

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO MECÂNICA

Ellen dos Santos

Contribuições da ergonomia na concepção de uma unidade automática de produção de rações hidropônicas

Florianópolis

2023

Ellen dos Santos

Contribuições da ergonomia na concepção de uma unidade automática de produção de rações hidropônicas

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao curso de Engenharia de Produção Mecânica do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharela em Engenharia, área Mecânica, habilitação em Engenharia de Produção Mecânica.

Orientador(a): Profa: Lizandra Garcia Lupi Vergara, Dra.

Florianópolis

2023

Dos Santos, Ellen

Contribuições da ergonomia na concepção de uma unidade automática de produção de rações hidropônicas / Ellen Dos Santos ; orientadora, Lizandra Garcia Lupi Vergara, 2023.
107 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Graduação em Engenharia de Produção Mecânica, Florianópolis, 2023.

Inclui referências.

1. Engenharia de Produção Mecânica. 2. Ergonomia. 3. Segurança. 4. Processo de desenvolvimento de produto. 5. Agronegócio. I. Garcia Lupi Vergara, Lizandra. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia de Produção Mecânica. III. Título.

Ellen dos Santos

Contribuições da ergonomia na concepção de uma unidade automática de produção de rações hidropônicas

Florianópolis, 27 de junho de 2023.

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi avaliado e aprovado pela banca examinadora composta dos seguintes membros

Profa. Lizandra Garcia Lupi Vergara, Dra.

Orientadora

Prof. Glauco Garcia Martins Pereira da Silva, Dr.

Universidade Federal de Santa Catarina

Profa. Mônica Maria Mendes Luna, Dra.

Universidade Federal de Santa Catarina

Certifico que esta é a versão final do Trabalho de Conclusão de Curso apresentado pelo autor e julgado adequado por mim e pelos demais membros da banca para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção Mecânica.

Profa. Lizandra Garcia Lupi Vergara, Dra.

Orientadora

Este trabalho é dedicado ao meu melhor amigo e amor
Giovani Marques Junior, e à minha melhor amiga
Nadine Goedert Weber, meus maiores incentivadores
na construção desse trabalho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiro a Deus, fonte de sabedoria e força, por me guiar e inspirar em cada etapa e escolhas desta jornada acadêmica.

Minha profunda gratidão ao meu namorado e melhor amigo Giovani, que sempre me incentivou, se dedicou e torceu por mim, deu suporte às minhas escolhas, esteve ao meu lado nos momentos mais difíceis e comemorou comigo as minhas conquistas.

Agradeço imensamente à minha mãe Guilhermina, que por muitas noites fez meu café e me acompanhou noites a dentro para me ajudar nos estudos, meu pai Manoel que sempre esteve disposto a me levar e encorajar a fazer as provas durante o curso, meu irmão Elder, por ser inspiração de persistência na graduação mesmo quando tudo parece difícil, e meu primo Lucas, por ser tão companheiro e amigo na vida e na graduação.

À minha melhor amiga Nadine, que mesmo a quilômetros de distância sempre se fez presente na minha vida, me incentivando a cada semestre enfrentado na graduação.

Aos meus amigos Giselle Ritzke, Felipe Nascimento, Andrielli Pscheidt, Josiane Cristóvam e tantos outros que me acompanharam durante a vida pessoal e acadêmica, dividindo risadas, dias e noites de estudos, incentivos, torcida e comemorações.

Ao Alexandre Scheidt, por todo esforço, suporte e facilidades que me concedeu durante a vida acadêmica desde o primeiro dia.

Agradeço de forma especial à minha orientadora, Profa. Dra. Lizandra Garcia Lupi Vergara, pelas aulas durante o curso, seus ensinamentos, paciência, e por ter aceitado me orientar nesse trabalho de pesquisa. Agradeço também aos professores que passaram por mim durante toda a minha vida, por todo seu conhecimento repassado.

Obrigada a todos que de alguma forma me acompanharam na busca dessa conquista.

RESUMO

O agronegócio brasileiro cada vez mais mostra grande força e obtém sucessivos destaques nacionais e internacionais apesar da crise global da pandemia da COVID-19. Mesmo com a alta competitividade nacional o setor busca melhorias nos seus produtos e processos, visando o aumento da eficiência. Com o desenvolvimento de novos produtos, há necessidade de novas adaptações aos usuários. Nesse contexto, a ergonomia desempenha um papel fundamental para atender a demanda dos usuários desde a concepção até a entrega do produto, e a sua ausência pode causar problemas de conforto, segurança, físicos e psicológicos aos usuários. Diante disso, o objetivo do trabalho foi propor recomendações ergonômicas e de segurança no processo de desenvolvimento de produto de uma unidade automática de rações hidropônicas. Para alcançar esse objetivo, foi realizado o levantamento das necessidades do cliente, elaboração do Desdobramento da Função da Qualidade (QFD) e desenvolvimento da matriz morfológica para classificação das alternativas de solução para o produto em desenvolvimento. Trata-se de uma pesquisa-ação com propósito exploratório, de abordagem qualitativa e natureza aplicada a uma unidade automática de rações hidropônicas da Empresa Gaúcha, que atua no mercado agrícola, fornecendo equipamentos e soluções no segmento voltado à obtenção de sementes. O método adotado para cumprir com os objetivos do trabalho foi baseado na Sistemática para a integração da ergonomia no projeto de produtos - SIEPP, iniciando pela coleta de informações dos requisitos do cliente através de entrevistas, transformando os requisitos do cliente em requisitos de projeto por meio do QFD, convertendo os requisitos de projeto na matriz morfológica, e, por fim, trazendo recomendações ergonômicas e de segurança de acordo com as Normas Regulamentadoras (NR) para o projeto. Como resultado, foram obtidas três alternativas de produto com diferentes características, mas com o mesmo propósito. Para a alternativa escolhida foi feita a descrição de normas regulamentadoras a serem seguidas, e recomendações gerais sobre ergonomia e segurança que devem ser adequadas ao ambiente de trabalho. A aplicação dessas ferramentas integradas a inserção da ergonomia resultou em um produto mais seguro, saudável, legal e ergonômico para os trabalhadores, que tem por consequência o aumento da produtividade e redução de custos de possíveis mudanças posteriores no projeto.

Palavras-chave: Ergonomia; Segurança; Processo de desenvolvimento de produto; Agronegócio.

ABSTRACT

Brazilian agribusiness is increasingly showing great strength and obtains successive national and international highlights despite the global crisis of the COVID-19 pandemic. Even with the high national competitiveness, the department search improvements in its processes, in order to increase efficiency. With the development of new products, there is a need for new adaptations to the users. In this context, ergonomics gets a key role on the users demand from the design to the product delivery and its absence can cause comfort, safety, physical and psychological problems for users. Therefore, the objective of this paper was to propose ergonomic and safety recommendations in the product development process of an automatic hydroponic feed unit. To achieve this objective, a survey of the customer's needs was carried out, the Quality Function Deployment (QFD) was prepared and the morphological matrix was developed to classify the solution alternatives for the product under development. This is research with a qualitative approach and an applied nature, focused on a hydroponic feed unit of the Empresa Gaúcha, which operates in the agricultural market, providing equipment and solutions in the segment aimed at obtaining seeds. The method adopted to fulfill the objectives of the work was based on the Systematics for the integration of ergonomics in the design of products - SIEPP, starting with the collection of information from the customer's requirements through interviews, transforming the customer's requirements into project requirements through the QFD, converting the project requirements into the morphological matrix, and, finally, bringing ergonomic recommendations according to the Regulatory Standards (NR) for the project. As a result, three product alternatives with different characteristics, but with the same purpose were obtained. For the chosen alternative, the description of regulatory standards to be followed, and general recommendations on ergonomics and safety which must be suitable for the work environment. The application of these integrated tools to the insertion of ergonomics resulted in a safer, healthier, legal and ergonomic product for workers, which results in increased productivity and reduced costs of possible later changes in the project.

Keywords: Ergonomics; Safety; Product development process; Agrobusiness.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Sinalização de recipientes de substâncias químicas.	24
Figura 2 - Vias de transporte sinalizadas e desobstruídas.	25
Figura 3 - Acondicionamento dos acionadores e interruptores.	26
Figura 4 - Placas e sinais de advertência.	26
Figura 5 - Barreiras de proteção contra partes perigosas.....	27
Figura 6 - Sinalização de saída de emergência e extintor de incêndio.	28
Figura 7 - Pontos de segurança para trabalho em altura.....	29
Figura 8 - Etapas da construção da Casa da Qualidade	32
Figura 9 - Cálculo do grau de importância geral.	33
Figura 10 - Visão geral da SIEPP.....	35
Figura 11 - Caracterização da pesquisa.	36
Figura 12 - Visão geral da metodologia adotada.....	39
Figura 13 - Visão geral do projeto.....	42
Figura 14 - Vista de cima da Fazenda Piloto.....	44
Figura 15 - RP do Recebimento e dosagem.	47
Figura 16 - RP do Tratamento.	48
Figura 17 - RP da Germinação.	49
Figura 18 - Simbologia da matriz de correlações.	50
Figura 19 - Simbologia do direcionador de melhoria.....	50
Figura 20 - Matriz de correlação do Recebimento e dosagem.	51
Figura 21 - Matriz de correlação do Tratamento.	51
Figura 22 - Matriz de correlação da Germinação.	52
Figura 23 - Argumento de vendas.	55
Figura 24 - Desdobramento geral das funções e soluções.....	57
Figura 25 - Alternativa 1 - Recebimento e Dosagem.	60
Figura 26 - Alternativa 1 - Germinação e Tratamento parte 1.	63
Figura 27 - Alternativa 1 - Germinação e Tratamento parte 2.	66
Figura 28 - Desdobramento geral do Recebimento e Dosagem.	67
Figura 29 - Desdobramento geral da Germinação e Tratamento parte 1.....	68
Figura 30 - Desdobramento geral da Germinação e Tratamento parte 2.....	69
Figura 31 - Alternativa 2 - Recebimento e Dosagem.	70
Figura 32 - Alternativa 2 - Germinação e Tratamento parte 1.	72

Figura 33 - Alternativa 2 - Germinação e Tratamento parte 2.	73
Figura 34 - Alternativa 3 - Recebimento e Dosagem.	74
Figura 35 - Alternativa 3 - Germinação e Tratamento parte 1.	76
Figura 36 - Alternativa 3 - Germinação e Tratamento parte 2.	77
Figura 37 - Vias de transporte sinalizadas e desobstruídas 1.	83
Figura 38 - Vias de transporte sinalizadas e desobstruídas 2.	84
Figura 39 - Partes móveis são as esteiras.	86
Figura 40 - Rotas de fuga sugeridas.	89
Figura 41 - Sinalização de segurança da unidade automática.	91
Figura 42 - Localização do trabalho em altura 1.	92
Figura 43 - Localização do trabalho em altura 1.	92

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - RC e NC do Recebimento e dosagem.	45
Quadro 2 - RC e NC do Tratamento.....	46
Quadro 3 - RC e NC da Germinação.....	46
Quadro 4 - NRs aplicadas à unidade	45
Quadro 5 - EPIs aplicados à unidade.....	46

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AET	Análise Ergonômica do Trabalho
AV	Argumento de vendas
EPI	Equipamento de proteção individual
IEA	<i>International Ergonomics Association</i>
IM	Índice de melhoria
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
NC	Necessidades do cliente
NR	Norma Regulamentadora
PDP	Processo de Desenvolvimento de Produto
QFD	Desdobramento da Função da Qualidade
RC	Requisitos do cliente
RP	Requisitos do produto
SIEPP	Sistemática para a integração da ergonomia no projeto de produtos
UCD	<i>User Centered Design</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO	16
1.2 JUSTIFICATIVA	18
1.3 OBJETIVOS	18
1.3.1 Objetivo geral	19
1.3.2 Objetivos específicos	19
1.4 DELIMITAÇÕES DA PESQUISA	19
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO	20
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	21
2.1 ERGONOMIA E PROJETO DE PRODUTO	21
2.1.1 Ergonomia	21
2.1.1.1 Normas Regulamentadoras	22
2.1.1.1.1 NR 6 - Equipamentos de Proteção Individual	23
2.1.1.1.2 NR 9 - Avaliação e controle das exposições ocupacionais a agentes físicos, químicos e biológicos	24
2.1.1.1.3 NR 11 - Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais	25
2.1.1.1.4 NR 12 - Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos	25
2.1.1.1.5 NR 15 - Atividades e Operações Insalubres	27
2.1.1.1.6 NR 17 - Ergonomia	27
2.1.1.1.7 NR 23 - Proteção Contra Incêndios	28
2.1.1.1.8 NR 24 - Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho	28
2.1.1.1.9 NR 26 - Sinalização de Segurança	29
2.1.1.1.10 NR 35 - Trabalho em altura	29
2.1.2 Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP)	29
2.1.2.1 <i>Desdobramento da função da qualidade (QFD) aplicada ao PDP</i>	31
2.1.2.1.1 Critérios de Kano	32
2.1.2.2 <i>Matriz Morfológica</i>	33
2.1.3 Ergonomia do produto	33
2.1.4 Projeto centrado no usuário	34
3 METODOLOGIA	36
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	36
3.2 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA	37
3.3 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO	39
3.3.1 Fase 1 - Definição do Projeto Informacional do PDP da Unidade	40
3.3.1.1 Visão geral do projeto	40
3.3.1.2 Construção da Casa da Qualidade	40
3.3.2 Fase 2 - Definição do Projeto Conceitual do processo de produção da	

Unidade	40
3.3.2.1 Desenvolvimento da Matriz Morfológica do Projeto	40
3.3.3 Fase 3 - Definição do Projeto Preliminar do PDP da Unidade	41
3.3.3.1 Proposição de medidas preventivas ergonômicas e de segurança	41
4 RESULTADOS DA PESQUISA	42
4.1 PROJETO INFORMACIONAL	42
4.1.1 Visão geral do projeto	42
4.1.2 Casa da qualidade	43
4.1.2.1 Etapa 1 - Requisitos dos clientes	43
4.1.2.2 Etapa 2 - Necessidades dos clientes	44
4.1.2.3 Etapa 3 - Requisitos do produto	47
4.1.2.4 Etapa 4 - Matriz de relacionamento	49
4.1.3 Etapa 5 - Matriz de correlação	50
4.1.3.1 Etapa 6 - Grau de importância	52
4.1.3.2 Etapa 7 - Benchmarking de mercado	52
4.1.3.3 Etapa 8 - Qualidade planejada	53
4.2 PROJETO CONCEITUAL	56
4.2.1 Matriz Morfológica	57
4.2.1.1 Alternativa 1	58
4.2.1.1.1 Recebimento e dosagem	58
4.2.1.1.2 Germinação e Tratamento	60
4.2.1.2 Alternativa 2	69
4.2.1.2.1 Recebimento e Dosagem	69
4.2.1.2.2 Germinação e Tratamento	70
4.2.1.3 Alternativa 3	73
4.2.1.3.1 Recebimento e Dosagem	73
4.2.1.3.2 Germinação e Tratamento	74
4.3 PROJETO PRELIMINAR	77
4.3.1 Proposição de medidas preventivas ergonômicas e de segurança de acordo com as NRs.	77
4.3.1.1 NR 6 - Equipamentos de Proteção Individual	79
4.3.1.2 NR 9 - Avaliação e controle das exposições ocupacionais a agentes físicos, químicos e biológicos	82
4.3.1.3 NR 11 - Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais	83
4.3.1.4 NR 12 - Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos	85
4.3.1.5 NR 15 - Atividades e Operações Insalubres	87
4.3.1.6 NR 17 - Ergonomia	88
4.3.1.7 NR 23 - Proteção Contra Incêndios	88
4.3.1.8 NR 24 - Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho	89
4.3.1.9 NR 26 - Sinalização de Segurança	90
4.3.1.10 NR 35 - Trabalho em altura	91

5 CONCLUSÃO	
REFERÊNCIAS	

93
95

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

O agronegócio é o conjunto de operações econômicas de produção e distribuição agropecuárias que envolve serviços, técnicas e equipamentos que se relacionam com ela direta ou indiretamente.

Segundo Galera (2022), o Brasil mostrou rápida reação e força no agronegócio em meio às crises de escala global, como a pandemia da COVID-19 e a guerra entre a Rússia e a Ucrânia. Ainda, segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) (2022), a safra de grãos 2022/2023 pode chegar a 313 milhões de toneladas, um feito inédito no país.

Conforme o que afirmam os dados do Cepea/Esalq-USP, o agronegócio representa quase 25% do PIB brasileiro e, por ter sido um setor que não parou durante a pandemia, pelo contrário, ganhou força, é um mercado extremamente promissor, tanto interno quanto externamente (DELL TECHNOLOGIES, 2022).

Apesar do poder de reação e força que o Brasil possui no agronegócio em relação a outros países, em território nacional há competitividade interna. Segundo a Comissão Brasileira de Agricultura de Precisão (CBAP), 67% das propriedades agrícolas brasileiras adotaram algum tipo de inovação tecnológica.

Com o avanço da tecnologia, redução dos ciclos de vida dos produtos e maior exigência dos consumidores, Barros Filho (2008) afirma que o desenvolvimento de produtos é um dos processos mais importantes dentro da competitividade industrial, e têm demandado agilidade, produtividade e qualidade cada vez maiores das empresas.

O impacto da tecnologia também pode ser visto na sustentabilidade, em máquinas ou processos que economizam água, energia, ou diminuem danos ao ambiente por meio da redução do uso de químicos e emissão de poluentes em seus processos, por exemplo. Inovação é gerar riqueza e impactos positivos para a sociedade (CAMARGO; SOARES, 2021).

Segundo Rodrigues (2002), esse impacto também pode ser visto nos processos de hidroponia presente na agricultura. A hidroponia é uma técnica de cultivo protegido, na qual o solo é substituído por uma solução aquosa, que contém os elementos minerais essenciais aos vegetais (FURLANI et al. 1999).

À medida que a urbanização acelerada, os desastres naturais, as mudanças climáticas e o uso indiscriminado de produtos químicos e pesticidas apresentam desafios à agricultura tradicional baseada no solo, o cultivo hidropônico está se tornando cada vez mais popular em

todo o mundo. Isso se deve à sua capacidade de utilizar e gerenciar recursos de forma eficiente, além de produzir alimentos de alta qualidade (NISHA et al, 2018, tradução nossa).

Assim, a hidroponia emerge como uma inovação tecnológica na agricultura, com a capacidade de solucionar questões críticas de escassez de recursos. Além disso, ela se apresenta como uma solução sustentável com grande potencial em áreas desérticas, proporcionando rentabilidade aos agricultores (ANDA, José de et al, 2017, tradução nossa).

Considerando que o desenvolvimento de produtos se baseia na resolução de um problema que procura atender uma determinada necessidade humana, é essencial que a preocupação com o usuário seja considerada desde a concepção do produto até a entrega do mesmo para o mercado (REINERT, 2017). Nesse contexto, a incorporação da ergonomia e segurança desde o início do PDP é de suma importância.

Acredita-se que os motivos que levam à ausência de conforto, segurança, eficácia e qualidade, é a falta de perspectiva ergonômica durante o processo do desenvolvimento do projeto, que não leva em consideração, além das condições sociotécnicas, os usuários ou operadores em potencial e suas características fisiológicas e psicológicas (DIAS, 2000).

Monteiro (2004) identifica em sua pesquisa que problemas de saúde de agricultores estão relacionados à “má postura e à sobrecarga física, bem como ao comportamento dos agricultores diante de incidentes e doenças, acumulando cargas físicas e psíquicas”.

Aliado a essas informações, o estudo realizado por Brandenburg (1999) demonstrou que para os agricultores que não têm condições de comprar equipamentos de trabalho mais modernos e tecnológicos, as dificuldades no trabalho são maiores para economizar tempo ou melhorar a rentabilidade, obrigando-os a gastar mais energia física, a trabalhar mais e com maior intensidade. Além disso, Monteiro (2004) alega que a saúde física e mental estão associadas com o uso de equipamentos de proteção individual. Um aspecto importante, é que sua pesquisa afirma que “a depressão aumenta a probabilidade de não exercer comportamentos específicos de segurança”.

Sob o ponto de vista de Ciaccia (2013), assim como processo de desenvolvimento de produtos, a ergonomia e seus domínios físico, cognitivo e organizacional, bem como a segurança, também são um fator decisivo na competição para o sucesso dos produtos no mercado.

A presente pesquisa trata da inserção de aspectos ergonômicos e de segurança durante o processo de desenvolvimento do produto de uma unidade automática de rações hidropônicas.

1.2 JUSTIFICATIVA

Estudos de Broberg (1997) apontam que a integração de aspectos ergonômicos no processo de desenvolvimento de produtos não é algo difundido. Isso se mantém nos dias atuais segundo pesquisas de Reinert (2017). Cerca de 50% dos engenheiros participantes de suas pesquisas não utilizam ergonomia em seus projetos, e 85,7% dos que não utilizam comentaram não entender bem o conceito, o que impede a utilização. Ou seja, sob o ponto de vista de Barrington (2007), um produto deve atender às necessidades do usuário, sejam elas de compreensão, usabilidade ou ergonômicas. Em contrapartida, Rodrigues (2012) coloca que os projetistas possuem uma visão mais técnica sobre o projeto, não levando em consideração aspectos ergonômicos de maneira geral.

A melhora da ergonomia não beneficia somente o usuário do produto, mas também a organização e a sociedade (BARRINGTON, 2007). Isso quer dizer que, implicitamente, a ergonomia pode contribuir para maior eficiência do processo produtivo para a empresa, seja na parte de produção ou de desenvolvimento.

Na agricultura a ergonomia ainda não é difundida num nível desejado, pois os agricultores possuem pouco poder de organização e reivindicação (IIDA, 2005). Segundo ele, é uma área onde se concentram a maior parte dos trabalhos árduos que se conhecem, portanto, de acordo com Dul e Neumann (2009) a identificação dos riscos ergonômicos nos estágios iniciais de desenvolvimento de produtos possui evidências científicas disponíveis de que essa é uma prática benéfica.

Sendo assim, a utilização da ergonomia no processo de desenvolvimento de produto é importante para conduzir soluções com mais segurança, fácil manuseio e execução da tarefa, prevenção de doenças ocupacionais e agregação de valores ao produto (SILVA; NETO; FILHO, 1998; DEJEAN; NÄEL, 2007).

