle/123456789/902>. Acesso em: 28 out. 2023.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Guia alimentar para a população brasileira**. 2. ed., 1. reimpr. Brasília: Ministério da Saúde, 2014.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Regulamento Técnico. **Portaria SVS/MS nº 326, de 30 de julho de 1997**. Condições Higiênicas Sanitárias e de Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos.
- BUENO, Paulo Henrique Toledo. **Panorama geral das perdas e desperdício de alimentos e soluções para o acesso à alimentação**. 51 f. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Faculdade de Engenharia Química, Universidade Federal de Uberlândia, Engenharia de Alimentos, Campus Patos de Minas, 2019.
- CABRAL, M. J. dos S.; PINHEIRO, R. A.; DE SOUSA, T. A.; DA SILVA, J. E.; DE LIMA, J. S.; DE BARROS, R. P. Características biológicas da cenoura (*Daucus carota* L., apiaceae) cultivar Brasília em diferentes fontes de matéria orgânica e manejo de irrigação. **Revista Ambientale**, v. 11, n. 2, p. 64–73, 2019. Disponível em: <https://periodico-suneal.emnuvens.com.br/ambientale/article/view/100>. Acesso em: 17 nov. 2023.
- CÂMARA, Kayonara Santos. **Elaboração de biscoito com aquafaba de grão de bico e coco ralado**. 45 f. 2021. Monografia (graduação) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Tecnologia, curso de Bacharel em Engenharia de Alimentos, Natal, RN, 2021.
- CANELLA, Daniela Silva; LOUZADA, Maria Laura da Costa; CLARO, Rafael Moreira; COSTA, Janaina Calu; BANDONI, Daniel Henrique; LEVY, Renata Bertazzi; MARTINS, Ana Paula Bortoletto. Consumo de hortaliças e sua relação com os alimentos ultraprocessados no Brasil. **Revista Saúde Pública**, v. 52, n. 50, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rsp/a/mpNDDFxBDBJFth78tmPhVGD/?lang=pt>. Acesso em: 14 nov. 2023.
- CARDOSO, Jessie Tuani Caetano; VEBER, Patrick Moraes; KLUMB, Gustavo; DA LUZ, Carlos Alberto Silveira; DA LUZ, Maria Laura Gomes Silva. Projeto de uma agroindústria de minimamente processados no Município de Pelotas/RS. In: IV CONGRESSO DE ENSINO DE GRADUAÇÃO, 4., Pelotas, 2018. **Anais eletrônicos** [...] Pelotas: UFPEL, 2018. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/ceg/edicoes-anteriores/iv-ceg-2018/>. Acesso em: 23 dez. 2024.
- CARVALHO, A. D. FERREIRA DE; SILVA, G. O. da; RAGASSI, C. F.; PEREIRA, G. E.; JUNIOR, V. L.; LOPES, C. A.; PINHEIRO, J. B.; REIS, A.; PILON, L. **Cenoura: *Daucus carota* L.** Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2021. 74 p.
- CLEMENTE, Flávia Maria Vieira Teixeira. **Produção de hortaliças para agricultura familiar**. Brasília: Embrapa, 2015. 108 p.
- COMUNICAÇÃO GVBUS. Empresas do Sistema Transcol apostam no descarte correto de resíduos. **Comunicação GVBUS**, 3 mar. 2023. Disponível em: <https://www.gvbus.org.br/transcol-descarte-correto-de-residuos/>. Acesso em: 26 dez. 2024.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Balanço de comercialização de frutas e hortaliças mostra movimentação superior a R\$ 60 bilhões nas Ceasas**. Conab, 20 abr. 2023. Disponível em: Acesso em: 25 nov. 2023.
- DAMIANI, Clarissa; MARTINS, Glêndara Aparecida de Souza; BECKER, Fernanda Salamoni (Org.). **Aproveitamento de resíduos vegetais: potenciais e limitações**. Palmas, TO: EDUFT, 2020.
- DIRECT INDUSTRY. Tanque de dosagem. **Direct Industry**, 2024. Disponível em: <https://www.directindustry.com/pt/prod/alutec-food-campesato/product-219585-2574280.html>. Acesso em: 26 dez. 2024.
- ECOSUS. ETE Compacta. **EcoSus Equipamentos Ambientais**, 2020. Disponível em: <http://ecosus.com.br/ete-compacta/>. Acesso em: 26 dez. 2020.



EMBRAPA. **Hortalças são alimentos essenciais para uma dieta equilibrada e saudável.** Portal Embrapa, 23 out. 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/29256410/hortalicas-sao-alimentos-essenciais-para-uma-dieta-equilibrada-e-saudavel>. Acesso em: 31 ago. 2023.

EMBRAPA. **Resultados e impactos positivos da pesquisa agropecuária na economia, no meio ambiente e na mesa do brasileiro.** Embrapa, Ações e Campanhas, 2023. Disponível em: Acesso em: 17 nov. 2023.