Portanto, a pesquisa proposta mostra relevância pois pode contribuir para maior eficiência do processo produtivo para a empresa e otimização do trabalho e menor esforço físico do trabalhador rural. Ademais, no meio acadêmico ela servirá como referencial teórico sobre ergonomia e concepção de máquinas do segmento rural, dado o desafio em aplicar a ergonomia no desenvolvimento de produto centrado no usuário.

1.3 OBJETIVOS

Para responder a oportunidade de pesquisa são apresentados nesse tópico os objetivos geral e específicos.

1.3.1 Objetivo geral

Propor recomendações ergonômicas e de segurança para o processo de desenvolvimento de produto de uma unidade automática de rações hidropônicas.

1.3.2 Objetivos específicos

- a) Propor alternativas de solução para a unidade automática de rações hidropônicas;
- b) Contribuir com conceitos de ergonomia e segurança aplicados à concepção de máquinas do segmento rural.

1.4 DELIMITAÇÕES DA PESQUISA

Conforme a justificativa e os objetivos apresentados, esse trabalho será aplicado ao caso do Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) da Empresa Gaúcha (nome fictício), localizada no Rio Grande do Sul. A empresa atua no mercado agrícola, fornecendo equipamentos e soluções no segmento voltado à obtenção de sementes.

Este trabalho se concentra na participação da elaboração de alternativas da matriz morfológica com foco na aplicação da ergonomia e segurança no PDP. Embora sejam considerados aspectos econômico-financeiros em algumas escolhas de alternativas de solução do produto, esse não é o foco do estudo, não tendo sido desenvolvida uma análise aprofundada dos custos envolvidos.

Como o produto é novo e está na fase de concepção, não é possível testar a movimentação de cargas e nem verificar a inserção de medidas ergonômicas e de segurança, elas serão só recomendações. Pelo mesmo motivo também não é possível fazer uma AET. Os aspectos ergonômicos foram atribuídos após as escolhas das soluções da matriz morfológica.

Vale ressaltar que esse trabalho está delimitado para atendimento das necessidades de um cliente - Fazenda Piloto (nome fictício), e às fases de projeto informacional, conceitual e

preliminar do PDP (Anexos 4, 5, 6 e 7), não abrangendo-o por completo. O projeto detalhado não está no escopo dessa pesquisa.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho é composto por cinco capítulos. O primeiro capítulo apresenta a introdução ao tema da pesquisa, objetivos geral e específicos, delimitação da pesquisa e estrutura do trabalho.

O segundo capítulo apresenta a fundamentação teórica sobre os temas presentes na pesquisa: ergonomia e processo de desenvolvimento de produto.

O terceiro capítulo apresenta a caracterização da pesquisa, o objeto de estudo e a metodologia utilizada para atingir os objetivos da pesquisa.

O quarto capítulo apresenta as possíveis soluções e recomendações para o projeto e os resultados da pesquisa.

O quinto e último capítulo apresenta as conclusões finais dessa pesquisa.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 ERGONOMIA E PROJETO DE PRODUTO

2.1.1 Ergonomia

A *International Ergonomics Association – IEA*, define oficialmente a ergonomia como:

A Ergonomia (ou Fatores Humanos) é uma disciplina científica relacionada ao entendimento das interações entre os seres humanos e outros elementos ou sistemas, e à aplicação de teorias, princípios, dados e métodos a projetos a fim de otimizar o bem estar humano e o desempenho global do sistema. Os ergonomistas contribuem para o planejamento, projeto e a avaliação de tarefas, postos de trabalho, produtos, ambientes e sistemas de modo a torná-los compatíveis com as necessidades, habilidades e limitações das pessoas (IEA, 2000).

Segundo Iida (2005), a ergonomia pode ser trabalhada em domínios especializados dadas características de um sistema. São elas:

- a) Ergonomia física: atividades associadas à atividade física no posto de trabalho que possam comprometer a saúde e segurança do trabalhador, do manuseio de materiais ao projeto do posto de trabalho;
- b) Ergonomia cognitiva: atividades que envolvem esforço mental, como percepção, memória, raciocínio e respostas motoras, associados à relações interpessoais e interações homem-máquina;
- c) Ergonomia organizacional: abrange a estrutura organizacional, suas políticas e processos, se tratando de trabalho cooperativo, cultura organizacional, gestão da qualidade da empresa, comunicação e projeto do trabalho.

Para que essas características estejam presentes em um sistema, existem objetivos básicos da ergonomia apontados por Iida (2005) que devem ser alcançados: saúde, segurança, satisfação e eficiência do trabalhador. Os três primeiros são trazidos como primordiais para que haja desempenho no sistema, e que a partir deles a eficiência seja uma consequência, e não um objetivo principal. Esses objetivos buscam reduzir situações que tenham consequências provocadas pela falta de ergonomia física, cognitiva e organizacional.

Ainda que não haja curso para formação de ergonomistas, com exceção dos cursos de pós-graduação, Iida (2005) coloca que a união de alguns profissionais das áreas de

saúde, engenharia, administração, e outros, pode ser proveitosa na solução de problemas ergonômicos. Essa contribuição mútua pode ser classificada em quatro tipos:

- a) Ergonomia de concepção: ocorre no início do projeto do produto, máquina, ambiente ou sistema. Essa é considerada a melhor situação, pois as alternativas podem ser melhor avaliadas. Porém, as alternativas são hipotéticas e precisam ser simuladas através de modelos físicos 3D ou computacionais para serem validadas;
- b) Ergonomia de correção: é utilizada para corrigir situações já existentes que comprometem a saúde, segurança e qualidade da produção do trabalhador. Essa situação está longe da ideal, porque muitas vezes a ação corretiva não é a ideal, é apenas melhor que a atual, e pode possuir alto custo de implantação devido às adaptações imprevistas que terão que ser feitas;
- c) Ergonomia de conscientização: procura instruir os trabalhadores sobre riscos ergonômicos aos quais eles estão sujeitos. Esses riscos podem não ter sido totalmente solucionados nas fases de concepção e/ou correção, bem como podem ser novos riscos imprevistos;
- d) Ergonomia de participação: envolve o próprio usuário da máquina ou sistema na solução dos problemas, baseado na crença de que o envolvido na operação a conhece mais do que o projetista.

Como nem sempre os riscos são mapeados com antecedência na concepção dos projetos, novos riscos podem surgir de desgastes naturais das máquinas e equipamentos, modificações introduzidas pelos serviços de manutenção, alteração dos produtos e da programação da produção, introdução de novos equipamentos, substituição de trabalhadores e assim por diante (IIDA, 2005). Desse modo, os ergonomistas devem estar preparados para pensar em soluções que sejam economicamente viáveis para serem implementadas.

2.1.1.1 Normas Regulamentadoras

As Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho e Emprego, ou NR, servem para assegurar a saúde e segurança nos ambientes de trabalho no Brasil segundo a CLT do art. 154 a 201, Lei n.º 6.514, de 22 de dezembro de 1977 (VERGARA, 2023).

Atualmente existem 37 NR no país estabelecidas pelo Ministério do Trabalho. Dez das trinta e sete NRs foram consideradas pertinentes ao presente estudo de caso.

2.1.1.1.1 NR 6 - Equipamentos de Proteção Individual

A NR 6 estabelece regras e requisitos quanto aos Equipamentos de Proteção Individual. É uma legislação obrigatória para empresas que tenham funcionários em regime CLT. Os Equipamentos de Proteção Individual, ou EPIs, são equipamentos que o empregador deve fornecer ao trabalhador para evitar riscos e proteger sua saúde, bem como é dever do trabalhador usar, conservar e comunicar ao empregador sempre que precisar substituir um equipamento (BRASIL, 2022b).

Cabe à organização, quanto ao EPI, segundo a NR 6, no que diz o subitem 6.5.1:

- a) adquirir somente o aprovado pelo órgão de âmbito nacional competente em matéria de segurança e saúde no trabalho;
- b) orientar e treinar o empregado;
- c) fornecer ao empregado, gratuitamente, EPI adequado ao risco, em perfeito estado de conservação e funcionamento;
- d) registrar o seu fornecimento ao empregado, podendo ser adotados livros, fichas ou sistema eletrônico, inclusive, por sistema biométrico;
- e) exigir seu uso;
- f) responsabilizar-se pela higienização e manutenção periódica, quando aplicáveis esses procedimentos, em conformidade com as informações fornecidas pelo fabricante ou importador;
- g) substituir imediatamente, quando danificado ou extraviado;
- h) comunicar ao órgão de âmbito nacional competente em matéria de segurança e saúde no trabalho qualquer irregularidade observada.

2.1.1.1.2 NR 9 - Avaliação e controle das exposições ocupacionais a agentes físicos, químicos e biológicos

Esta NR estabelece os requisitos para a avaliação das exposições ocupacionais a agentes físicos, químicos e biológicos quando identificados no Programa de Gerenciamento de Riscos

- PGR, previsto na NR-1, e subsidiá-lo quanto às medidas de prevenção para os riscos ocupacionais (BRASIL, 2021). Esses riscos podem incluir ruído excessivo, vibrações, radiações, agentes químicos nocivos, agentes biológicos, entre outros.

A identificação das exposições ocupacionais aos agentes físicos, químicos e biológicos (Figura 1) deverá considerar, segundo a NR 9, no que diz o subitem 9.3.1:

- a) descrição das atividades;
- b) identificação do agente e formas de exposição;
- c) possíveis lesões ou agravos à saúde relacionados às exposições identificadas;
- d) fatores determinantes da exposição;
- e) medidas de prevenção já existentes;
- f) identificação dos grupos de trabalhadores expostos.

Figura 1 - Sinalização de recipientes de substâncias químicas.

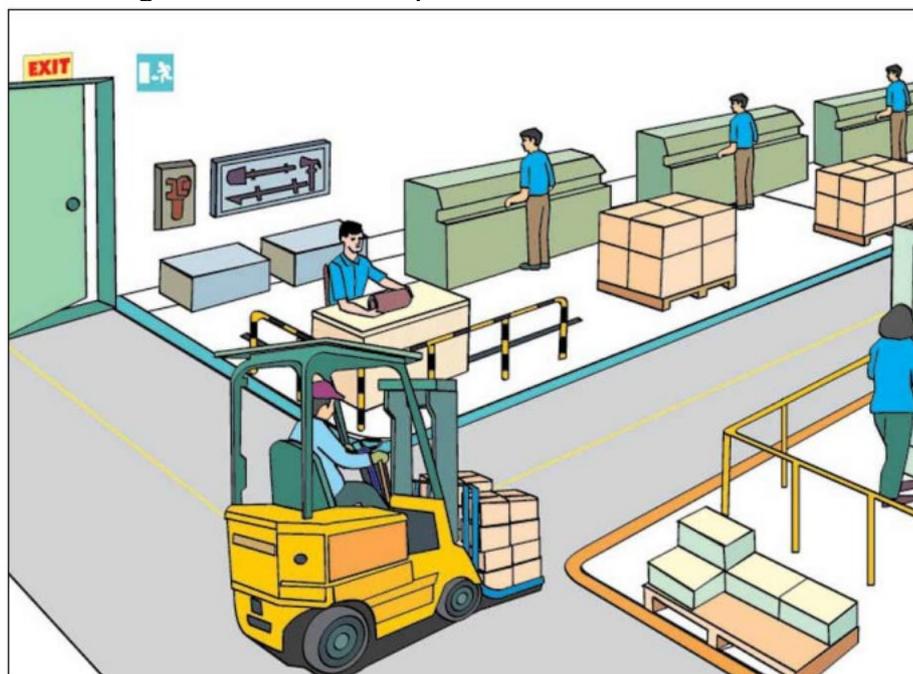


Fonte: *International Ergonomics Association* (2018).

2.1.1.1.3 NR 11 - Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais

A NR 11 estabelece os requisitos de segurança para Normas de segurança para operação transporte, movimentação, armazenagem e manuseio de materiais através de elevadores, guindastes, transportadores industriais, máquinas transportadoras (BRASIL, 2016). A Figura 2 ilustra a recomendação.

Figura 2 - Vias de transporte sinalizadas e desobstruídas.



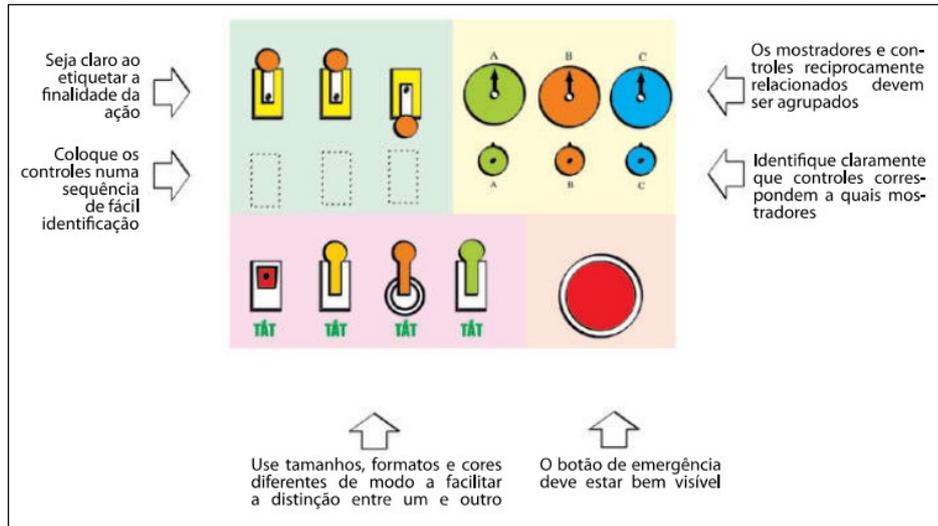
Fonte: *International Ergonomics Association* (2018).

2.1.1.1.4 NR 12 - Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos

Esta Norma Regulamentadora - NR e seus anexos definem referências técnicas, princípios fundamentais e medidas de proteção para resguardar a saúde e a integridade física dos trabalhadores e estabelece requisitos mínimos para a prevenção de acidentes e doenças do trabalho nas fases de projeto e de utilização de máquinas e equipamentos, e ainda à sua fabricação, importação, comercialização, exposição e cessão a qualquer título (BRASIL, 2022c, p. 1).

As Figuras 3, 4 e 5 ilustram as recomendações.

Figura 3 - Acondicionamento dos acionadores e interruptores.



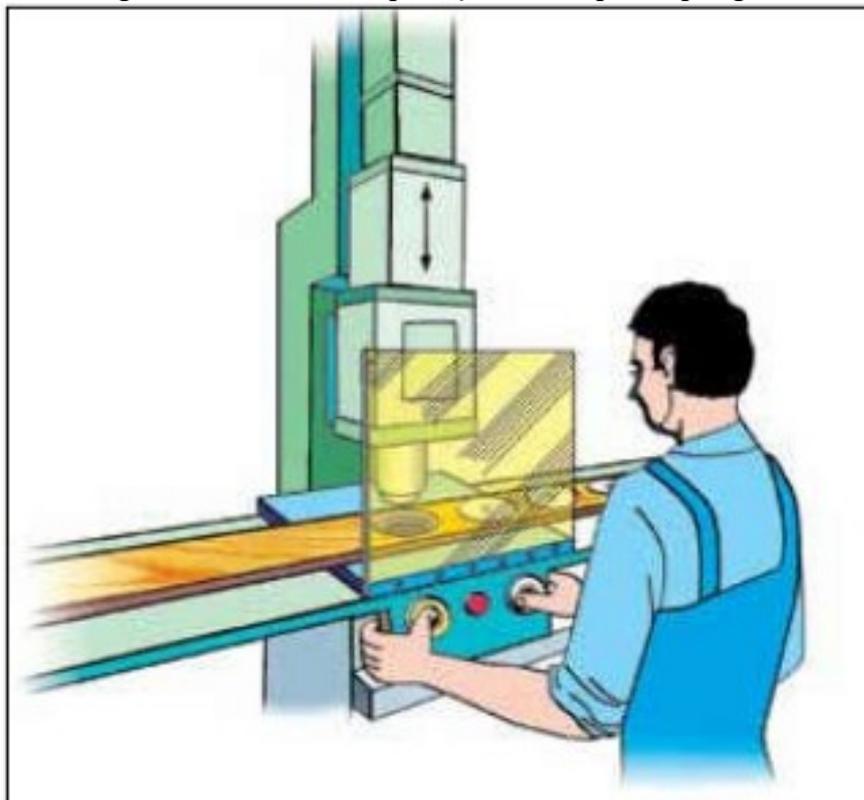
Fonte: International Ergonomics Association (2018).

Figura 4 - Placas e sinais de advertência.



Fonte: International Ergonomics Association (2018).

Figura 5 - Barreiras de proteção contra partes perigosas.



Fonte: International Ergonomics Association (2018).

2.1.1.1.5 NR 15 - Atividades e Operações Insalubres

A NR 15 estabelece os limites de tolerância para cada tipo de risco que pode ser encontrado no ambiente de trabalho. São consideradas insalubres as atividades ou operações que se desenvolvem acima dos limites de tolerância previstos nos Anexos da norma (BRASIL, 2022d).

2.1.1.1.6 NR 17 - Ergonomia

Esta Norma Regulamentadora visa a estabelecer parâmetros que permitam a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar um máximo de conforto, segurança e desempenho eficiente. As condições de trabalho incluem aspectos relacionados ao levantamento, transporte e descarga de materiais, ao mobiliário, aos equipamentos e às condições ambientais do posto de trabalho e à própria organização do trabalho (BRASIL, 2022e, p. 1).

2.1.1.1.7 NR 23 - Proteção Contra Incêndios

A NR 23 define as condições de segurança contra possibilidade de incêndios. Segundo a norma, é dever da fazenda adotar medidas de prevenção e providenciar aos trabalhadores informações sobre:

- utilização dos equipamentos de combate ao incêndio;
- procedimentos para evacuação dos locais de trabalho com segurança;
- dispositivos de alarme existentes.

A Figura 6 ilustra a recomendação.

Figura 6 - Sinalização de saída de emergência e extintor de incêndio.



Fonte: *International Ergonomics Association* (2018).

2.1.1.1.8 NR 24 - Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho

Esta norma estabelece as condições mínimas de higiene e de conforto a serem observadas pelas organizações, devendo o dimensionamento de todas as instalações regulamentadas por esta NR tem como base o número de trabalhadores usuários do turno com maior contingente (BRASIL, 2022g, p. 1).

2.1.1.1.9 NR 26 - Sinalização de Segurança

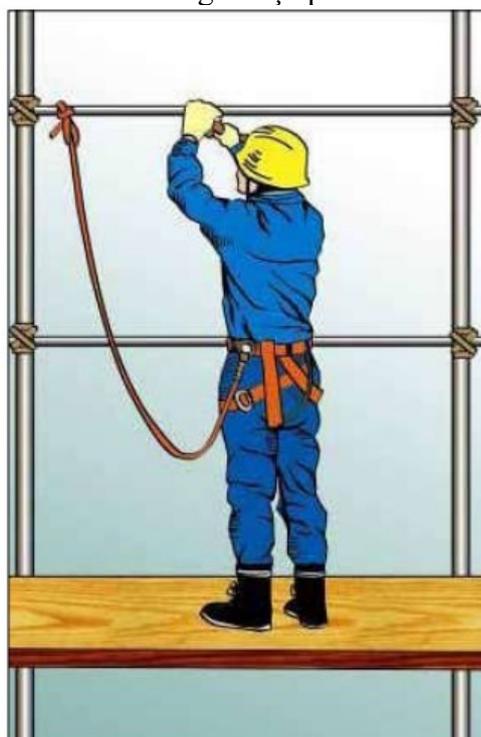
Essa norma é referente a regulamentação sobre as cores utilizadas nas sinalizações de segurança dos ambientes de trabalho. Em síntese, ela oferece recomendações sobre utilização de cores para identificar os equipamentos de segurança como EPI e extintores, delimitar áreas, sinalizar entradas e saídas de emergência, identificar tubulações empregadas para a condução de líquidos e gases e advertir contra riscos, entre outros (BRASIL, 2022h).

2.1.1.1.10 NR 35 - Trabalho em altura

Esta Norma estabelece os requisitos mínimos e as medidas de proteção para o trabalho em altura, envolvendo o planejamento, a organização e a execução, de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores envolvidos direta ou indiretamente com esta atividade (BRASIL, 2022i, p. 1).

A Figura 7 ilustra a recomendação.

Figura 7 - Pontos de segurança para trabalho em altura.



Fonte: *International Ergonomics Association* (2018).

2.1.2 Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP)

Ser superior e inovador no processo de desenvolver novos produtos é essencial para garantir a competitividade da empresa para atender as necessidades dos consumidores (LORANDI, 2009).

De modo geral, desenvolver produtos consiste em um conjunto de atividades por meio das quais busca-se, a partir das necessidades do mercado e das possibilidades e restrições tecnológicas, e considerando as estratégias competitivas e de produto da empresa, chegar às especificações de projeto de um produto e de seu processo de produção, para que a manufatura seja capaz de produzi-lo (ROZENFELD et al. 2006).

As atividades e decisões do Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) ocorrem analogamente ao processo de antecipação e resolução de problemas da ergonomia: Rosenfeld et al. (2006) afirma que é necessário que haja uma equipe multidisciplinar de diferentes áreas da empresa, para que cada uma, sob uma perspectiva diferente, possa contribuir de forma integrada e complementar, a fim de se antecipar às necessidades dos clientes e reduzir o tempo de lançamento do produto. Semelhante ao que ocorre na ergonomia, adequações posteriores “podem ser difíceis e caras de serem revertidas nas fases em que o produto já se encontra em produção e uso no mercado” (ROZENFELD et al. 2006).

O PDP é o gerenciamento de como as etapas de um projeto devem ser estruturadas e operacionalizadas, de forma a torná-lo um processo eficiente e eficaz (LORANDI, 2009). Esse processo é um conjunto de atividades complexas que envolve equipes multidisciplinares, e, além dos interesses dos clientes que desejam novidades e melhores produtos a preços acessíveis, existem interesses internos e externos, que segundo Baxter (1998), são:

- vendedores que desejam diferenciações e vantagens competitivas;
- projetistas que querem simplicidade e facilidade de fabricação montagem;
- *designers* que gostariam de experimentar novos materiais, processos e soluções;
- empresários que desejam retorno rápido sobre seu investimento;
- fornecedores que almejam grandes pedidos com boa programação de entrega e alto retorno.

Após o lançamento, o PDP também envolve o acompanhamento no pós-vendas para realizar mudanças necessárias decorrentes de sua utilização, e futuramente planejar a sua

descontinuidade (ROZENFELD et al. 2006). Portanto, o projeto de um produto tem seu início com o consumidor e nele termina (LORANDI, 2009).

Lorandi (2009) conclui que diante de todos os interesses internos e externos da organização, o Processo de Desenvolvimento de Produtos deve ser estruturado de forma que haja ligação entre todas as partes envolvidas garantindo que o fluxo de atividades e informações entre elas ocorra de forma acertada.

2.1.2.1 Desdobramento da função da qualidade (QFD) aplicada ao PDP

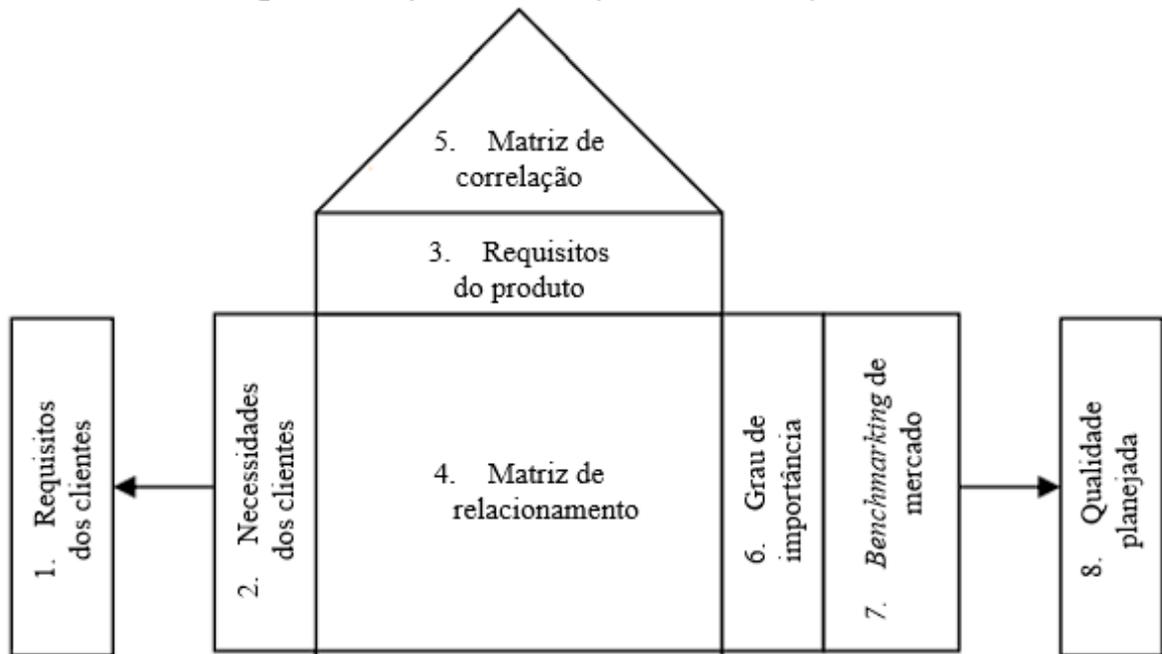
O QFD (*Quality Function Deployment* em inglês, ou Desdobramento da função da qualidade em português), é uma técnica que pode ser utilizada durante o processo de desenvolvimento de produto, e tem por objetivo auxiliar a equipe de desenvolvimento a incorporar ao projeto as reais necessidades dos clientes de forma a melhor solucionar o problema apresentado (CARRAFA, 2007). Desta forma, produtos com maior qualidade desenvolvidos em menor tempo têm seu lançamento atrelado à maior chance de sucesso (CHENG, 1995; HAUSER et al. 1988). O QFD também pode auxiliar no planejamento da definição dos itens que serão comprados, adaptados e os que serão desenvolvidos em conjunto com os fornecedores.

Segundo Rosales et. al (2021), é de suma importância para o agricultor que o desenvolvimento de máquinas seja uma tendência em crescimento, pois ele faz parte de um nicho de trabalho que carece de máquinas aliadas à ergonomia que auxiliem em seu trabalho. Portanto, o QFD é uma ferramenta que possibilita a integração da tecnologia com os requisitos e necessidade do trabalhador rural, de modo a beneficiar seu trabalho.

Em resumo, o QFD resulta em diminuição de problemas no início da produção, menos mudanças no projeto, e encurta os ciclos de desenvolvimento do produto. Com isso, é consequente o aumento da produtividade e a redução de custos (GUAZZI, 1999).

O método QFD consiste na construção de uma ou mais matrizes. A matriz que será utilizada no QFD é chamada de “Casa da Qualidade”, cujo principal objetivo é traduzir as necessidades dos clientes em requisitos do produto (GUAZZI, 1999). A Figura 8 ilustra o passo a passo para construção da Casa da Qualidade.

Figura 8 - Etapas da construção da Casa da Qualidade.



Fonte: Adaptado de Rozenfeld, et al. (2006, p. 227).

2.1.2.1.1 Critérios de Kano

A classificação das NC de acordo com as prioridades internas da empresa Gaúcha. Essa classificação foi feita através dos Critérios de Kano. O Modelo Kano de qualidade atrativa e obrigatória (KANO et al. 1984) propõe a classificação dos atributos como óbvio (O), linear (L) e excitante (E).

Um atributo excitante significa que aquela característica surpreende o cliente de maneira positiva. Se o atributo é linear, quer dizer que traz maior satisfação aos clientes à medida que aumenta o nível de desempenho do produto. E, por último, se o atributo é óbvio, ele possui característica(s) que os clientes acreditam que seja(m) óbvia(s) que deve(m) existir naquele produto, e que o cliente não percebe quando ele funciona corretamente, mas provoca insatisfação quando seu desempenho não é suficiente (NUMA, 2023).

Essas classificações precisam ser muito bem pensadas para que não haja decisões errôneas.

Atributos básicos não trarão satisfação superior se a empresa tiver desempenho acima dos concorrentes e acima da média do mercado. Neste caso, o esforço de melhoria seria desnecessário. Por outro lado, introduzir um atributo atrativo, de alto custo, por se estar com desempenho inferior aos concorrentes também pode ser um erro, pois um desempenho inferior nestes atributos não traz insatisfação aos clientes. Neste caso a

empresa poderia estar desviando recursos de outras áreas mais relevantes (TONTINI; SANTANA, 2008).

Ambas as classificações combinadas resultaram em um grau de importância geral, utilizando a mesma escala de 1, 3 e 5, calculadas de acordo com a Figura 9.

Figura 9 - Cálculo do grau de importância geral.

Peso Cliente	Interno Empresa	Grau de Importância Geral
Alto	Óbvio	Alto
Alto	Linear	Alto
Alto	Excitante	Alto para os excitantes mais altos e baixo para os demais excitantes (não deve haver muitos excitantes)
Alto	Indiferente	Baixo
Baixo	Óbvio	Alto
Baixo	Linear	Baixo
Baixo	Excitante	Baixo
Baixo	Indiferente	Baixo

Fonte: Rozenfeld (2023).

2.1.2.2 Matriz Morfológica

A Análise Morfológica, desenvolvida em 1948 por Fritz Zwickey, estuda todas as combinações possíveis entre os elementos ou componentes de um produto ou sistema. Essa análise busca identificar, indexar, contar e parametrizar a coleção de todas as possíveis alternativas para se alcançar o objetivo determinado (BAXTER, 2000).

Ainda segundo Baxter (2000), o método de análise deve seguir as seguintes regras:

- I. O problema a ser solucionado deve ser descrito com grande precisão;
- II. Deve-se identificar as variáveis que caracterizam o problema;
- III. Cada variável deve ser dividida em classes, tipos ou estágios distintos;
- IV. As soluções possíveis devem ser procuradas nas combinações entre as classes.

2.1.3 Ergonomia do produto

A concepção sobre a ergonomia do produto sob a ótica de Iida (2005), alega que, independentemente da complexidade e do tamanho do produto, o seu uso está destinado a satisfazer necessidades humanas. Para que essa interação ocorra bem, os produtos devem ter as seguintes características básicas:

- a) Qualidade técnica: é a capacidade de funcionamento do produto, englobando características como eficiência, rendimento, ausência ou quantidade de ruídos ou vibrações, facilidade de limpeza, manutenção, durabilidade, entre outros;
- b) Qualidade ergonômica: corresponde a uma boa interação do usuário com o produto, como “facilidade de manuseio, adaptação antropométrica, fornecimento claro de informações, facilidade de “navegação”, compatibilidades de movimentos e demais itens de conforto e segurança” (IIDA, 2005, p. 316);
- c) Qualidade estética: característica que corresponde ao prazer do usuário ao usufruir do produto. Pode ser relacionada à cores, texturas, tamanho, design, formas, materiais, e outros.

A aplicação da ergonomia no projeto de produtos, portanto, busca ajustar os produtos aos seus usuários potenciais. Neste caso, o foco da ergonomia deve ser nas definições de requisitos e limitações técnicas desde as primeiras fases do projeto (JACKSON; DISCHINGER; DUARTE, 2007).

2.1.4 Projeto centrado no usuário

O projeto centrado no usuário é uma atividade multidisciplinar, que incorpora conhecimento e técnicas sobre fatores humanos e ergonomia com o objetivo de aumentar a eficácia e produtividade e melhorar as condições humanas de trabalho (OLIVEIRA, 2012, p. 33).

O termo “Projeto Centrado no Usuário” foi inicialmente usado na área de interação humano-computador na Universidade da Califórnia em San Diego na década de 1980 (NORMAN et al. 1986). Apesar da aplicabilidade do termo “Projeto Centrado no Usuário” (*User Centered Design* - UCD) ter sido inicialmente destinada ao desenvolvimento de sistemas de computadores, Kelly (2014) afirma que ele tem sido gradualmente introduzido em outras disciplinas de projeto, como no desenvolvimento de produtos. O UCD só foi formalizado através da norma ISO 13407 – *Human Centred Design Processes for Interactive Systems*, de junho de 1999.

(JORDAN, 1998; TULLIS et al. 2008; MAGUIRE, 2001) apud. (ARAÚJO, 2014) que ao desenvolver um produto, sabe-se que o mesmo se destina ao uso por pessoas com

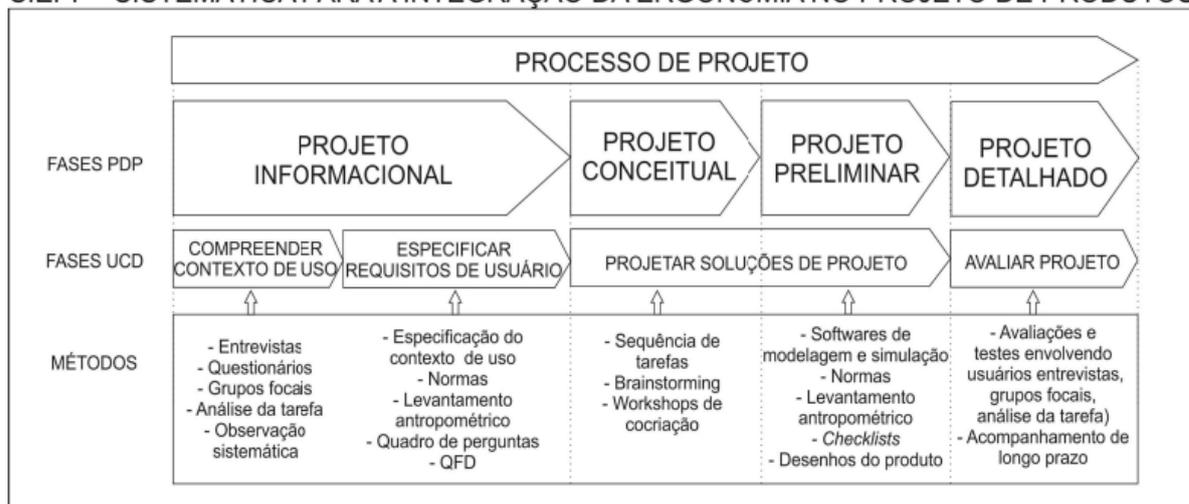
características específicas, e que estes usuários terão determinados objetivos e desejarão executar determinadas tarefas com este produto.

A afirmação de Barrington (2007) corrobora com essa ideia ao colocar que o objetivo do Projeto Centrado no Usuário é projetar o produto para atender o usuário, que resulte em uma solução para o problema técnico, mas que o foco seja o usuário, e não o objeto.

Desse modo, a introdução da ergonomia no projeto centrado no usuário através do PDP nas suas fases iniciais pode beneficiar não só o usuário, mas a equipe de desenvolvimento, a organização, os fornecedores e a sociedade (BARRINGTON, 2007). Isso corrobora com a ideia de Araujo (2014), que afirma que a ergonomia introduzida nas fases iniciais do PDP pode contribuir com melhores escolhas na busca por soluções que tenham custo reduzido.

Reinert (2017) desenvolveu a Sistemática para a integração da ergonomia no projeto de produtos - SIEPP, que foi inspirada na metodologia de desenvolvimento de produtos proposto por Back et al. (2008), o PDP (Figura 10). A SIEPP sugere etapas e métodos para coleta de dados durante o PDP.

Figura 10 - Visão geral da SIEPP.
SIEPP - SISTEMÁTICA PARA A INTEGRAÇÃO DA ERGONOMIA NO PROJETO DE PRODUTOS



Fonte: Reinert (2017).

3 METODOLOGIA

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Para Gil (2008), a pesquisa científica é um método de se obter respostas para um problema através da aplicação de conhecimentos intelectuais e técnicos por meio de procedimentos científicos.

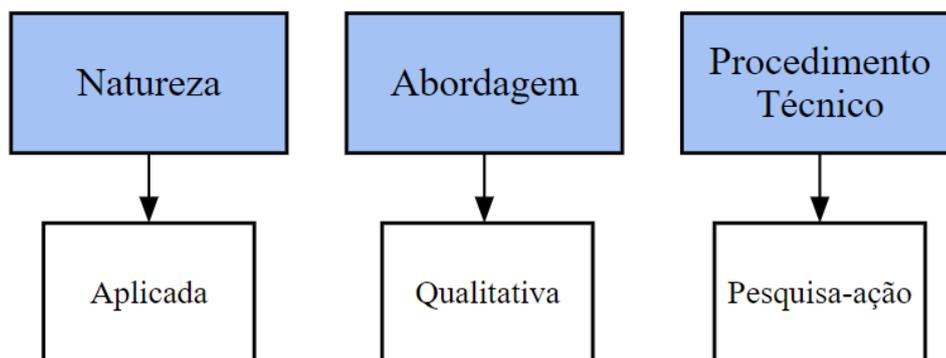
A natureza da pesquisa é considerada aplicada, pois segundo Gil (2008), a pesquisa apresenta interesse na aplicação para solução de problemas específicos e seus resultados dependem das descobertas e consequências práticas dos conhecimentos do pesquisador.

A abordagem do problema é considerada qualitativa, pois os resultados da pesquisa não podem ser quantificados, eles devem ser interpretados e traduzidos de forma empírica.

Por último, o procedimento técnico utilizado para realizar a pesquisa é a pesquisa-ação, pois segundo Thiollent (1985, p. 14), “é um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos do modo cooperativo ou participativo.”

A Figura 11 apresenta um esquema sobre a caracterização dessa pesquisa.

Figura 11 - Caracterização da pesquisa.



Fonte: A autora (2022).

A natureza da pesquisa configura-se aplicada uma vez que foi feita a introdução da ergonomia centrada no usuário na concepção de uma unidade automática de produção de rações hidropônicas, caso de uma máquina específica onde houve participação da autora.

A abordagem qualitativa desta pesquisa justifica-se pois os resultados trazidos são em forma comparativa, utilizando conhecimentos técnicos e empíricos sobre a ergonomia nas propostas advindas das metodologias usadas para a concepção das máquinas.

E, por fim, segundo Gil (2008), a pesquisa é do tipo pesquisa-ação, pois possui participação do autor do projeto na concepção inicial da máquina, e depois, da autora da pesquisa na inserção de elementos de ergonomia e segurança nas alternativas de solução do projeto da unidade automática de rações hidropônicas.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

A empresa Gaúcha, responsável pelo desenvolvimento do produto - unidade automática de rações hidropônicas -, atua no mercado agrícola, fornecendo equipamentos e soluções no segmento voltado à obtenção de sementes, sendo sua especialidade o desenvolvimento de máquinas destinadas ao beneficiamento de sementes. Sua linha de produtos atende desde pequenas unidades rurais até grandes sementeiras (GAÚCHA, 2022).

A empresa foi fundada em fevereiro de 2000, inicialmente fazendo reformas em equipamentos, depois começando a fabricá-los. Ao longo do tempo foi se especializando em projetos de máquinas e equipamentos do segmento de sementes.

Buscando satisfazer as necessidades dos seus atuais clientes e ampliar suas vendas, a empresa Gaúcha iniciou o desenvolvimento de um equipamento para a produção de Rações Hidropônicas com a marca GreenFOOD. Segundo Gaúcha (2022), rações hidropônicas são oriundas da transformação de grãos de diferentes espécies como arroz, aveia, centeio, cevada, milho, milheto, trigo, triticale em brotos vivos com as seguintes características e/ou benefícios:

- a) fornecimento de hormônios naturais pela ingestão de um alimento vivo (brotos);
- b) independência das condições climáticas como chuva ou seca para a manutenção de altas taxas de produtividade em sistemas de confinamento;
- c) mais barato que alimentar com o alto grão (até 60%), e mais barato que a alimentação em sistema de *free stall* (até 50%).

Em fevereiro de 2019 a empresa Gaúcha implementou um primeiro protótipo de um Sistema de Produção de Rações Hidropônicas, comercializou, e após *feedbacks* dos clientes sobre o novo produto - Equipamento de Produção de Rações Hidropônicas, começou a realizar

a integração da tecnologia como parte de sistema maior e mais complexo, para a proposição de uma Unidade Automática de Produção de Rações Hidropônicas automatizada com Gestão 4.0.

Gaúcha (2022) afirma que com o sistema de automação para Gestão 4.0 da Unidade Automática de Produção de Rações Hidropônicas proposta, conseguiu-se mensurar em laboratório os seguintes benefícios:

- a) eliminação das atividades diárias de manejo dos grãos, de grande esforço físico, para a produção de rações hidropônicas, evitando ainda o incremento de Mão de Obra aos produtores de proteína animal exclusivamente para a produção da alimentação;
- b) redução dos custos operacionais, de contratação de mão de obra exclusiva para a produção de rações, e redução dos gastos com produtos de limpeza e tratamento da água empregada no sistema.

Além dos benefícios citados, apesar dessa pesquisa não abranger os custos envolvidos, a empresa entendeu que também poderia ter ganhos qualitativos ao envolver a introdução da ergonomia em forma de projeto centrado no usuário na concepção da nova máquina.

Para implementar um projeto piloto da Unidade Automática de Rações Hidropônicas, a empresa Gaúcha conta com a parceria produtiva da Fazenda Piloto, localizada no Rio Grande do Sul. Os principais setores de atuação da empresa são a produção de leite, criação de bovinos de corte e comércio de animais vivos. Portanto, as necessidades dos clientes estarão relacionadas às necessidades da fazenda parceira, tratando-se de clima, sementes a serem produzidas, animais que serão alimentados, espaço para acomodar o protótipo, entre outros.

Desse modo, a contribuição da ergonomia será no PDP da unidade automática de rações hidropônicas da Empresa Gaúcha em parceria produtiva com a Fazenda Piloto.

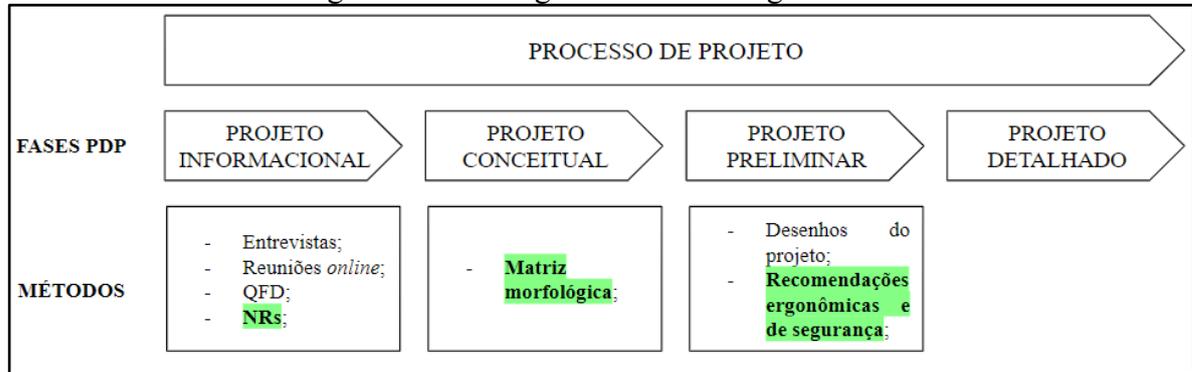
A unidade automática de rações hidropônicas é um projeto FINEP de inovação para a indústria da empresa Gaúcha em parceria produtiva com a Fazenda Piloto, tendo a UFSC como consultora técnico-científica do projeto.

3.3 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Na Figura 12, encontram-se as fases e métodos adotados pela autora para desenvolver essa pesquisa, ambos foram baseados na metodologia de Reinert (2017). Os métodos destacados em verde e negrito foram desenvolvidos pela autora, e os outros pela equipe da

Empresa Gaúcha. No caso da matriz morfológica, a primeira alternativa foi desenvolvida pela Empresa Gaúcha, e as outras duas pela autora. O Projeto detalhado não faz parte do escopo deste trabalho.

Figura 12 - Visão geral da metodologia adotada.



Fonte: Adaptado de Reinert (2017).

Esse método se iniciou no Projeto Informacional, dando uma visão geral do projeto que foi construído em conjunto através de entrevistas abertas entre a Empresa Gaúcha e a Fazenda Piloto. Depois, em reuniões *online* entre a Empresa Gaúcha e a equipe de professores da UFSC foram sendo construídos os QFDs da unidade para definição dos requisitos do projeto. Como o protótipo é uma segunda versão, a autora teve acesso a referências do projeto anterior e selecionou as Normas Regulamentadoras que fariam parte do PDP.