EXAME. Faturamento anual da indústria de alimentos ultrapassa R\$ 1 trilhão. **Bússola Exame**, 20 fev. 2023. Disponível em: <https://exame.com/bussola/faturamento-anual-da-industria-de-alimentos-ultrapassa-r-1-trilhao/>. Acesso em: 23 dez. 2024.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION – FAO. **Frutas e vegetais – os seus alimentos essenciais.** O Ano Internacional das Frutas e Legumes, 2021. Disponível em: <https://www.fao.org/3/cb2395en/online/src/html/copyright.html>. Acesso em: 20 set. 2023.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE – FUNASA. **Manual de orientações técnicas para elaboração e apresentação de propostas e projetos para sistemas de esgotamento sanitário.** Funasa, 2017. Disponível em: <https://cnm.org.br/comunicacao/noticias/manuais-para-elaboracao-e-apresentacao-de-propostas-e-projetos-sao-atualizados-pela-funasa>. Acesso em: 26 dez. 2024.

GASPAR, Livia Mara Ribeiro; INÁCIO, Caio de Teves; QUINTAES, Bianca Ramalho; CARVALHO, Lucinere de Souza Quintanilha; PERES, Afonso Aurelio de Carvalho. Análise econômico-financeira do gerenciamento dos resíduos sólidos orgânicos em uma agroindústria de processamento mínimo de hortalças. **Eng. Sanit Ambient**, v. 25, n. 3, p. 477-488, maio/jun. 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/58hkFZM9cbTPmZC-JQxSKDbj/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 26 dez. 2024.

GERHARDT, T. E. (org). **Métodos de pesquisa.** Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GOMES, Carlos Alexandre Oliveira (org.). **Hortalças minimamente processadas.** Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005.

HENRIQUE, Celina Maria; EVANGELISTA, Regina Marta. Processamento mínimo de cenouras orgânicas com uso de películas biodegradáveis. **Publ. UEPG Ci. Exatas Terra, Ci. Agr. Eng., Ponta Grossa**, v. 12, n. 3), p. 7-14, dez. 2006. Disponível em: <https://revistas.uepg.br/index.php/exatas/article/view/869>. Acesso em: 23 dez. 2024.

HORTIFRUTI BRASIL. HORTIFRUTI/CEPEA: Anuário 2022/23 - retrospectiva 2022 e perspectiva 2023. **Hortifruti Brasil**, 13 dez. 2022. Disponível em: <https://www.hfbrasil.org.br/br/hortifruti-cepea-anuario-2022-23-retrospectiva-2022-e-perspectiva-2023.aspx>. Acesso em: 13 jan. 2025.

INOX3 – INOVAÇÃO INDUSTRIAL. O que é barreira sanitária industrial e como ela garante a higienização? **Inox3 Inovação Industrial**, 28 ago. 2024. Disponível em: <https://inox3.com.br/barreira-sanitaria-industrial/>. Acesso em: 7 jan. 2025.

KAWAZOE, P. Y. **Etapas da elaboração de cenoura e cebola minimamente processadas utilizando as boas práticas de fabricação.** 2018. 54 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2018.

LIMA, Fernanda Barbosa de Sousa. **Modelos de agroindústrias rurais:** volume II produtos de origem vegetal. Brasília: Emater-DF, 2023.

LOTIS. Centrífuga de verdura industrial. **Lotis**, Soluções em Processamento de Alimentos, 2024. Disponível em: <https://www.lotis.com.br/centrifuga-de-verduras-industrial>. Acesso em: 26 dez. 2024.

MACHADO, Cristina Maria Monteiro; MORETTI, Celso Luiz; SOUSA, Rosa Maria de Deus de. **Aproveitamento das raspas geradas na produção de minicenouras.** Comunicado Técnico, n. 33, dez. 2006. Brasília-DF: Embrapa, 2006.

MADE IN CHINA. Máquina de Lavar Frutas e Legumes com Bolhas de Ar Industrial. **Made In China**, Maquinaria de Manufatura e Processamento, 2024. Disponível em: https://pt.made-in-china.com/co_shleadworld/product_Industrial-Vegetable-Air-Bubble-Cleaner-Fruit-Vegetable-Washer-Vegetable-Washing-Machine_uouhonisru.html. Acesso em: 26 dez. 2024.

MARRA JUNIOR, Wiclef Dymurgo. **Conservação da massa e energia em processos físicos e químicos: balanços materiais e energéticos.** São Carlos: EESC-USP, 2023.

MF RURAL. MERCADO FÍSICO RURAL. Esteiras Transportadoras. **MF Rural**, 2024. Disponível em: <https://www.mfrural.com.br/detalhe/686483/esteiras-transportadoras>. Acesso em: 26 dez. 2024.

NESPOLO, C. R. et al. **Práticas em tecnologia de alimentos.** Porto Alegre: Artmed, 2015.

NHS MÁQUINAS. Cubetadeira Radial de Legumes. **NHS Máquinas**, 2024. Disponível em: <https://www.nhsmaquinas.com.br/crl-801/>. Acesso em: 26 dez. 2024.