Para o Projeto Conceitual, foi desenvolvida a Matriz Morfológica e escolhida sua primeira alternativa pela Empresa Gaúcha. Posteriormente, a autora sugeriu outras duas alternativas.

Para o projeto preliminar foram desenvolvidos desenhos do projeto de acordo com a primeira alternativa da matriz morfológica, e, sobre esses desenhos foram inseridas recomendações específicas de ergonomia e segurança para a unidade automática.

O procedimento metodológico detalhado apresenta três fases.

3.3.1 Fase 1 - Definição do Projeto Informacional do PDP da Unidade

3.3.1.1 Visão geral do projeto

O projeto do protótipo da Unidade Automática de Rações Hidropônicas conta com uma equipe multidisciplinar para atender todas as necessidades e áreas de conhecimento necessárias para seu desenvolvimento.

A Empresa Gaúcha é representada pelos donos, engenheiros e projetistas. A equipe da UFSC é formada pela autora, 2 professores da Engenharia de Produção e um professor de Engenharia de Controle e Automação da UFSC.

3.3.1.2 Construção da Casa da Qualidade

Em uma primeira versão, foi feita apenas uma casa da qualidade para a parte da seção da Unidade de produção de ração, incluindo os segmentos de automação. Porém, essa casa da qualidade apresentava muitas informações para diferentes segmentos de projeto. Então foi decidido que cada segmento dessa pesquisa - Recebimento e dosagem, Tratamento e Germinação -, teria uma casa da qualidade para que cada requisito e necessidade do cliente e respectivo(s) requisito(s) de produto ficassem melhor detalhados e claros.

Para coleta de dados foram feitas entrevistas abertas em forma de conversas entre a Fazenda Piloto e a Empresa Gaúcha para entender seus requisitos e necessidades.

3.3.2 Fase 2 - Definição do Projeto Conceitual do processo de produção da Unidade

3.3.2.1 Desenvolvimento da Matriz Morfológica do Projeto

No caso desse novo produto, por exemplo, uma variável possível poderia ser “material”, e suas classes “aço inoxidável”, “nylon” e “PVC”. Outra variável poderia ser “isolamento térmico”, e suas classes “*container*”, “isopor” ou “lã de rocha”. Desse modo, teríamos 2 variáveis que se desdobram em 3 classes cada uma, totalizando 9 possibilidades, resultado da multiplicação do número de variáveis de cada classe ($3 \times 3 = 9$).

Em projetos de engenharia muito extensos pode ser difícil analisar todas as combinações possíveis, então, Baxter (2000) sugere que as classes sejam categorizadas por pontos, por exemplo, para que as alternativas sejam escolhidas de acordo com os maiores somatórios. Outros critérios também podem ser estabelecidos, como facilidade de mão de obra, materiais disponíveis, custos, entre outros.

Neste trabalho, as variáveis são chamadas de função, e as classes de solução. As variáveis são resultado dos Requisitos de Projeto, e as soluções serão pensadas em conjunto com a empresa Gaúcha. As escolhas foram feitas com base em critérios de preço, facilidade de instalação, fabricação e uso, durabilidade, e melhor atendimento aos requisitos de projeto.

3.3.3 Fase 3 - Definição do Projeto Preliminar do PDP da Unidade

3.3.3.1 Proposição de medidas preventivas ergonômicas e de segurança

O projeto preliminar conta com recomendações ergonômicas e de segurança para que os primeiros esboços do projeto sejam desenvolvidos. Essas recomendações que devem ser adequadas ao projeto da máquina e ao ambiente em que ela está inserida serão propostas no capítulo 4, na parte de resultados.

Para entender que recomendações são essas, foi feita uma consulta ao livro “Pontos de Verificação Ergonômica”, proposto por *International Labour Office* em colaboração com a *International Ergonomics Association* (2018), e uma adaptação dessas recomendações para o projeto da Unidade Automática.

4 RESULTADOS DA PESQUISA

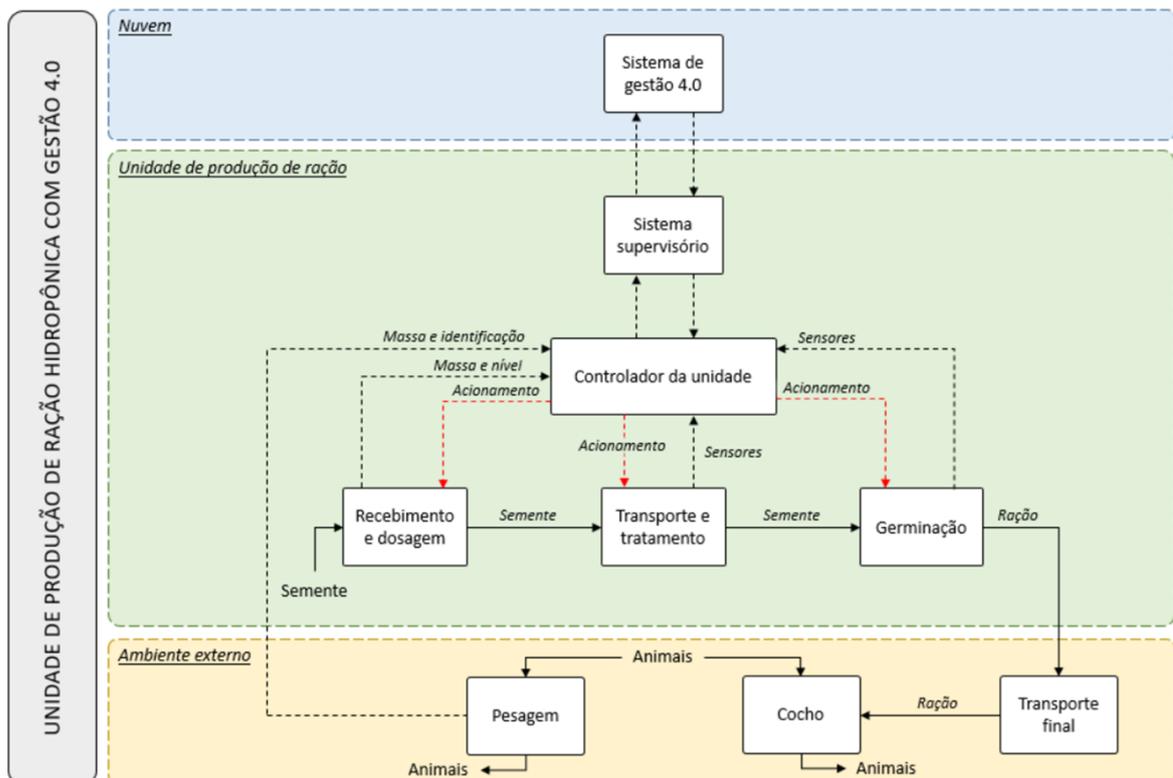
4.1 PROJETO INFORMACIONAL

4.1.1 Visão geral do projeto

O protótipo da unidade automática de produção de rações hidropônicas é uma máquina que busca satisfazer as necessidades dos clientes e ampliar as vendas da empresa, pois há uma forte concorrência no mercado.

Para que tanto as necessidades do cliente quanto a ampliação de vendas ocorram, a máquina foi dividida em seções (Nuvem, Unidade de produção de rações e Ambiente externo) de acordo com a sua função, que juntas constituem o sistema como um todo. A Figura 13 apresenta a visão geral do projeto.

Figura 13 - Visão geral do projeto.



Fonte: Gaúcha (2023).

A seção do projeto abordada na pesquisa é a “Unidade de produção de ração”, que engloba os segmentos de Recebimento e dosagem, Tratamento e Germinação. Os segmentos

de Sistema supervisorio e Controlador da unidade não estão presentes nessa pesquisa, pois são da área de Controle e Automação, e nem as seções “Nuvem” e “Ambiente externo”.

As decisões tomadas ao longo do desenvolvimento do projeto foram discutidas em reuniões *online* entre a Empresa Gaúcha e os professores da UFSC. As reuniões começaram em 13/09/2022 e eram realizadas a cada duas semanas até 31/05/2023.

Já o desenvolvimento do projeto por parte da autora foi feito de forma autônoma e isolada.

4.1.2 Casa da qualidade

Neste capítulo, os resultados da Casa da Qualidade serão apresentados segmentados, da etapa 1 até a 8, e os resultados completos podem ser visualizados nos Anexos 1, 2 e 3.

4.1.2.1 Etapa 1 - Requisitos dos clientes

A primeira etapa da construção da casa da qualidade é o levantamento dos requisitos dos clientes (RC). Através das entrevistas, a Fazenda Piloto, que atua na produção de leite com um rebanho de aproximadamente 700 animais, apontou que o protótipo da parceria produtiva será usado para alimentação de novilhas em um primeiro momento, podendo se estender para as vacas lactantes posteriormente. A Fazenda Piloto cultiva sua própria semente, que nesse caso é a aveia. Logo, a casa da qualidade só se preocupa com o grão a partir do armazenamento.

Outro requisito do cliente é que a Unidade possa ser removida e/ou migrada para outro local dentro da fazenda posteriormente. Isso porque em um primeiro momento ela será instalada próxima às novilhas, mas futuramente ela poderá se estender para lugares dentro da fazenda que fique mais próximas de outros animais, como mostra a Figura 14. A Figura 14 mostra onde estão localizadas as novilhas (ponto 1), onde provavelmente se instalará a Unidade (ponto 2) e onde ficam as vacas lactantes (ponto 3).

Figura 14 - Vista de cima da Fazenda Piloto.



Fonte: Google Maps (2023).

4.1.2.2 Etapa 2 - Necessidades dos clientes

A segunda etapa foi o desdobramento dos RC em necessidades do cliente (NC), deixando-as mais específicas, onde na etapa 3 elas se desdobram em requisitos do produto (RP) que podem ser mensurados para que consigam atender as NC. Uma NC pode ter um número ilimitado de RP. Os RC (à esquerda) e NC (à direita) de cada segmento podem ser observados nos Quadros 1, 2 e 3.

Quadro 1 - RC e NC do Recebimento e dosagem.

Armazenamento	Espaço disponível de X m ²
	Armazenamento em bag
	Armazenamento de diferentes espécies
	Condições ambientais adequadas
Abastecimento	Abastecimento a cada 2 dias
	Facilidade de movimentação
	Definição da quantidade de semente
	Evitar dano mecânico na semente
Dosagem	Facilidade e precisão da dosagem

Fonte: Gaúcha (2023).

O espaço disponível requerido refere-se ao espaço que deverá comportar os recipientes de embalagem da semente, que serão *bags* nesse caso. Acondicionar as *bags* é uma necessidade do cliente pois ele alegou que faz dessa forma com as sementes que possui na fazenda.

Também é necessário que haja uma estrutura para o acondicionamento de diferentes sementes dentro da unidade sem misturá-las, para que a qualquer momento, qualquer uma possa ser escolhida para germinação. Aliada a essa estrutura deve haver condições ambientais adequadas para preservação da semente, tratando-se de espaço físico e condições climáticas.

Do mesmo modo que o acondicionamento em *bags*, o abastecimento a cada dois dias foi uma necessidade do cliente. Esse processo deve ser feito de maneira fácil, pois são *bags* que pesam cerca de uma tonelada e esse trabalho será realizado por uma ou mais pessoas através de uma ou mais máquinas. Além de auxiliar no levantamento do peso das *bags*, a facilidade na operação ajuda a evitar dano mecânico na semente durante sua movimentação e não prejudicar sua taxa de conversão de germinação da semente em ração.

Por último, também é uma necessidade do cliente que a máquina disponibilize dados sobre quantidade de semente a ser produzida para que esse cálculo não tenha erro humano e nem seja feito de forma manual, e tenha facilidade e precisão de dosagem para minimizar os erros de semente germinada esperada.

Quadro 2 - RC e NC do Tratamento.

Tratamento	Descontaminação das sementes
	Incluso no processo

Fonte: Gaúcha (2023).

Por necessidade dos clientes e como forma de deixar o processo mais enxuto, a descontaminação das sementes foi definida para ocorrer durante o processo, um pouco antes da germinação, não antes e nem fora da Unidade Automática.

Isso foi determinado pois se as sementes são descontaminadas antes, seu peso e volume aumentam, fazendo com que a taxa de conversão de germinação esperada não seja atingida, pois a quantidade de sementes será menor para o mesmo peso. Além disso, uma semente úmida corre o risco de grudar nas paredes da Unidade antes de passar pela germinação, aumentando a possibilidade de apodrecimento e contaminação da mesma dentro do equipamento. Ademais, uma semente com dano mecânico não germina e impacta na taxa de conversão de germinação esperada.

Quadro 3 - RC e NC da Germinação.

Capacidade produtiva	Processamento de 1000 Kg/DIA de semente
Flexibilidade	Permitir uso de diferentes espécies de sementes
Eficiência	Assegurar taxa de conversão pra semente processada
Qualidade	Confiabilidade do processo
	Ração livre de contaminantes
Manutenção	Limpeza semanal

Fonte: Gaúcha (2023).

O processamento de 1000 kg/dia de semente foi uma NC definida pelos clientes da empresa Gaúcha, pois é uma medida que comporta a quantidade de animais que poderão ser alimentados no futuro junto com as novilhas.

Permitir o uso de diferentes espécies de semente é uma NC que consegue atender a todos os tipos de grãos para alimentar os diferentes tipos de animais.

Assegurar taxa de conversão para a semente processada implica que toda ou a maior parte da semente vire ração. Isso garante, de acordo com o tipo, qualidade e potencial germinativo da semente, que uma porcentagem dela se transformará em ração. Essa NC garante que o processo saia conforme o planejado, e que não haja surpresas no resultado da germinação.

A confiabilidade do processo busca garantir que ele funcionará conforme o esperado, e a ração livre de contaminantes é importante para que os grãos germinem saudáveis e também não haja intoxicação dos animais que irão consumi-los.

E a Limpeza semanal espera garantir que não haja falhas na máquina que possam gerar prejuízos de manutenção corretiva, e nem atrapalhar ou atrasar o processo.

4.1.2.3 Etapa 3 - Requisitos do produto

Definidos os RC e as NC, os RP de cada fase foram desdobrados, e estão ilustrados nas Figuras 15, 16 e 17.

Figura 15 - RP do Recebimento e dosagem.

VOLUME DE ARMAZENAMENTO
QUANTIDADE DE BAG
NÚMERO DE REPARTIÇÕES
TEMPERATURA DO ARMAZENAMENTO
UMIDADE DO AMBIENTE DE ARMAZENAMENTO
PERCENTUAL DE PRESENÇA DE PRAGAS
VOLUME DE ABASTECIMENTO
PERCENTAGEM DE DANO MECÂNICO DA SEMENTE
TEMPO DE MOVIMENTAÇÃO DA SEMENTE
VOLUME ADAPTADO A CAPACIDADE GERMINATIVA
VARIÇÃO ACEITÁVEL DE MASSA
FAIXA DE MEDIÇÃO NECESSÁRIA

Fonte: Gaúcha (2023).

O volume de armazenamento é um RP que irá depender do tamanho da área de armazenamento e quantidade de *bags* a serem armazenadas, sendo esse também outro RP. O número de repartições tem relação com a quantidade e diferentes tipos de sementes, para que elas não se misturem ao serem armazenadas próximas. Já a temperatura e umidade do ambiente de armazenamento e percentual de presença de pragas fazem referência ao que seriam

condições ambientais adequadas para que os grãos armazenados não sofram nenhum tipo de dano.

O volume de abastecimento está relacionado com o intervalo de tempo em que ocorrem os abastecimentos, ele deve bastar para o período definido, bem como a definição da quantidade de semente deve levar em consideração o volume adaptado à capacidade germinativa. Já o tempo de movimentação da semente refere-se à facilidade de movimentação dela das *bags* até o abastecimento. Esse é um indicador que também está relacionado à evitar dano mecânico na semente, mensurado pela porcentagem de dano mecânico.

A dosagem do grão pode ser mensurada por uma variação da massa da semente, e para que isso ocorra é necessário definir uma faixa de medição que a balança suporte para pesagem dos grãos.

Figura 16 - RP do Tratamento.

Reagente	Meio do tratamento	Tempo do aplicação	Concentração do descontaminante	Porcentual de eficiência do processo	Etapa
----------	--------------------	--------------------	---------------------------------	--------------------------------------	-------

Fonte: Gaúcha (2023).

Para realizar a descontaminação das sementes durante o processo de produção da ração, foram definidos RP que pudessem mensurar sua eficiência e eficácia, apresentados na Figura 17.

Figura 17 - RP da Germinação.

Volume de germinação diário	Tempo de germinação	Espécies de sementes	Variação de temperatura	Variação da umidade	Concentração de descontaminante	Tempo de exposição ao descontaminante	Tempo de iluminação	Temperatura da água	Qualidade da água	Tempo médio entre falhas	Tempo médio de reparo	Volume de água por área	Período de aspersão
-----------------------------	---------------------	----------------------	-------------------------	---------------------	---------------------------------	---------------------------------------	---------------------	---------------------	-------------------	--------------------------	-----------------------	-------------------------	---------------------

Fonte: Gaúcha (2023).

O processamento de 1000 kg/dia de semente pode ser mensurado em volume de germinação diário, que também tem relação com o tempo de germinação de cada semente. Sendo assim, levando em consideração o tempo de germinação máximo de 6 dias para as diferentes sementes dos clientes, estima-se que o volume de germinação diário seja de 6 a 7 mil kg/dia, pois enquanto a primeira leva de sementes germinou, há uma segunda, processada um dia depois, que está no seu quinto dia de germinação, e assim por diante. Sempre haverá grãos em diferentes fases de germinação, num ciclo que pode durar até 6 dias, e o sistema deverá comportar todos.

Por se tratar de um protótipo que deverá atender diferentes clientes de diferentes regiões do país que consomem diferentes tipos de grãos, o sistema deverá ter flexibilidade para processar diferentes espécies diferentes, que serão definidas posteriormente.

Para que haja eficiência e qualidade no processo e assegurar a taxa de conversão para a semente processada, confiabilidade do processo e ração livre de contaminantes, alguns RP em comum desses RC foram apontados. São eles: variação de temperatura, variação da umidade, concentração de descontaminante, tempo de exposição ao descontaminante, tempo de iluminação, temperatura da água, qualidade da água, volume de água por área e período de aspersão. Eles devem ser RP controláveis e ajustáveis para cada tipo de semente e suas especificações.

Por fim, para que haja menos manutenções corretivas e mais preditivas, tempo médio entre falhas e tempo médio de reparo foram apontados como indicadores de manutenção nos RP.

4.1.2.4 Etapa 4 - Matriz de relacionamento

O passo 4 foi deixar visível a correlação entre RC e RP conforme seu valor definido na matriz de relacionamento. Esses valores podem ser utilizados como critérios de avaliação, escolha e priorização (EVERTON FARINA, 2010). A classificação foi dividida em forte (9), moderado (3) e fraco (1) ou não aplicável, quando não há correlação. Os graus de correlação foram escolhidos de acordo com a familiaridade dos RP com as NC, ou seja, os RP que foram elencados de acordo com alguma NC, tiveram uma correlação mais forte, do que os que não tiveram, e vice-versa, não sendo isso uma regra, podendo haver variações.

4.1.3 Etapa 5 - Matriz de correlação

A matriz de correlação - ou telhado da casa da qualidade - entre os requisitos do produto foi elaborada de modo a permitir a compreensão da influência dos RP uns sobre os outros. Logo abaixo da matriz de correlação existe um campo para um direcionador de melhoria, que acusa sobre a quantidade, qualidade ou intensidade que deve ter aquele requisito. A simbologia utilizada para fazer as correlações está indicada na Figura 18, e a simbologia para o direcionamento de melhoria na Figura 19.

Figura 18 - Simbologia da matriz de correlações.

Correlação	
++	Posit. Forte
+	Posit. Fraco
	Inexistente
-	Neg. Fraca
--	Neg. Forte

Fonte: Gaúcha (2023).

Figura 19 - Simbologia do direcionador de melhoria.

Direcionador de melhoria	
0	não importa a variação do valor
>>	quanto maior o valor melhor
<<	quanto menor o valor melhor

Fonte: Gaúcha (2023).

Portanto, as simbologias utilizadas para o telhado de cada QFD foram as ilustradas nas Figuras 20, 21 e 22.

Figura 20 - Matriz de correlação do Recebimento e dosagem.

Volume de armazenamento										
Temperatura do armazenamento										
Umidade do ambiente de armazenamento	-	-								
Percentual de presença de pragas	-	-	+							
Volume de abastecimento	+									
Porcentagem de dano mecânico da semente	-									
Tempo de movimentação da semente	++				-	+	-			
Varição aceitável de massa medida	-				-	-	-			
Faixa de medição necessária										
Direcionador de melhoria >>>>	>>	0	<<	<<	>>	<<	<<	<<	<<	>>
	Volume de armazenamento	Temperatura do armazenamento	Umidade do ambiente de armazenamento	Percentual de presença de pragas	Volume de abastecimento	Porcentagem de dano mecânico da semente	Tempo de movimentação da semente	Varição aceitável de massa medida	Faixa de medição necessária	

Fonte: Gaúcha (2023).

Figura 21 - Matriz de correlação do Tratamento.

Reagente						
Meio do tratamento	+					
Tempo de reação	++					
Concentração do descontaminante	++	+	+			
Porcentual de eficiência do processo	+	+	++	+		
Etapa do processo	+	-	++		+	
Direcionador de melhoria >>>>			<<	<<	>>	<<
	Reagente	Meio do tratamento	Tempo de reação	Concentração do descontaminante	Porcentual de eficiência do processo	Etapa do processo

Fonte: Gaúcha (2023).

no produto da concorrência. Algumas NC da Concorrente X tiveram notas maiores devido à experiência de mercado. As notas foram atribuídas de acordo com essas comparações.

4.1.3.3 Etapa 8 - Qualidade planejada

O passo 7 foi definir o cálculo inicial da qualidade planejada em relação às NC, onde foi definido um plano de qualidade com notas de 1 a 5, sendo 1 importância mínima, e 5 importância máxima para a empresa Gaúcha em relação ao grau de importância que o cliente havia determinado no passo 5. As NC que tiveram plano de qualidade com nota mínima (1) são aquelas em que o nosso produto e o concorrente possuem notas máximas iguais. Já as que possuem nota intermediária (3) é porque possuem chance de melhoria, mas não são prioridade, e as que têm nota máxima é porque possuem prioridade no plano de qualidade.

As notas do plano de qualidade planejada também foram atribuídas pensando em qual seria o foco de melhoria pensando na relação entre grau de importância conferido pelo cliente e *benchmarking*.

Imediatamente após é calculado automaticamente o Índice de Melhoria (IM), dado pela Equação 1.

$$IM = \frac{\text{Plano de Qualidade Planejada}}{\text{Situação atual (Benchmark) do Nosso Produto}} \quad (1)$$

Portanto, os Índices de Melhoria de cada fase foram:

- Recebimento e dosagem: As NC de definição de armazenamento em *bag*, armazenamento de diferentes espécies de sementes, quantidade de semente a ser processada, evitação de dano da semente e frequência de abastecimento foram consideradas no mesmo nível da concorrência, obtendo nota 3, com exceção da última, que obteve nota 1, mas são NC que exigem alto nível de qualidade para continuar na concorrência e atingir seus objetivos, portanto, a nota do Plano de Qualidade Planejada foi 5, com exceção do tipo de armazenamento (em *bag*), que não foi considerado tão importante no quesito concorrência. Já as NC de espaço disponível para armazenamento (nota 3), condições ambientais adequadas (nota 3) e facilidade e precisão de dosagem (nota 1) ficaram níveis abaixo da concorrência, que obteve notas 5, 5 e 2 respectivamente. Dos três,

apenas o último não recebeu nota máxima no Plano de Qualidade Planejada, obtendo nota 3, por se tratar de uma NC que não é considerada decisiva para a competitividade da empresa e do produto. Por fim, a NC facilidade de movimentação (nota 3) foi a única com nota maior do que a concorrência (nota 1). Ainda pensando em concorrência e ergonomia, essa é uma NC que precisa de melhoria, mas que não é tão competitiva quanto as outras, portanto, seu Plano de Qualidade Planejada recebeu nota 3. Desse modo, as NC que tiveram maior índice de melhoria foram espaço disponível para armazenamento, armazenamento de diferentes espécies de sementes, condições ambientais adequadas, quantidade de semente a ser processada e evitação de dano da semente, com índice igual a 1,67.

- Tratamento: a NC de descontaminação das sementes (nota 3) ficou atrás da concorrente (nota 5). Sendo esse um fator muito importante para competitividade e segurança do processo, o índice de melhoria atribuído foi 5. Já o tratamento ser incluído no processo, está no mesmo nível da concorrente (nota 1). Há bastante espaço para melhorias nesse sentido, porém, não é uma prioridade e também não é urgente para que o processo funcione, portanto o índice de melhoria atribuído foi 3. Mesmo assim, o maior índice de melhoria foi o da segunda NC, ficando com nota final 3, e a primeira NC obteve nota 1,67.
- Germinação: As NC para que a Unidade Automática tenha capacidade produtiva de 1000 kg de sementes processadas por dia e flexibilidade para permitir o uso de diferentes espécies de semente hoje são consideradas no mesmo nível do concorrente, e avaliados com nota máxima (5). Portanto, o plano de melhoria para essas NC são mínimos hoje, e por esse motivo foram avaliados com nota também mínima (1). A necessidade de que a ração seja livre de contaminantes também está no mesmo nível da concorrente, porém, sua nota ainda não é máxima (4). Por esse motivo, ainda há espaço para melhorias, mas elas não são as de maior urgência, pensando na concorrência. Desse modo, o plano de melhoria para essa NC foi avaliado com nota 3. Em relação à taxa de conversão da semente processada, confiabilidade do processo e limpeza semanal, o produto da empresa Gaúcha está em desvantagem em relação à concorrente, e, por isso, foi atribuída nota máxima (5) ao Plano de Qualidade dessas NC. Desse modo,

as NC que tiveram o maior índice de melhoria foram a confiabilidade no processo e a limpeza semanal, com índice igual a 1,7.

Depois de atribuídos os índices de melhoria, foi conferido a cada NC a nota para Argumento de Vendas (AV). Foram definidas as notas de acordo com a Figura 23.

Figura 23 - Argumento de vendas.

Nível	Valor	Descrição
1.5	argumento forte	o consumidor é sensível a este argumento e é estratégico para a empresa
1.2	argumento de vendas	o consumidor é sensível
1.0	não é argumento de vendas	o consumidor não é sensível a ele

Fonte: Rozenfeld (2023).

Portanto, os Argumentos de Venda foram:

- Recebimento e dosagem: As NC que receberam maior nota de argumento de vendas (1,5) foram as que aos olhos da empresa possuíam um diferencial na hora da compra, que foram o “abastecimento a cada 2 dias” por causa da frequência e “definição da quantidade de semente” na hora do abastecimento de acordo com a necessidade e o planejamento. Em segundo lugar (nota 1,2), o que convenceria os clientes seria “armazenamento de diferentes espécies”, “condições ambientais adequadas” e “evitar dano mecânico na semente”. Por último, como atributos que possuíam menor diferencial na hora da compra (nota 1), foram classificados “espaço disponível de X m²”, “armazenamento em bag”, “facilidade de movimentação” e “facilidade e precisão da dosagem”, pois em relação aos outros atributos, esses não seriam tão relevantes quanto os anteriores em termos de convencimento na hora da venda.
- Tratamento: As NC com maior argumento de vendas (nota 1,5) foram “tratamento incluído no processo”, pois isso o deixaria mais eficiente. Além disso, há maior segurança e ergonomia para os operadores que terão contato com os componentes químicos do processo de descontaminação. “Descontaminação das sementes” recebeu menor importância (nota 1) pois é um argumento de venda óbvio por se tratar do mínimo que o processo necessita para funcionar em

boas condições, além de ter menor relevância quando comparado com o tratamento incluído no processo.

- Germinação: As NC com maior argumento de vendas (1,5) foram a capacidade produtiva de “processamento de 1000 kg/dia de sementes”, pois é considerada uma grande e atrativa quantidade, assim como flexibilidade para “permitir o uso de diferentes espécies de semente”, e a manutenção de “limpeza semanal”, por causa da praticidade e frequência. Em comparação as NC que receberam nota máxima, “assegurar a taxa de conversão da semente processada” e “confiabilidade do processo” receberam nota moderada (1,2), e “ração livre de contaminantes” recebeu nota mínima (1).

A partir das notas atribuídas nos passos anteriores foram calculados automaticamente o Peso Absoluto e Peso Relativo das Qualidades, conforme as Equações 2 e 3. Esses pesos são referentes à qualidade planejada do produto.

$$\text{Peso absoluto} = \text{Grau Importância Geral} * \text{IM} * \text{AV} \quad (2)$$

$$\text{Peso relativo} = 100 * \frac{\text{Peso Absoluto}}{\sum_{i=1}^n (\text{Peso Absoluto})_i} \quad (3)$$

O Peso absoluto consiste na ponderação das NCs de acordo com o Grau de Importância Geral (GI), Índice de Melhoria (IM) e Argumento de Vendas (AV). Já o Peso relativo consiste no Peso absoluto de cada NC dividido pelo somatório dos Pesos absolutos de todas as NC.

Os PR com nota mais alta expõem o que na perspectiva do cliente deveria ser melhorado no produto, pois possuem um plano de qualidade mais alto, associado ao atributo que pode ser melhor no produto concorrente do que no produto da empresa Gaúcha.

Automaticamente também são calculados os graus de importância dos RP, seguindo a mesma lógica dos PR da qualidade.

4.2 PROJETO CONCEITUAL

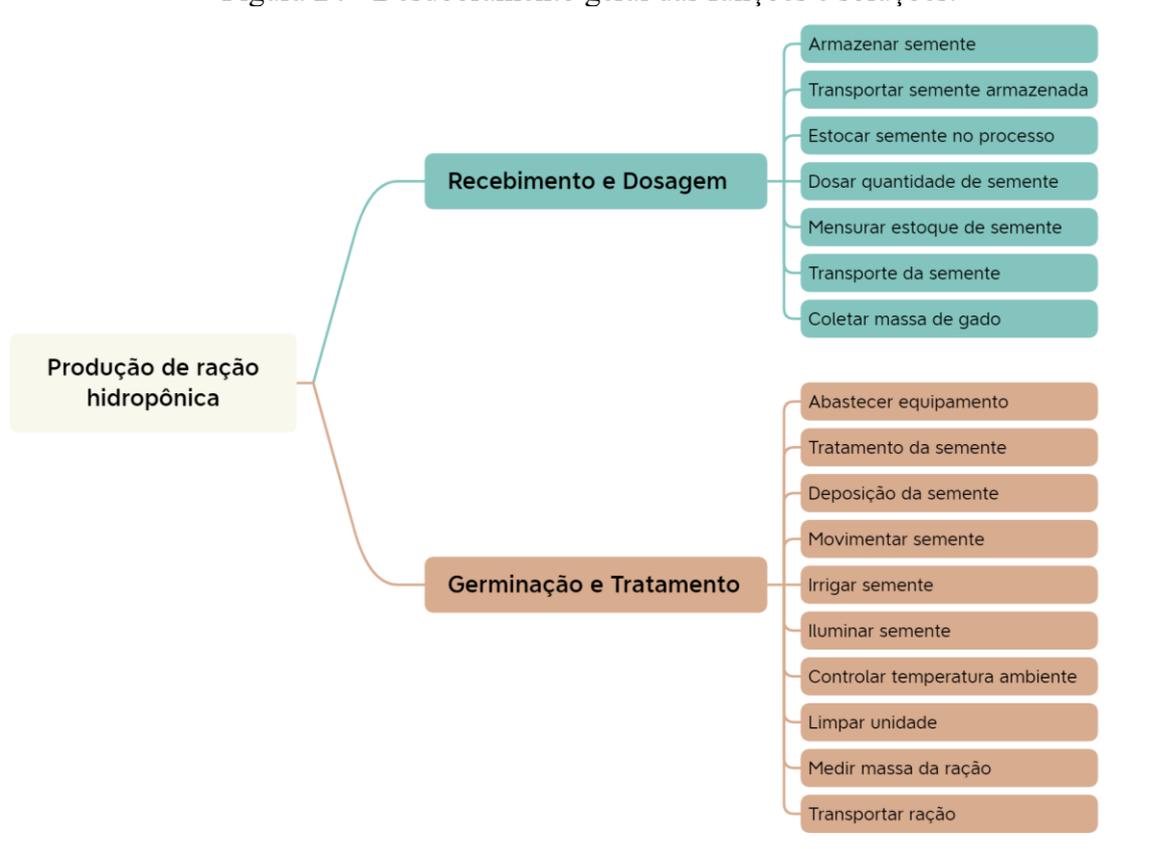
4.2.1 Matriz Morfológica

Os segmentos de Recebimento e dosagem, Tratamento e Germinação foram desdobrados de forma geral em funções para depois serem desmembrados em soluções. O

resultado do desdobramento geral pode ser visto na Figura 24, e o desmembramento das funções e soluções pode ser visto nas alternativas 1, 2 e 3.

O Tratamento foi incluído no processo de Germinação e os desdobramentos foram separados em cores para indicar cada função e suas respectivas soluções. Ademais, “Germinação e Tratamento” foi dividido em duas imagens mesmo sendo a mesma função para melhor leitura das soluções.

Figura 24 - Desdobramento geral das funções e soluções.



Fonte: A Autora (2023).

A partir da concepção unidade automática, serão oferecidas três alternativas de solução para a unidade automática de rações hidropônicas para a empresa a fim de conseguirem adaptar o produto para outros clientes que tenham outros e/ou mais requisitos de projeto.

A alternativa 1 foi desenvolvida pela Empresa Gaúcha, e as soluções escolhidas estão na mesma cor das funções, e as não escolhidas estão em um tom mais claro. Já as alternativas 2 e 3 foram desenvolvidas pela autora, e por isso algumas opções foram adicionadas à matriz para haver mais possibilidades de solução. No segundo caso, as novas alternativas escolhidas estão em rosa para indicar as mudanças.

A alternativa 1 é uma opção que foi construída de acordo com as soluções que fossem mais fiéis aos RC e NC, e também de acordo com a disponibilidade de peças e opção de manufatura que a Empresa Gaúcha possui. As soluções sugeridas podem ser conferidas no item 4.2.1.1 e Figuras 25, 26 e 27.

A alternativa 2 é uma opção mais sofisticada, onde o investimento de capital pode ser maior, visando melhores benefícios e durabilidade das peças e do produto em geral. As soluções sugeridas podem ser conferidas no item 4.2.1.2, e Figuras 31, 32 e 33.

A alternativa 3 é uma opção de menor custo, visando os mesmos objetivos de germinação sem perder a qualidade do produto. As soluções sugeridas podem ser conferidas no item 4.2.1.3 e Figuras 34, 35 e 36.

A alternativa escolhida foi a primeira, pois é a mais próxima do que a Fazenda Piloto necessita, pois as soluções foram planejadas nos seus requisitos e necessidades.

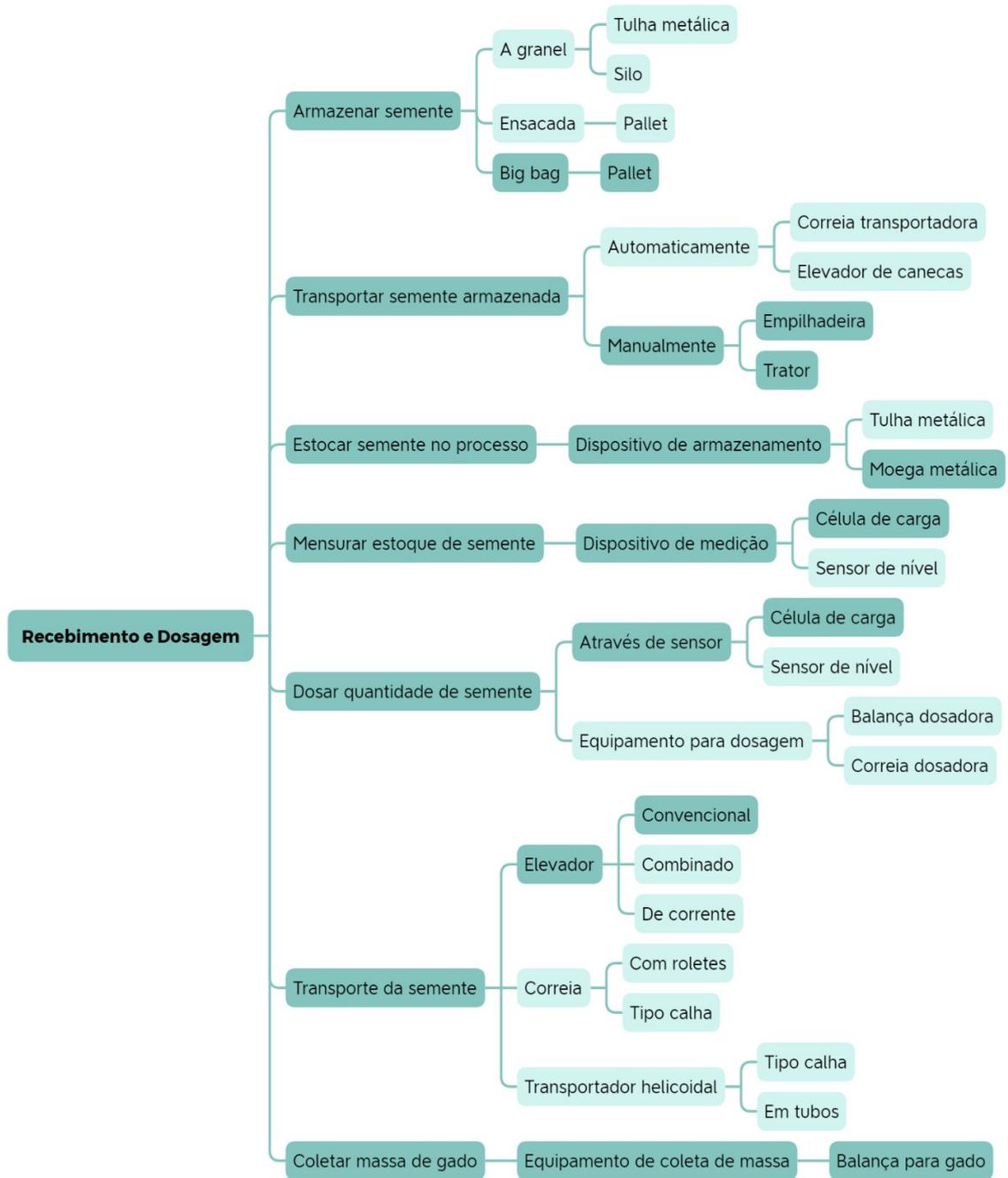
4.2.1.1 Alternativa 1

4.2.1.1.1 Recebimento e dosagem

- **Armazenar a semente:** a escolha por *big bag* foi feita porque a Fazenda Piloto utiliza esse tipo de armazenamento, e, por consequência, a utilização de *pallets* para acomodá-los.
- **Transportar semente armazenada:** Como a semente é armazenada em *big bags*, seu transporte só pode ser feito manualmente, pois é necessário manuseá-los. Sendo assim, foi escolhido o trator ou empilhadeira, pois é o que está disponível na fazenda e é utilizado para este fim.
- **Estocar semente no processo:** o dispositivo de armazenamento escolhido foi a moega metálica pois é o que a empresa fabrica.
- **Mensurar estoque de semente:** foi optado pelo uso da célula de carga na estrutura por causa da confiabilidade do processo, pois o sensor de nível não é tão preciso e nem indicado devido à não uniformidade da densidade das sementes (massas diferentes no mesmo volume devido ao ângulo de repouso da semente no momento da sua deposição).

- **Dosar quantidade de semente:** também foi escolhido o uso da célula de carga na estrutura por causa da confiabilidade do processo, pois o sensor de nível não possui a precisão requerida e a célula de carga possui instalação mais fácil e é mais barata do que a balança e a correia dosadora. Além de ser uma solução mais flexível e simples quanto a programação para o uso, ela é a mesma célula utilizada para mensurar o estoque.
- **Transporte da semente:** A escolha do elevador convencional foi feita por ele ser mais barato, e comumente utilizado para grãos e sementes. Seu uso pode ser programado para diferentes velocidades, pouca altura é requerida no projeto, e o transporte da semente se dá através da gravidade, promovendo mais simplicidade de projeto. Como há limitante de altura do container, quanto menor o espaço, menor a altura do sistema deve ser. Esse elevador atende os requisitos de segurança uma vez que se encontra dentro da unidade automática e é utilizado apenas pelas sementes.
- **Coletar massa de gado:** a balança para gado é o equipamento mais adequado para as medições, pois é simples e preciso.

Figura 25 - Alternativa 1 - Recebimento e Dosagem.



Fonte: A Autora (2023).

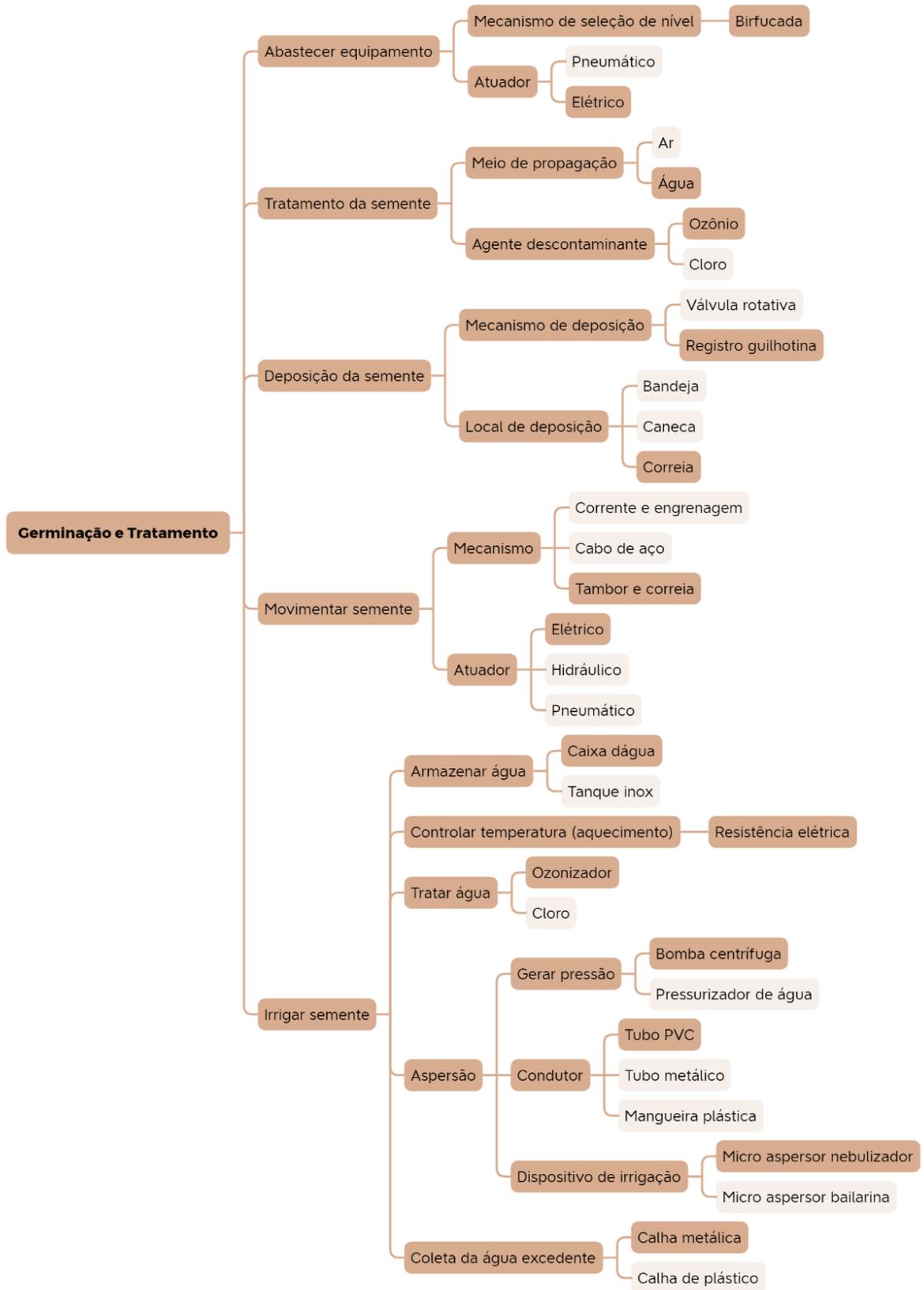
4.2.1.1.2 Germinação e Tratamento

- **Abastecer equipamento:**

- **Mecanismo de seleção de nível:** será bifurcada pois é de fabricação da empresa, portanto, essa escolha será mais fácil e viável.
- **Atuador:** elétrico pela simplicidade de instalação, menor complexidade de sistema e maior eficiência e aproveitamento de energia.
- **Tratamento da semente:**
 - **Meio de propagação:** a água é um meio de propagação de ozônio mais comum para desinfecções.
 - **Agente descontaminante:** foi optado pelo ozônio pois é utilizado pela empresa.
- **Deposição da semente:**
 - **Mecanismo de deposição:** registro guilhotina uniformiza e controla a altura de deposição, o que a válvula rotativa não faz.
 - **Local de deposição:** a correia foi escolhida pela simplicidade do sistema, instalação e menor ocupação de espaço entre elas na sua instalação. Como há limitante de altura do container, quanto menor o espaço, menor a altura do sistema deve ser.
- **Movimentar semente:**
 - **Mecanismo:** tambor e correia, pois é um mecanismo que não possui cantos vivos que podem vir a acumular de sujeira, possui facilidade de limpeza, e é produzido pela empresa.
 - **Atuador:** elétrico pela simplicidade de instalação, menor complexidade de sistema e maior eficiência e aproveitamento de energia.
- **Irrigar semente:**
 - **Armazenar água:** a caixa d'água foi escolhida por ser de mais fácil aquisição e instalação, e menor preço de compra.
 - **Controlar temperatura (aquecimento):** esse protótipo será instalado em uma região fria do país, e por esse motivo precisa de controle apenas de aquecimento. Sendo assim, a opção mais fácil e barata é o uso de uma resistência elétrica.
 - **Tratar água:** foi optado pelo ozonizador pois é utilizado pela empresa, além de ser um sanitizador que reage muito mais rápido que o cloro.