NOWAK. Balança Eletromecânica 1000 KG x 200g - Plataforma 1,00x1,00m. **Nowak**, 2024. Disponível em: <https://b2b.nowak.com.br/balancas/balanca-hibrida-eletromecanica/balanca-eletromecanica-1000kg-200g-plataforma-100x100cm-welmy-w1000-ref-15407>. Acesso em: 26 dez. 2024.

OETTERER, Marília. **Fundamentos de ciência e Tecnologia de Alimentos**. São Paulo: Manole, 2006.

OETTERER, Marília; REGITANO-D'ARCE, Marisa Aparecida Bismara; SPOTO, Marta Helena Fillet. **Fundamentos de ciência e tecnologia de alimentos**. Barueri: Manole, 2006.

OLIVEIRA, Alessandra Lopes de. **Refrigeração e cadeia do frio para alimentos**. Universidade de São Paulo, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, 2020.

OLIVEIRA, Marcel de Campos. **Processamento mínimo de frutos e hortaliças: uma revisão**. Editora Científica Digital, 2022. Vol. 1, ano 2022.

POLIDO, Lucas Henriques. **Proposta de projeto e estimativa de custos de uma estação de tratamento de esgoto para o Campus Ecoville da UTFPR**. 2013. 87 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

PORTAL G1. CRESCE a procura por opções mais saudáveis na alimentação. **Econômico Valor, Portal G1**, 31 mar. 2023. Disponível em: <https://valor.globo.com/patrocinado/dino/noticia/2023/03/31/cresce-a-procura-por-opcoes-mais-saudaveis-na-alimentacao.ghtml>. Acesso em: 19 set. 2023.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

PROHORT - PROGRAMA BRASILEIRO DE MODERNIZAÇÃO DO MERCADO DE HORTIGRANJEIRO. **Preço mais comum no atacado (Ceasa) de referência do estado**. Prohort, 20 dez. 2024. Disponível em: <http://www.ceasa.gov.br/precos.php?TIP=1&P01=1&P02=1&P03=1&P04=RN>. Acesso em: 23 dez. 2024.

PUBLICAÇÃO da USP faz balanço do setor hortifruti no Brasil e traz perspectivas para 2023. **Jornal da USP**, 10 jan. 2023. Disponível em: <https://jornal.usp.br/universidade/publicacao-da-usp-faz-balanco-do-setor-hortifrutino-no-brasil-e-traz-perspectivas-para-2023/>. Acesso em: 10 set. 2023.

PUIATTTI, Mario. **A arte de cultivar hortaliças**. Viçosa, MG: UFV, CEAD, 2019.

SCHMIDT, Flávio Luis; EFRAIM, Priscilla. **Pré-processamento de frutas, hortaliças, café, cacau e cana-de-açúcar**. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

SILVA, E. de Oliveira; PINTO, P. M.; JACOMINO, A. P.; SILVA, L. T. **Processamento mínimo de produtos hortifrutícolas**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2011.

SILVA, Luá Carolina Carvalho da. **Hortaliças minimamente processadas e suas tecnologias**. 57 f. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Uberlândia Campus Patos de Minas, curso de Engenharia de Alimentos, Patos de Minas, 2021.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL DO ESTADO DO RN - SINDUSCON/RN. **Custos Unitários Básicos de Construção (CUB)**. Disponível em: <http://www.cub.org.br/>. Acesso em: 26 dez. 2024.

TEIXEIRA, Luciano José Quintão; POLA, Cícero Cardoso; JUNQUEIRA, Mateus da Silva; MENDES, Fabricia Queiroz; RODRIGUES JUNIOR, Salatir Rodrigues. Cenoura (*daucus carota*): processamento e composição química. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v. 7, n. 12, 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/283461874_CENOURA_Daucus_carota_PROCESSAMENTO_E_COMPOSICAO_QUIMICA. Acesso em: 23 dez. 2024.

VIANA, Mayra Monteiro; SABIO, Renata Pozelli. Processamento mínimo. É só servir! **Hortifruti Brasil**, ano 7, n. 70, jul. 2008. CEPEA – ESALQ/USP, 2008. Disponível em: <https://www.hfbrasil.org.br/br/revista/acessar/capa/processamento-minimo-e-so-servir.aspx>. Acesso em: 30 ago. 2023.

Este livro apresenta um estudo técnico e econômico sobre a implantação de uma unidade de processamento mínimo de cenouras. A obra traz desde a fundamentação teórica sobre o consumo de hortifrutis no Brasil até o desenvolvimento de layout, fluxograma, escolha de equipamentos e balanços de massa e energia. Com linguagem clara e objetiva, oferece uma visão prática e aplicada voltada a estudantes, profissionais e empreendedores do setor alimentício, contribuindo para o fortalecimento da cadeia produtiva e o aproveitamento sustentável de hortaliças no país.

ISBN: 978-65-6068-147-7



9 786560 681477