- **Aspersão:** foi escolhido o microaspersor nebulizador, pois segundo pesquisas feitas pela empresa Gaúcha, esse tipo de aspersor é o mais indicado para melhor oxigenação da água durante o processo. Esse dispositivo precisa estar pressurizado para funcionar, portanto, foi escolhida uma bomba centrífuga porque o pressurizador de água não fornece pressão suficiente para o processo. E para canalizar a água da aspersão foi selecionado um tubo PVC pois é mais barato que o tubo metálico e mais bonito visualmente do que a mangueira plástica.
- **Coleta de água excedente:** através de calha metálica pois é de fabricação da empresa, portanto, essa escolha será mais fácil e viável.

Figura 26 - Alternativa 1 - Germinação e Tratamento parte 1.



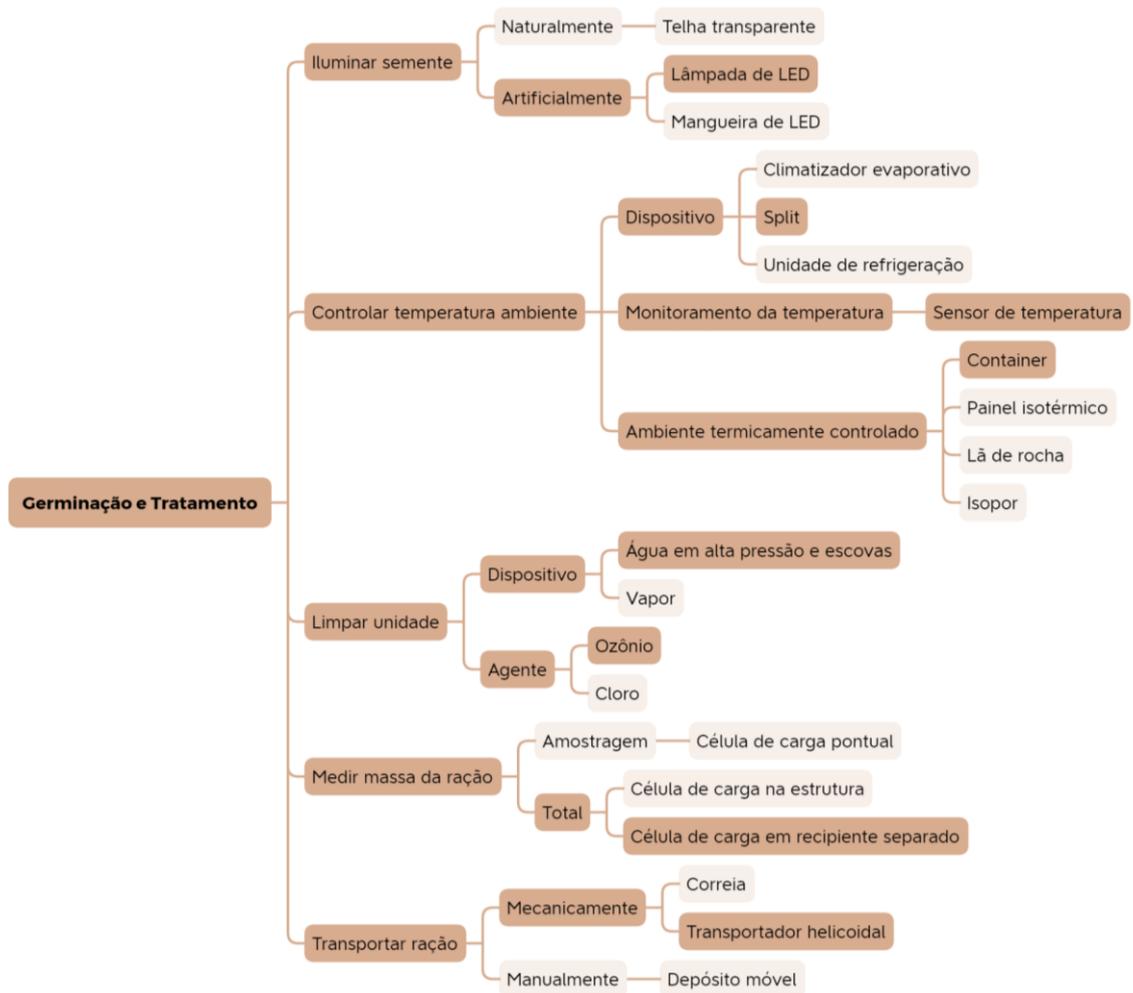
Fonte: A Autora (2023).

- **Iluminar semente:** como o processo é controlado e por prazos, depender de iluminação natural não seria viável, pois estaria sujeito às condições climáticas. Dessa forma, a iluminação artificial através de lâmpadas de LED foi a escolhida por causa da maior intensidade de iluminação e facilidade de manutenção, pois se uma lâmpada queima no meio da mangueira de LED, a substituição é mais difícil de fazer. A iluminação deve possuir intensidade suficiente para fornecer energia necessária à fotossíntese e estimular o crescimento das sementes. De acordo com as necessidades do cliente, a duração da iluminação deve ser 24h por dia, 7 dias por semana, e de acordo com a Empresa Gaúcha, as sementes não precisam de ciclos de duração da luz. A distância da luz até as sementes deve ser adequada para que não retarde sua germinação se estiver distante, e nem cause superaquecimento se estiver muito próxima.
- **Controlar temperatura ambiente:**
 - **Dispositivo:** foi escolhido o Split por ser o mais compacto causa do tamanho do ambiente e por ser o mais utilizado no ramo.
 - **Monitoramento da temperatura:** será através de sensor de temperatura, a única opção disponível.
 - **Ambiente termicamente controlado:** o ambiente em que será instalado o projeto será um container, porque possui paredes termicamente controladas e ser fácil de instalação, movimentação e retirada. Isso se justifica no item 3.3.2.1, onde é apresentado um dos requisitos do cliente, “que a Unidade possa ser removida e/ou migrada para outro local dentro da fazenda posteriormente”.
- **Limpar unidade:**
 - **Dispositivo:** água em alta pressão é a melhor escolha para transmitir o ozônio do que o vapor, e as escovas são um reforço para os resíduos que a água não conseguiu higienizar. Além disso, o uso de vapor necessitaria da instalação de uma caldeira, o que não seria viável economicamente e nem seria prático devido à ser um projeto piloto. Também não é desejável a alta temperatura atrelada ao vapor, que pode promover a

proliferação de fungos e estrago da semente, que possui um teto de temperatura para germinação.

- **Agente:** foi optado pelo ozônio pois é utilizado pela empresa, além de ser um sanitizador que reage muito mais rápido que o cloro.
- **Medir massa da ração:** foi optado por fazer a medição total utilizando uma célula de carga em recipiente separado por causa da confiabilidade do processo, pois uma média - que seria o resultado de uma amostragem - seria apenas uma aproximação. Além disso, a ração pode ficar aglomerada em maiores quantidades em alguns pontos dos roletes do que em outros, aumentando a variabilidade das medições. A célula de carga na estrutura poderia causar sobreposição de medidas, há maior complexidade na programação da célula, na coleta de dados e na manutenção.
- **Transportar ração:** transportador helicoidal por causa do ângulo de inclinação do dispositivo, que ocupa menos espaço no sistema e conseqüentemente facilita a mistura da ração. Esse ângulo também facilita na quebra do “tapete” formado pela ração, que durante a germinação tem suas raízes entrelaçadas umas nas outras.

Figura 27 - Alternativa 1 - Germinação e Tratamento parte 2.



Fonte: A Autora (2023).

Como a alternativa 1 foi escolhida, as Figuras 28, 29 e 30 mostram detalhadamente as possíveis e as soluções escolhidas para cada função.

Figura 28 - Desdobramento geral do Recebimento e Dosagem.

Função 1	Função 2	Função 3	Solução 1	Solução 2	Solução 3
Recebimento e Dosagem	Armazenar Semente	Interno	Sacos 	Big Bag 	
		Externo	Silos 	Tulha Vedada 	
	Transportar Semente	Manual	Sacos 	Balde 	
		Mecanizada	Ponte Rolante 	Trator c/ guincho 	Munck 
		Automatica	Correia 	Transp. helicoidal 	Elevador 
	Estocar Semente no Processo	Dispositivo de Armazenamento	Tulha Metalica 	Moega Metalica 	
	Mensurar Estoque da Semente	Mensurar Estoque	Célula de Carga 	Sensor de Nivel 	
	Dosar Quantidade de Sementes	Automatica	Célula de Carga 	Sensor de Nivel 	Correia c/ balança 
	Transporte da Semente Dosada	Automatizado	Elevador Convencional 	Elevador Combinado 	Correia tipo calha 
		Mecanizada	Trator c/guincho 	Munck 	
	Coletar Massa de Gado	Coleta de Massa	Balança para Gado 		

Fonte: Adaptado de Gaúcha (2023).

Figura 29 - Desdobramento geral da Germinação e Tratamento parte 1.

Função 1	Função 2	Função 3	Solução 1	Solução 2	Solução 3	
Germinação e Tratamento	Abastecer Equipamento	Mecanismo de Seleção de Nível	Bifurcada 			
		Atuador	Elétrico 	Pneumático 		
	Tratamento da semente	Meio de propagação	Ar		Água	
		Agente descontaminante	Ozônio 	Cloro 		
	Deposição da Semente	Local da Deposição	Correia 	Caneca 	Bandeja 	
		Mecanismo de Deposição	Válvula rotativa 	Registro guilhotina 		
	Movimentar Semente	Mecanismo	Corrente e engrenagem 	Cabo de aço 	Tambor e correia 	
		Atuador	Elétrico 	Hidráulico 	Pneumático 	
	Irigar semente	Armazenar água	Tanque de Inox 	Tanque Plástico 		
		Controlar temperatura (aquecimento)	Resistencia 			
		Tratar água	Ozônio 	Cloro 		
		Gerar pressão	Bomba centrífuga 	Pressurizador 		
		Condutor	Tubo PVC 	Tubo metálico 	Mangueira plástica 	
		Dispositivo de irrigação	Microaspersor nebulizador 	Microaspersor bailarina 		

Fonte: Adaptado de Gaúcha (2023).

Figura 30 - Desdobramento geral da Germinação e Tratamento parte 2.

Função 1	Função 2	Função 3	Solução 1	Solução 2	Solução 3
Germinação e Tratamento	Iluminação	Natural	Telha transparente 		
		Artificial	Lampadas de LED 	Fitas de LED 	
	Controlar Temperatura Ambiente	Dispositivo	Ar Split 	Unidade de Refrigeração 	Climatizador 
		Monitoriamento	Sensor de temperatura 		
		Isolamento do Ambiente		Painel Isotermico 	Isopor 
	Limpar Unidade	Dispositivo	Água em alta pressão e escovas 	Vapor 	
		Agente	Ozônio 	Cloro 	
	Medir Massa da Ração	Amostragem	Célula de Carga pontual 		
		Total	Célula de carga na estrutura 	Célula de carga em ambiente separado 	
	Transportar Ração	Manual	Vagão forrageiro 	Carrinho de mão 	
		Automatica	Correia 	Transportador helicoidal 	

Fonte: Adaptado de Gaúcha (2023).

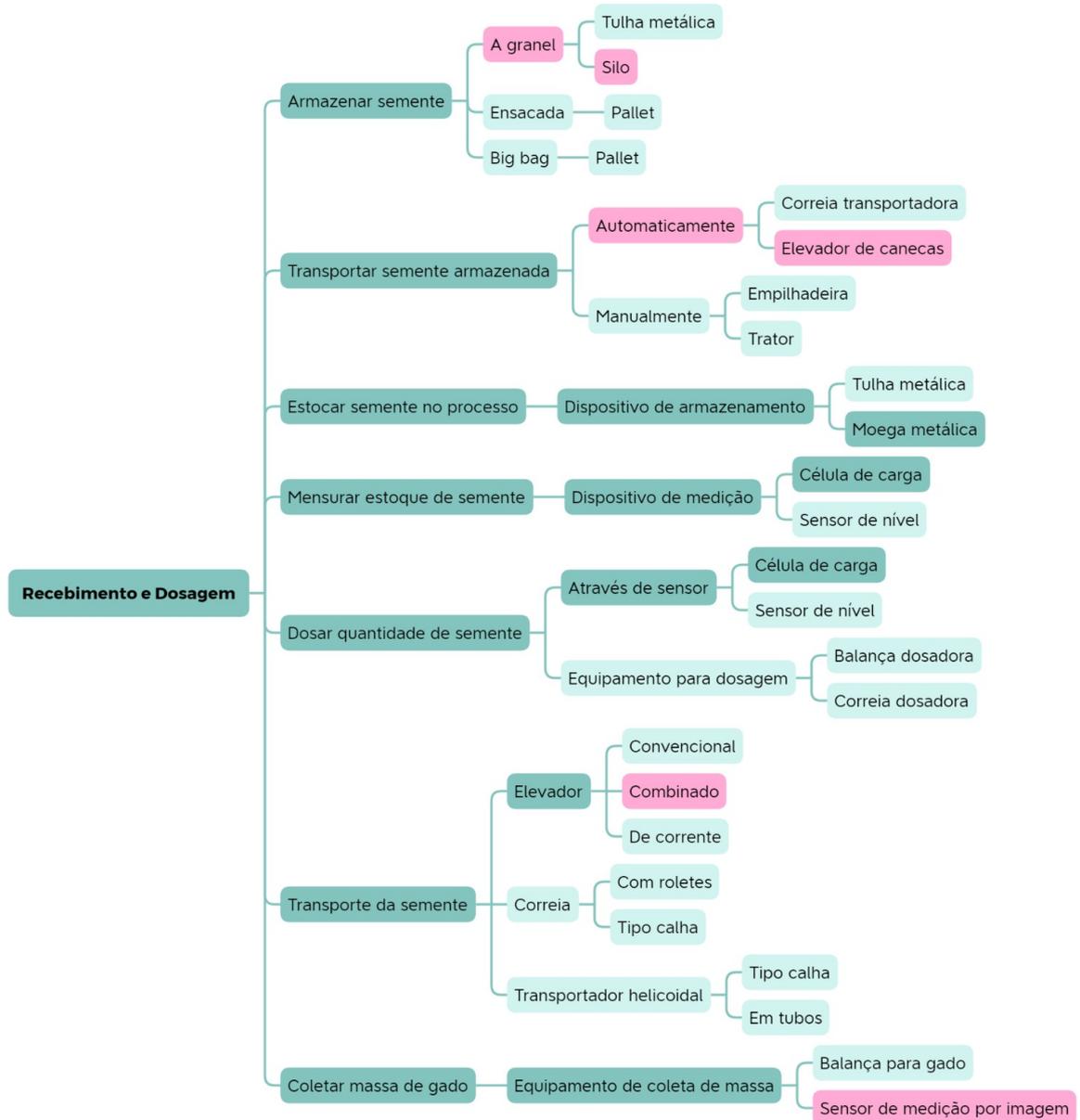
4.2.1.2 Alternativa 2

4.2.1.2.1 Recebimento e Dosagem

- **Armazenar semente:** as sementes podem ser armazenadas a granel em silo, que são uma opção com custo maior do que as outras, mas que possuem durabilidade e confiabilidade para conservação da semente.
- **Transportar semente armazenada:** o transporte pode ser feito automático através da instalação de um elevador de canecas, diretamente do silo.
- **Transporte da semente:** pode ser feito através de um elevador combinado caso haja recurso financeiro e espaço na unidade.

- **Medir massa de gado:** a massa do gado pode ser medida através de imagem, feita por um sistema com alto custo, mas com alto benefício. A medição é feita baseada na identificação do brinco auricular do animal, e o cálculo é feito com base nas medidas de altura e circunferência dos animais.

Figura 31 - Alternativa 2 - Recebimento e Dosagem.

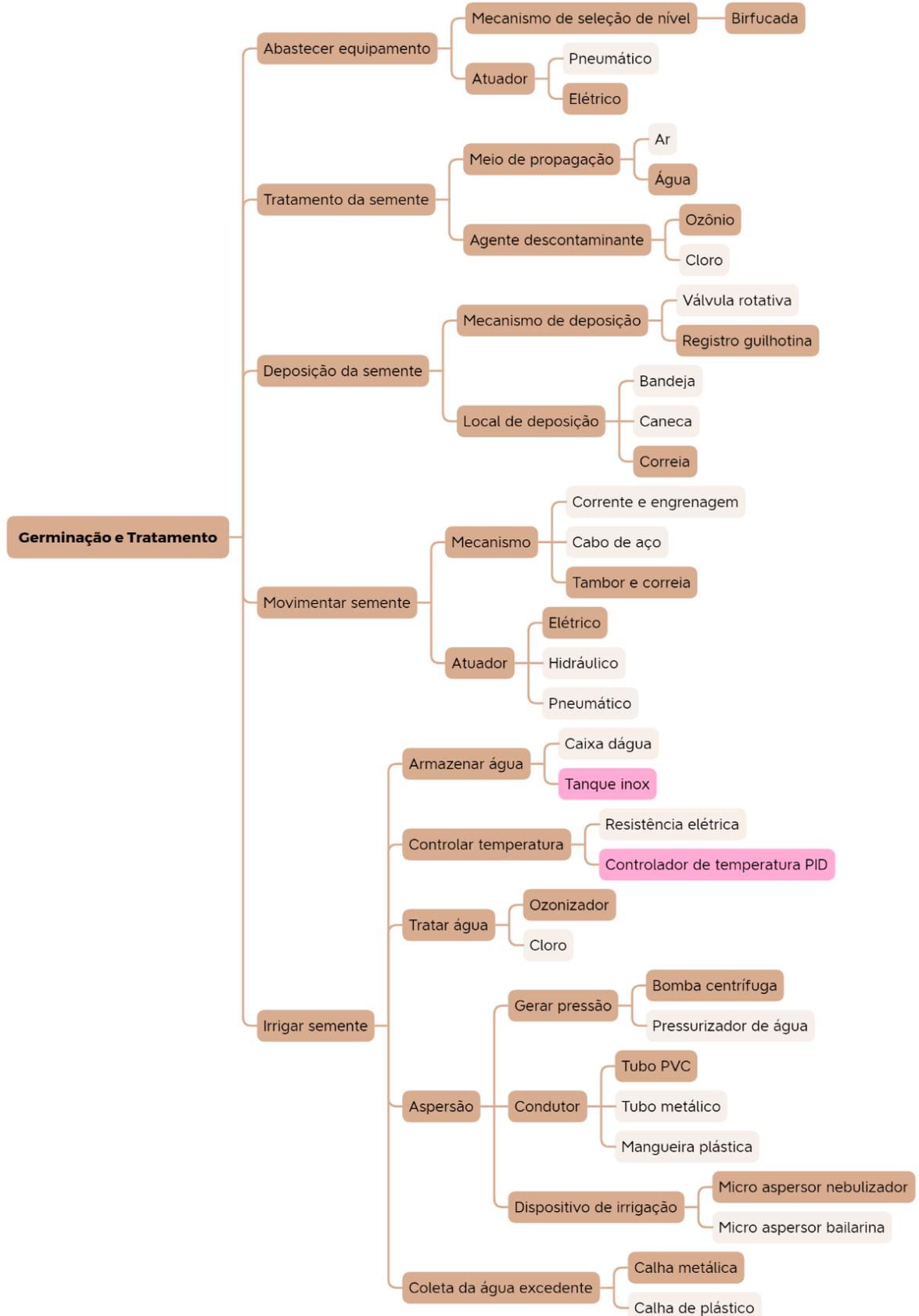


Fonte: A Autora (2023).

4.2.1.2.2 Germinação e Tratamento

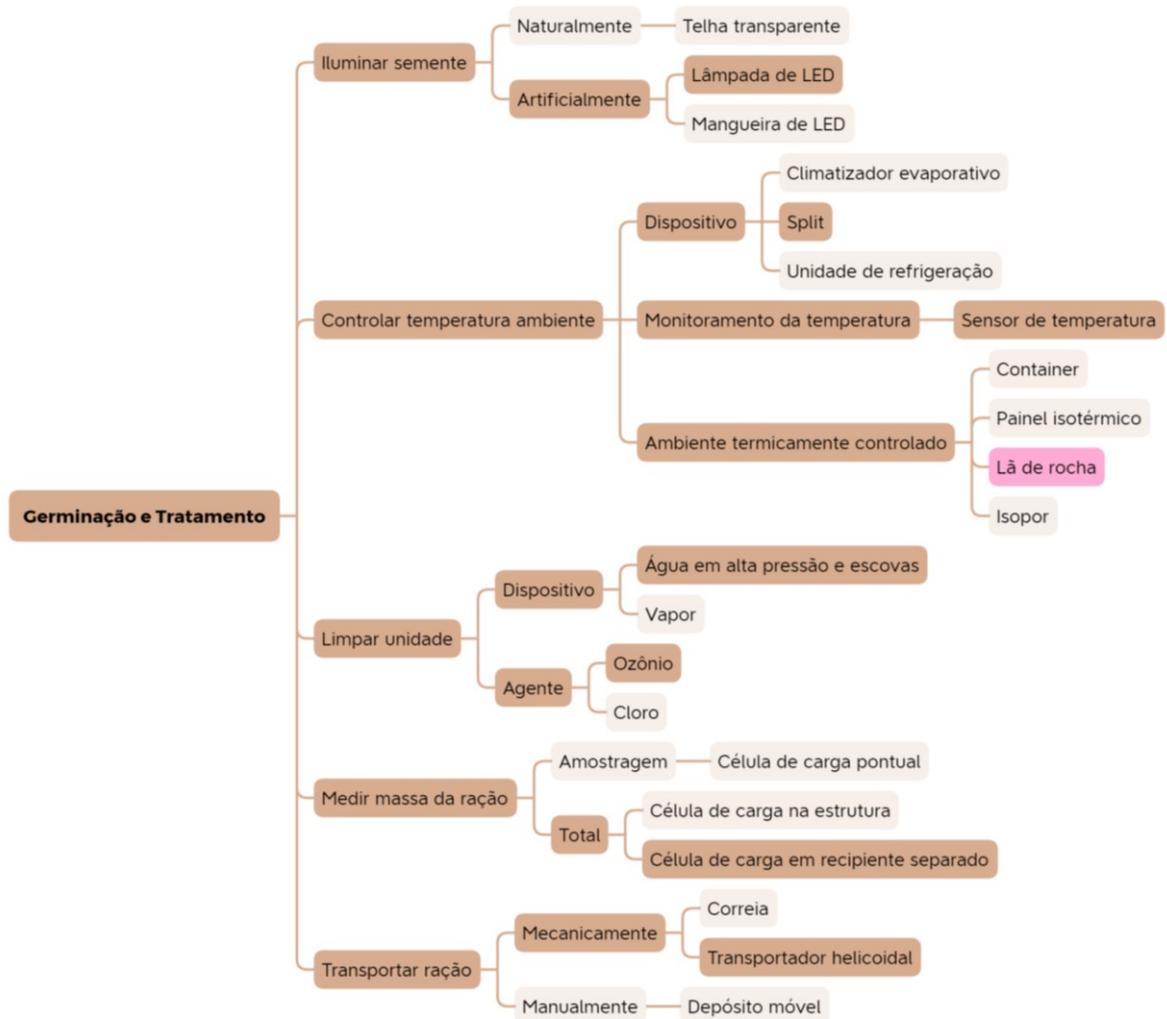
- **Irigar semente:**
 - **Armazenar água:** o tanque inox tem custo mais elevado que caixa d'água na sua aquisição, instalação e manutenção, porém, possui maior durabilidade e resistência a danos.
 - **Controlar temperatura:** a temperatura pode ser administrada através de um controlador Proporcional, Integral e Derivativo (PID). O PID é um dispositivo eletrônico com custo mais elevado do que a resistência elétrica, mas com o benefício de controlar a temperatura com base em informações de sensores, mantendo a temperatura desejada levando em consideração a diferença entre a temperatura atual e a temperatura de referência. O PID pode ser utilizado tanto para aquecer quanto para resfriar o ambiente.
- **Controlar temperatura ambiente:**
 - **Ambiente termicamente controlado:** a lã de rocha é um isolante térmico de alto custo, porém, pode ser instalado em qualquer ambiente de escolha do cliente. A lã também possui propriedades isolantes superiores quando comparada com outras alternativas.

Figura 32 - Alternativa 2 - Germinação e Tratamento parte 1.



Fonte: A Autora (2023).

Figura 33 - Alternativa 2 - Germinação e Tratamento parte 2.



Fonte: A Autora (2023).

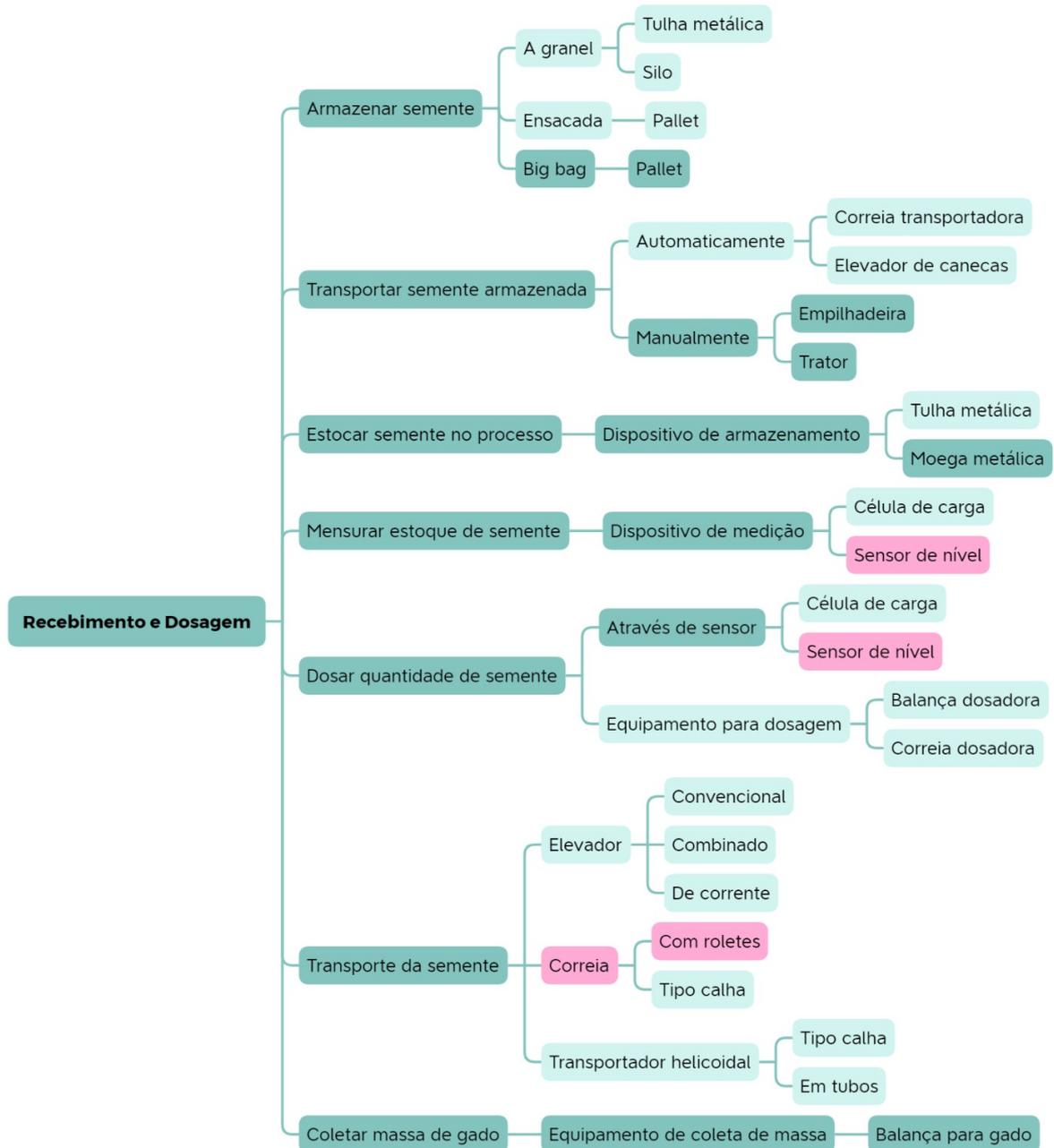
4.2.1.3 Alternativa 3

4.2.1.3.1 Recebimento e Dosagem

- **Mensurar estoque de semente:** o sensor de nível tem custo menor e possui a mesma finalidade da célula de carga, porém, não é tão preciso quanto.
- **Dosar quantidade de semente:**
 - **Através de sensor:** o sensor de nível tem custo menor e possui a mesma finalidade da célula de carga, porém, não é tão preciso quanto.
- **Transporte da semente:**

- **Correia:** a correia com roletes geralmente é uma opção de menor custo por ser mais comumente utilizada do que as correias tipo calha.

Figura 34 - Alternativa 3 - Recebimento e Dosagem.



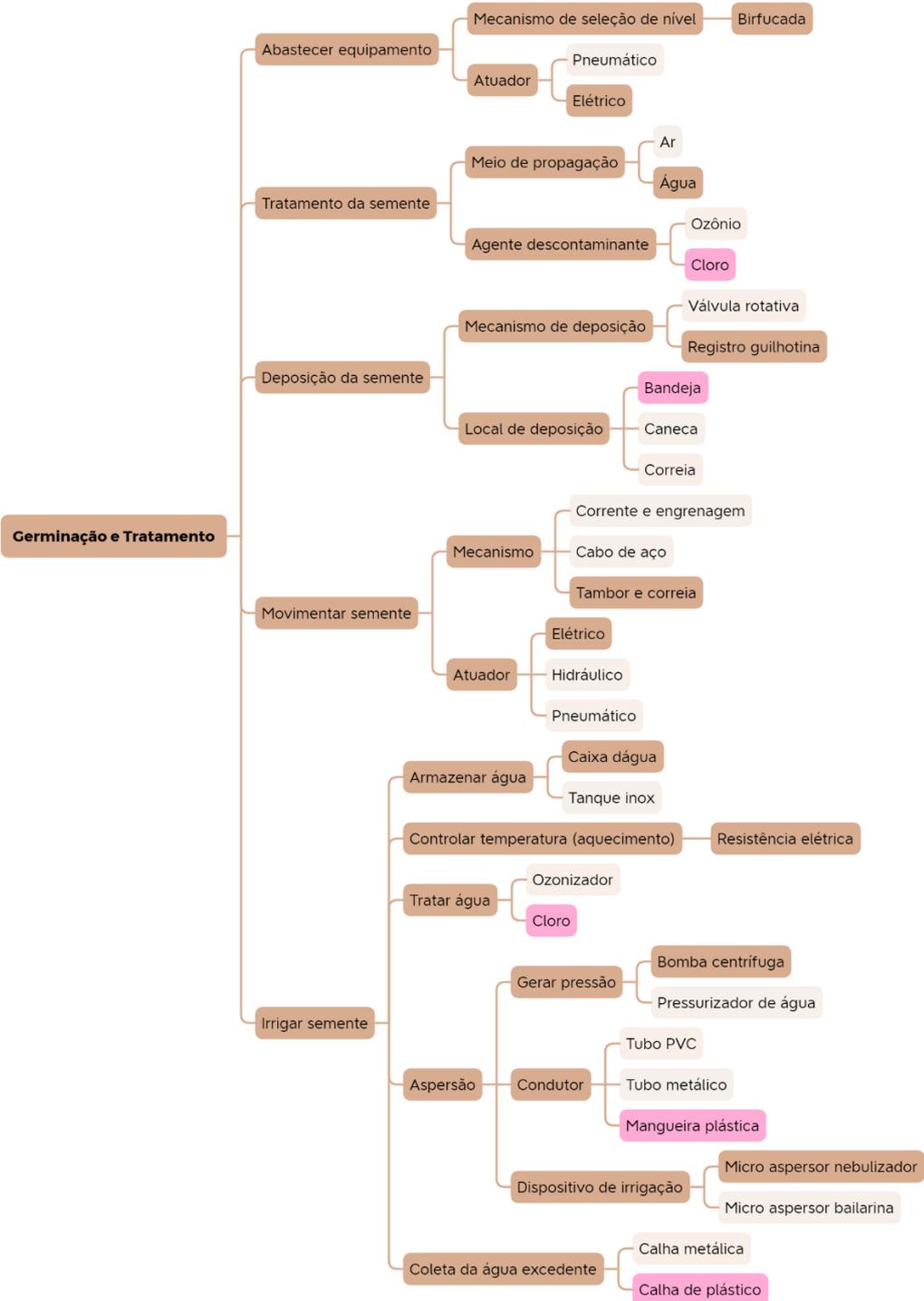
Fonte: A Autora (2023).

4.2.1.3.2 Germinação e Tratamento

- **Tratamento da semente:**

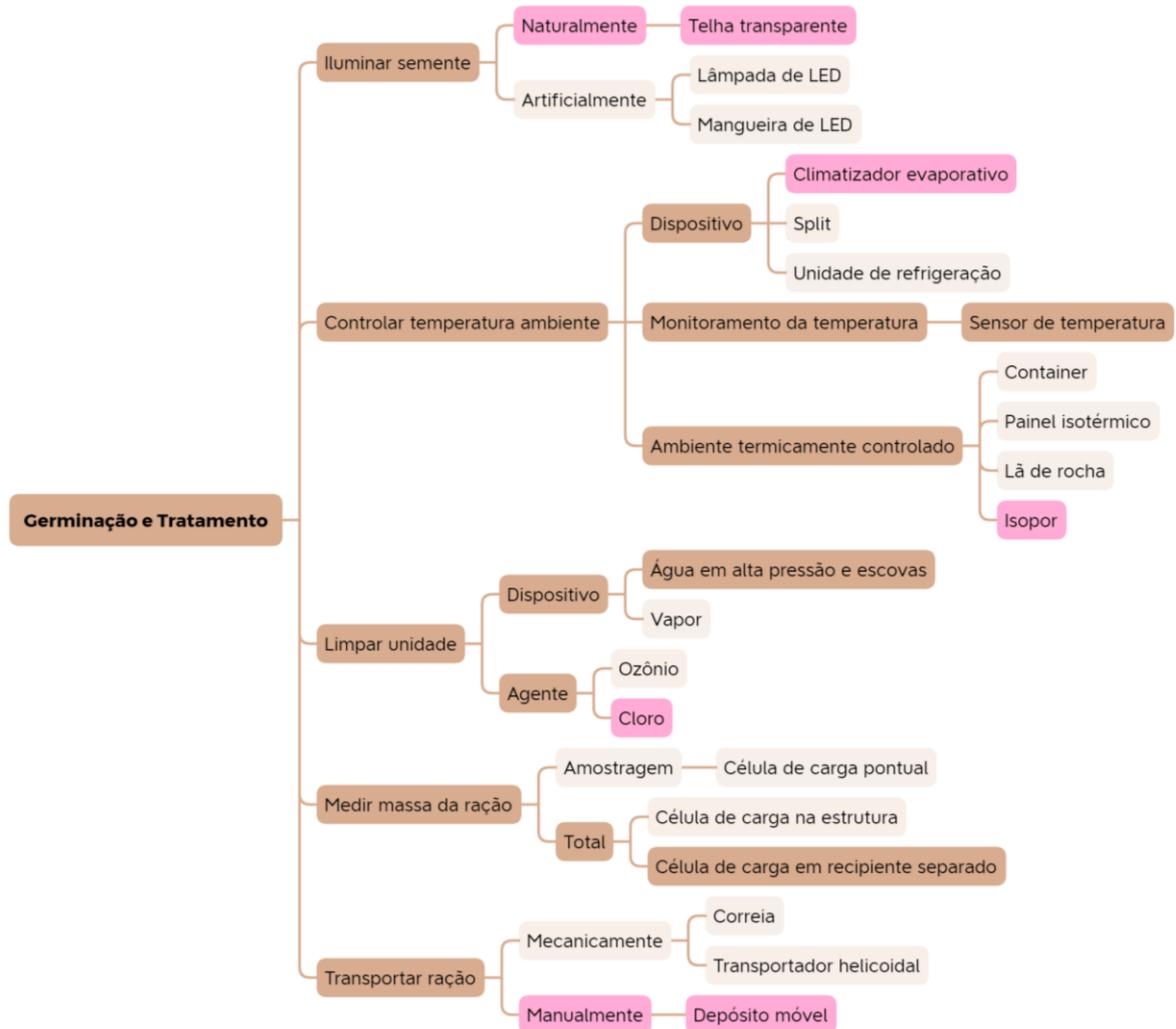
- **Agente descontaminante:** apesar de não reagir tão rápido quando o ozônio, o cloro possui menor custo e também é utilizado em sanitização, possuindo um bom custo-benefício.
- **Deposição da semente:**
 - **Local de deposição:** as bandejas são opções de menor custo quando comparadas às correias e canecas.
- **Irrigar semente:**
 - **Tratar água:** apesar de não reagir tão rápido quando o ozônio, o cloro possui menor custo e também é utilizado em sanitização, possuindo um bom custo-benefício.
 - **Aspersão:** a mangueira plástica é a opção de menor custo quando comparada ao tubo PVC e tubo metálico.
 - **Coleta de água excedente:** a calha de plástico é a opção de menor custo quando comparada à calha metálica.
- **Iluminar semente:** iluminar a semente naturalmente não requer a aquisição de lâmpadas, apenas de telha transparente. É uma opção que também se adequa ao projeto, porém, depende das condições climáticas, como dias de sol, nublados ou com chuva.
- **Controlar temperatura ambiente:**
 - **Dispositivo:** o climatizador evaporativo é mais econômico em consumo de energia quando comparado ao *split* e a unidade de refrigeração.
 - **Ambiente termicamente controlado:** o isopor, ou poliestireno expandido, é a opção de menor custo e amplamente utilizado em aplicações de isolamento térmico.
- **Limpar unidade:**
 - **Agente:** apesar de não reagir tão rápido quando o ozônio, o cloro possui menor custo e também é utilizado em sanitização, possuindo um bom custo-benefício.
- **Transportar ração:** o transporte da ração pode ser feito manualmente, evitando o custo de instalações mecânicas. Porém, é preciso estar atento às normas regulamentadoras quanto ao transporte manual de cargas.

Figura 35 - Alternativa 3 - Germinação e Tratamento parte 1.



Fonte: A Autora (2023).

Figura 36 - Alternativa 3 - Germinação e Tratamento parte 2.



Fonte: A Autora (2023).

4.3 PROJETO PRELIMINAR

4.3.1 Proposição de medidas preventivas ergonômicas e de segurança de acordo com as NRs.

Nesse tópico serão apresentadas recomendações sobre a inserção de itens e aplicações de ergonomia e segurança nos postos de trabalho da unidade automática de rações hidropônicas. No Quadro 4 estão as NRs, sua descrição e aplicações à unidade automática.

Quadro 4 - NRs aplicadas à unidade.

Norma	Nome	Descrição	Aplicação
NR6	Equipamentos de Proteção Individual - EPI	Determina os tipos de equipamentos que o empregador deve fornecer ao trabalhador, como e quando deve fazer isso.	Aplicável a todos os postos de trabalho de operação da unidade automática.
NR9	Avaliação e controle das exposições ocupacionais a agentes físicos, químicos e biológicos.	O Programas de Prevenção de Riscos Ambientais tem como objetivo identificar para evitar os potenciais riscos no ambiente de trabalho	Tratamento da semente, tratamento da água e limpeza da unidade (contato com ozônio).
NR11	Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais.	Esta NR estabelece normas de segurança para operação de elevadores, guindastes, transportadores industriais e máquinas transportadoras. O armazenamento de materiais deverá obedecer aos requisitos de segurança para cada tipo de material.	Armazenar semente, transportar semente armazenada, estocar semente no processo e transportar ração.
NR12	Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos.	Define as obrigatoriedades sobre os locais de instalação, máquinas e equipamentos que serão utilizados por trabalhadores.	Aplicável a todos os postos de trabalho de operação da unidade automática.
NR15	Atividades e Operações Insalubres	Estabelece os limites de tolerância para cada tipo de risco que pode ser encontrado no ambiente de trabalho.	Tratamento da semente, tratamento da água e limpeza da unidade (contato com ozônio).
NR17	Ergonomia	Visa unir as condições de trabalho com as questões psicofisiológicas dos trabalhadores.	Aplicável a todos os postos de trabalho de operação da unidade automática.
NR23	Proteção Contra Incêndios	Deve ser seguida por todas as empresas, pois define as condições de segurança contra possibilidade de incêndios	Aplicável a todos os postos de trabalho de operação da unidade automática.
NR24	Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de	São determinadas as condições básicas de conforto necessárias para a qualidade de vida dos trabalhadores.	Aplicável a todos os postos de trabalho de operação da unidade automática.

	Trabalho		
NR26	Sinalização de Segurança	Regulamenta sobre as cores utilizadas nas sinalizações de segurança dos ambientes de trabalho.	Aplicável a todos os postos de trabalho de operação da unidade automática.
NR35	Trabalho em altura	Definir medidas de segurança adotadas como, por exemplo, os EPIs, entre outros.	Aplicável a limpeza e manutenção da unidade.

Fonte: A Autora (2023).

Identificados os pontos de inserção de ergonomia e segurança nos requisitos do projeto, sugere-se que a fazenda considere adotar as medidas a seguir no seu ambiente de trabalho como forma de prevenção de acidentes, garantia de segurança e ergonomia de seus trabalhadores. As medidas a seguir são baseadas no livro “Pontos de Verificação Ergonômica”, proposto por *International Labour Office* em colaboração com a *International Ergonomics Association* (2018), associadas às NRs apresentadas no Quadro 4.

4.3.1.1 NR 6 - Equipamentos de Proteção Individual

Como a fazenda Piloto, segundo a NR 5 (BRASIL, 2022a), não possui número de funcionários suficiente (empresa até 19 funcionários) para que sejam constituídos CIPA e SESMT, é de extrema importância que a ela tenha a quantidade necessária de EPIs de qualidade fornecida para cada trabalhador, pois é uma empresa classificada com grau de risco 3 segundo a NR 4 para o CNAE 0151-2/02, Criação de bovinos para leite.

No caso da unidade automática na Fazenda Piloto, o fornecimento do tipo de EPI depende de cada posto de trabalho, como ilustrado no Quadro 4. Vale ressaltar que qualquer visitante à unidade também precisa estar vestido com os EPIs adequados, conforme também descrito no Quadro 5, pois há riscos em circular entre máquinas e ferramentas e dentro dos postos de trabalho.

Quadro 5 - EPIs aplicados à unidade.

Área	EPI	Código NR 6	Descrição do EPI
------	-----	-------------	------------------

<p>- Armazenar semente</p> <p>- Transportar ração</p>	<p>B.1 Óculos</p> <p>C.1 Protetor auditivo</p> <p>G.1 Calçado</p> <p>G.4 Calça</p>	<p>B.1.a</p> <p>C.1.a</p> <p>G.1.a</p> <p>G.4.a</p>	<p>B.1.a Proteção dos olhos contra impactos de partículas volantes.</p> <p>C.1.a Proteção do sistema auditivo contra níveis de pressão sonora superiores ao estabelecido na NR-15, Anexos n.º 1 e 2;</p> <p>G.1.a Proteção contra impactos de quedas de objetos sobre os artelhos.</p> <p>G.4.a Proteção das pernas contra agentes abrasivos e escoriantes.</p>
<p>- Transportar semente armazenada</p>	<p>B.1 Óculos</p> <p>C.1 Protetor auditivo</p> <p>F.1 Luvas</p> <p>G.1 Calçado</p> <p>G.4 Calça</p> <p>I.2 Cinturão de segurança com talabarte</p>	<p>B.1.a</p> <p>C.1.a</p> <p>F.1.a</p> <p>G.1.a</p> <p>G.4.a</p> <p>I.2.a</p>	<p>B.1.a Proteção dos olhos contra impactos de partículas volantes.</p> <p>C.1.a Proteção do sistema auditivo contra níveis de pressão sonora superiores ao estabelecido na NR-15, Anexos n.º 1 e 2;</p> <p>F.1.a Proteção das mãos contra agentes abrasivos e escoriantes.</p> <p>G.1.a Proteção contra impactos de quedas de objetos sobre os artelhos.</p> <p>G.4.a Proteção das pernas contra agentes abrasivos e escoriantes.</p> <p>H.2.a vestimenta para proteção de todo o corpo contra riscos de origem química; I.2.a cinturão de segurança COM TALABARTE para proteção do usuário contra riscos de queda em trabalhos em altura;</p>
<p>- Manutenção</p> <p>- Limpeza</p>	<p>A.1 Capacete</p> <p>A.2 Capuz ou balaclava</p> <p>B.1 Óculos</p> <p>C.1 Protetor auditivo</p> <p>D.1 Respirador purificador de ar não motorizado</p> <p>F.1 Luvas</p> <p>H.2 Vestimentas de corpo inteiro</p> <p>I.2 Cinturão de segurança com talabarte</p>	<p>A.1.b</p> <p>A.2.b</p> <p>B.1.a</p> <p>C.1.a</p> <p>D.1.e</p> <p>F.1</p> <p>H.2.a</p> <p>I.2.a</p>	<p>A.1.b capacete para proteção contra choques elétricos;</p> <p>A.2.b capuz para proteção do crânio, face e pescoço contra agentes químicos;</p> <p>B.1.a óculos para proteção dos olhos contra impactos de partículas volantes;</p> <p>C.1.a Proteção do sistema auditivo contra níveis de pressão sonora superiores ao estabelecido na NR-15, Anexos n.º 1 e 2;</p> <p>D.1.e peça um quarto facial, semifacial ou facial inteira com filtros químicos e ou combinados para proteção das vias respiratórias contra gases e vapores e ou material particulado;</p> <p>F.1 luvas para proteção das mãos contra agentes (escolher o que melhor se adequa à</p>

			<p>função);</p> <p>H.2.a vestimenta para proteção de todo o corpo contra riscos de origem química;</p> <p>I.2.a cinturão de segurança COM TALABARTE para proteção do usuário contra riscos de queda em trabalhos em altura;</p>
<p>- EPIs gerais para percorrer dentro da unidade</p>	<p>A.1 Capacete</p> <p>A.2 Capuz ou balaclava</p> <p>B.1 Óculos</p> <p>C.1 Protetor auditivo</p> <p>D.1 Respirador purificador de ar não motorizado</p> <p>F.1 Luvas</p> <p>H.2 Vestimentas de corpo inteiro</p>	<p>A.1.b</p> <p>A.2.b</p> <p>B.1.a</p> <p>C.1.a</p> <p>D.1.e</p> <p>H.2.a</p>	<p>A.1.b capacete para proteção contra choques elétricos;</p> <p>A.2.b capuz para proteção do crânio, face e pescoço contra agentes químicos;</p> <p>B.1.a óculos para proteção dos olhos contra impactos de partículas volantes;</p> <p>C.1.a Proteção do sistema auditivo contra níveis de pressão sonora superiores ao estabelecido na NR-15, Anexos n.º 1 e 2;</p> <p>D.1.e peça um quarto facial, semifacial ou facial inteira com filtros químicos e ou combinados para proteção das vias respiratórias contra gases e vapores e ou material particulado;</p> <p>F.1 luvas para proteção das mãos contra agentes (escolher o que melhor se adequa à função);</p> <p>H.2.a vestimenta para proteção de todo o corpo contra riscos de origem química;</p>

Fonte: A Autora (2023).

O item F.1 relacionado à Limpeza e Manutenção pode variar de acordo com a função exigida, pois ela pode ser referente à agentes abrasivos e escoriantes, cortantes e perfurantes, choques elétricos, agentes térmicos, biológicos ou químicos, vibrações ou operações com uso de água. Assim, recomenda-se que para cada atividade, seja feita a escolha da luva que melhor se adequa à tarefa segundo à própria NR 6:

- a) luvas para proteção das mãos contra agentes abrasivos e escoriantes;

- b) luvas para proteção das mãos contra agentes cortantes e perfurantes;
- c) luvas para proteção das mãos contra choques elétricos;
- d) luvas para proteção das mãos contra agentes térmicos;
- e) luvas para proteção das mãos contra agentes biológicos;
- f) luvas para proteção das mãos contra agentes químicos;
- g) luvas para proteção das mãos contra vibrações;
- h) luvas para proteção contra umidade proveniente de operações com utilização de água;
- i) luvas para proteção das mãos contra radiação ionizante.

O item I.2 só se adequa quando a atividade, manutenção ou limpeza for em altura.

4.3.1.2 NR 9 - Avaliação e controle das exposições ocupacionais a agentes físicos, químicos e biológicos

Recomenda-se rotular e armazenar substâncias químicas perigosas (como o ozônio) em um lugar seguro e não inflamável, e assegurar segurança na sua manipulação - exigindo uso de EPI pelos trabalhadores -, de forma a proteger os trabalhadores de riscos biológicos. Também pode ser destacado o cuidado que deve haver com ruídos e vibrações próximos às máquinas (próximo às bombas, em tratores e empilhadeiras), para que eles não prejudiquem a audição e a comunicação, garantindo que a fonte de desconforto seja isolada ou minimizada. Essas medidas devem ser aliadas ao uso de EPIs.

No contexto da unidade automática, os riscos previamente identificados foram:

- **Agentes químicos:** utilização de ozônio e peróxido de hidrogênio nas etapas de Tratamento da semente, tratamento da água e limpeza da unidade;
- **Ruído:** possibilidade de ruídos provenientes das bombas de água instaladas na máquina, de máquinas de transporte como tratores ou empilhadeiras, correias ou da unidade como um todo.
- **Vibrações:** pode ocorrer vindas de máquinas de transporte como tratores;
- **Eletricidade:** como a máquina é elétrica e no seu interior há uso de água, há o risco de choques elétricos ou curto circuito caso não haja boa vedação das peças;
- **Riscos biológicos:** por se tratar de um processo vinculado a organismos vivos como as plantas, há o risco de desenvolvimento de alergias, irritações ou infecções provenientes deles ou de agrotóxicos. Além disso, embalagens vazias

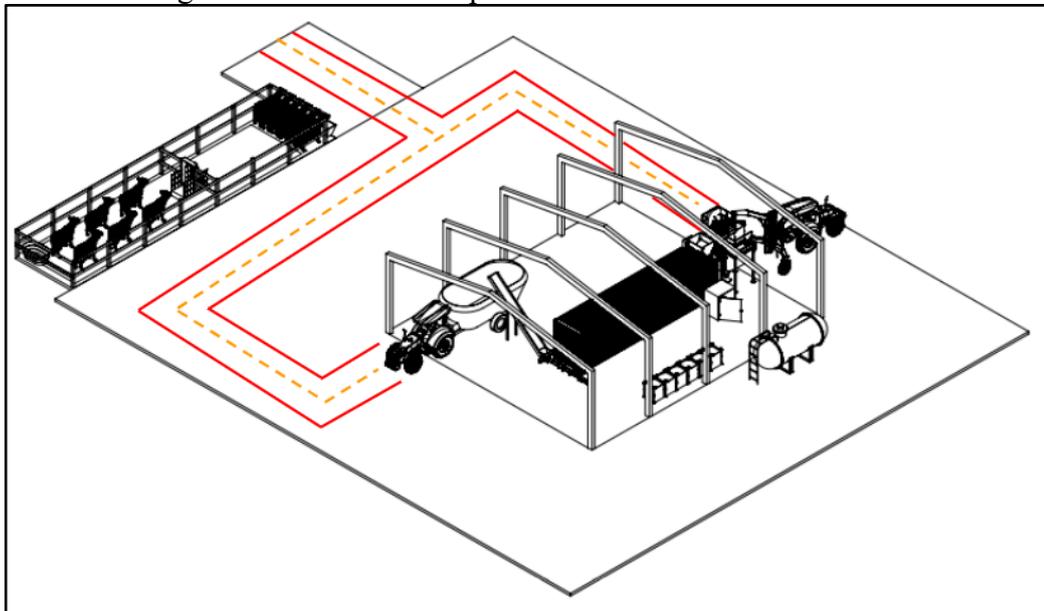
de produtos químicos utilizados no processo também devem ser descartados conforme legislações ambientais.

- **Lesões:** pode haver o risco de lesões musculoesqueléticas relacionadas à direção de máquinas de transporte como trator e empilhadeira.

4.3.1.3 NR 11 - Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais

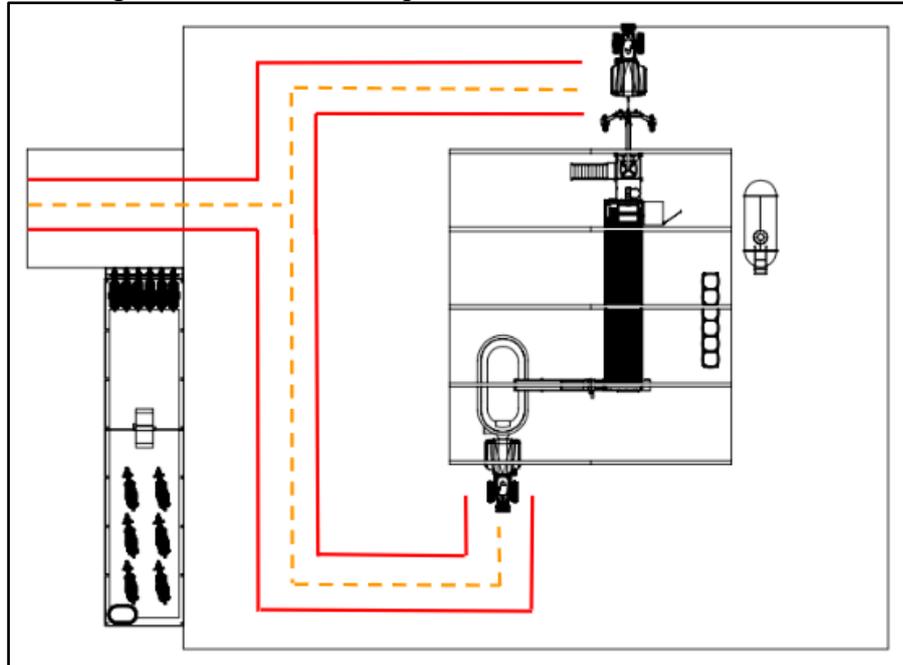
Recomenda-se que as vias de transporte estejam desocupadas, sem obstáculos, sinalizadas, sejam uniformes e antiderrapante, assegurando um transporte rápido e seguro. As Figuras 37 e 38 ilustram sugestões em vermelho de como pode ser na fazenda (as recomendações não estão em escala). Quando houver manipulação de cargas, como quando o trabalhador for desamarrar as *bags*, as tarefas para essa atividade não devem incluir posturas que requeiram inclinar-se ou torcer-se. Se houver a possibilidade dessas posturas ocorrerem, a altura que as cargas estão em relação às mãos do trabalhador deve ser ajustada para que as posturas sejam normalizadas.

Figura 37 - Vias de transporte sinalizadas e desobstruídas 1.



Fonte: Adaptado de Gaúcha (2023).

Figura 38 - Vias de transporte sinalizadas e desobstruídas 2.



Fonte: Adaptado de Gaúcha (2023).

No contexto do ambiente de trabalho que envolve a unidade automática de rações hidropônicas, a NR 11 é aplicada para regular as operações de transporte, movimentação e armazenagem de materiais utilizados no processo de produção. Nesse cenário puderam ser identificadas as seguintes operações:

- **Operação de equipamentos de movimentação:** transportadores como o trator ou a empilhadeira que são utilizados para movimentar sementes, devem ser pilotado por operadores habilitados e treinados para a função. Os trabalhadores só poderão dirigir durante o horário de trabalho portando um cartão de identificação, com o nome e fotografia, em lugar visível. Em todo o equipamento será indicado, em lugar visível, a carga máxima de trabalho permitida (ver com fabricante do veículo). Além disso, os equipamentos devem ser periodicamente revisados para que estejam sempre em boas condições de funcionamento e não apresentem riscos ao operador que o está manuseando.
- **Armazenagem segura:** a armazenagem de *big bags* deve ser feita de forma a facilitar seu manuseio para depósito ou retirada, evitar sobrecarga na estrutura que as suportam e garantir circulação de pessoas e máquinas como o trator e a empilhadeira. Segundo a NR 11, as pilhas de *big bags* nos armazéns,

devem ter altura máxima limitada ao nível de resistência do piso, à forma e resistência dos materiais de embalagem e à estabilidade, baseada na geometria, tipo de amarração e inclinação das pilhas. O material armazenado deverá ser disposto de forma a evitar a obstrução de portas, equipamentos contra incêndio, saídas de emergências, etc (BRASIL, 2022c, p. 2).

- **Manuseio manual de cargas:** as *big bags* devem ser manuseadas com o auxílio de trator ou empilhadeira, pois elas pesam em torno de 1 tonelada, o que é impossível para alguém manusear sozinho e mais do que a carga permitida pela NR 17 (23 kg).
- **Manuseio de cargas em altura:** as *big bags* transportadas por trator ou empilhadeira serão içadas (a capacidade de carga do equipamento de elevação, atendendo às especificações técnicas e recomendações do fabricante) até a altura da moega para estocá-las. Haverá também o transporte de produtos químicos até a caixa d'água. Essas atividades precisam ser feitas com equipamentos de elevação adequados, aliado ao uso de EPI e sinalização de barreiras de segurança no seu entorno.
- **Planejamento de *layout*:** o *layout* de movimentação de máquinas e materiais deve ser planejado pensando no melhor aproveitamento de espaço e segurança, seguindo as normas de dimensionamento dos corredores, áreas de armazenamento e circulação. Os corredores devem ser dimensionados para possibilitar a movimentação de um trator por vez de acordo com seu tamanho.

O piso do armazém deverá ser constituído de material não escorregadio, sem aspereza, utilizando-se, de preferência, o mastique asfáltico, e mantido em perfeito estado de conservação. O peso do material armazenado não poderá exceder a capacidade de carga calculada para o piso (BRASIL, 2022c, p 3).

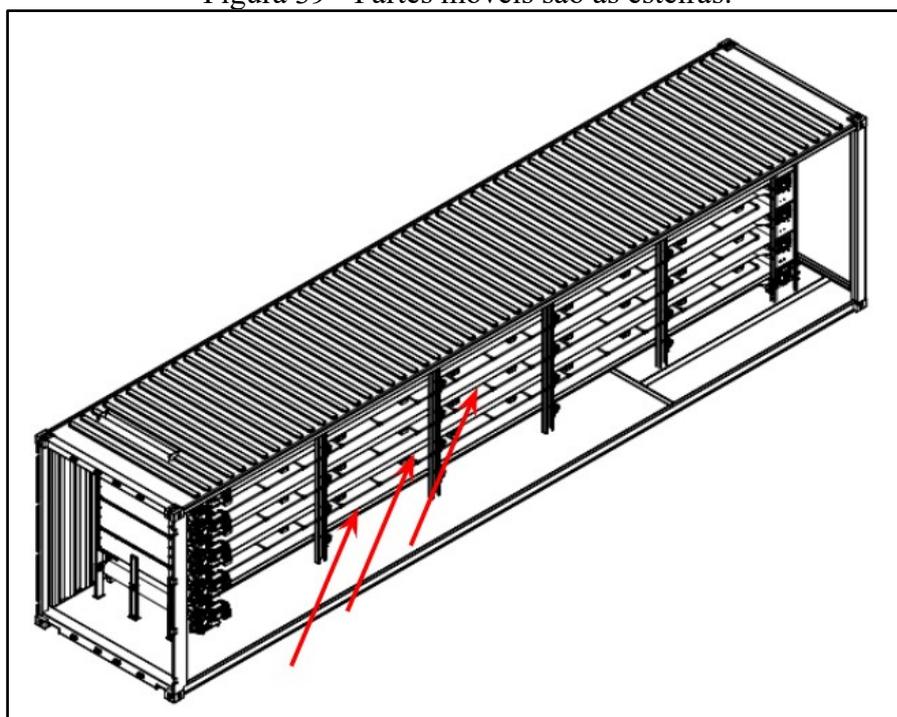
4.3.1.4 NR 12 - Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos

Os controles da unidade automática devem ser contra acionamentos acidentais, devem possuir controles de emergência visíveis, distinguíveis e acessíveis, devem ser intuitivos e de fácil operação. Segundo a NR 12 (2022c), os dispositivos de partida, acionamento e parada das máquinas e dos equipamentos estacionários devem ser projetados, selecionados e instalados de modo que:

- a) não se localizem em suas zonas perigosas;
- b) impeçam acionamento ou desligamento involuntário pelo operador ou por qualquer outra forma acidental;
- c) não acarretem riscos adicionais;
- d) não possam ser burlados;
- e) possam ser acionados ou desligados em caso de emergência por outra pessoa que não seja o operador.

A unidade também deve atender aos critérios de segurança e possuir avisos de segurança, proteção contra partes móveis, e barreiras contra partes perigosas. Dentro da unidade automática as partes móveis são as esteiras em que as sementes estão dispostas para germinar (Figura 39) (as recomendações não estão em escala). As empilhadeiras ou tratores devem ter estabelecidos procedimentos de segurança para sua condução, além da fazenda fornecer treinamento para os condutores. Tanto a unidade quanto os tratores e empilhadeiras devem ter um cronograma de manutenção e limpeza, incluindo seus cabos elétricos.

Figura 39 - Partes móveis são as esteiras.



Fonte: Adaptado de Gaúcha (2023).

No contexto da unidade automática, as técnicas e medidas de proteção identificadas foram:

- **Proteção de partes móveis e/ou cortantes:** é necessário garantir que partes da unidade que possam se mexer e/ou cortar, como as esteiras de germinação, estejam protegidas para evitar contato com os operadores.
- **Desenergização:** um sistema de desenergização garante que durante a manutenção das máquinas ou em qualquer emergência não haja ou interrompa qualquer risco associado à eletricidade.
- **Parada de emergência:** assim como no caso da desenergização, é imprescindível que a unidade automática disponha de dispositivos ou botões de paradas de emergência facilmente identificados e acessíveis. Eles interrompem imediatamente o funcionamento das máquinas em situações de risco ou acidentes.
- **Sinalização e instruções de uso:** o uso de cores, instruções e indicações intuitivas de uso e de riscos que a unidade apresenta são mais uma medida de segurança para quem opera a máquina. Isso deve ser aliado a treinamentos adequados sobre os significados das sinalizações, modo de operação e procedimentos de segurança.
- **Manutenção:** a manutenção periódica e preventiva é altamente recomendada para que não aconteçam acidentes, além de evitar tempo de máquina parada por defeito. Na parte de manutenção, recomenda-se empregar as ferramentas mecânicas seguras e projetadas para tarefas específicas que ela pode envolver, como chaves em geral, alicate, lima, martelo, parafusadeira, serra, furadeira, entre outros, e não adaptar ferramentas com outras finalidades. Elas devem ser adequadas em espessura, comprimento, forma e tamanho para fácil manipulação, com fricção adequada ou dispositivos de segurança ou retenção para evitar deslizamentos. Também devem possuir isolamento apropriado para evitar queimaduras e descargas elétricas e um local para guardar cada ferramenta. Todas as ferramentas devem ser inspecionadas e passar por manutenção regularmente, e os trabalhadores devem ser treinados para utilizá-las e ter espaço para manuseio adequado.

4.3.1.5 NR 15 - Atividades e Operações Insalubres

No contexto da unidade automática, as atividades ou operações que podem envolver insalubridade podem conter:

- Ruído contínuo ou intermitente;
- Vibração;

- Umidade;
- Agentes químicos;
- Agentes biológicos.

Para essas atividades, é recomendado verificar os limites de tolerância e recomendações segundo os Anexos da NR 15. Como mencionado anteriormente, o projeto não está pronto, portanto, ainda não pode ser testado.

4.3.1.6 NR 17 - Ergonomia

Para avaliar as condições de trabalho apontadas pela norma, cabe à fazenda realizar uma AET abordando as condições de trabalho estabelecidas nos itens 17.2 a 17.6 na NR 17 para cada posto de trabalho, atividade ou operação:

- **Levantamento, transporte e descarga individual de materiais:** não se aplica, pois o transporte de *bags* será feito através de trator ou empilhadeira.
- **Mobiliário dos postos de trabalho:** o painel da unidade automática deve ser planejado para atender aos percentis, com regulagens, independente da posição de trabalho (operação dos trabalhadores em pé ou sentados). O mesmo se aplica às regulagens do *cockpit* dos tratores e empilhadeiras. Os corredores e espaços dentro e entre os postos de trabalho também devem ser adequados à norma. Essa norma também pode ser aplicada para pessoas com deficiência física.
- **Equipamentos dos postos de trabalho:** a unidade automática deve possuir manual e instruções claras de uso, segundo a (BRASIL, 2022e). Esse item deve ter atenção, pois segundo o CNAE, a empresa e suas atividades apresentam grau de risco 3.

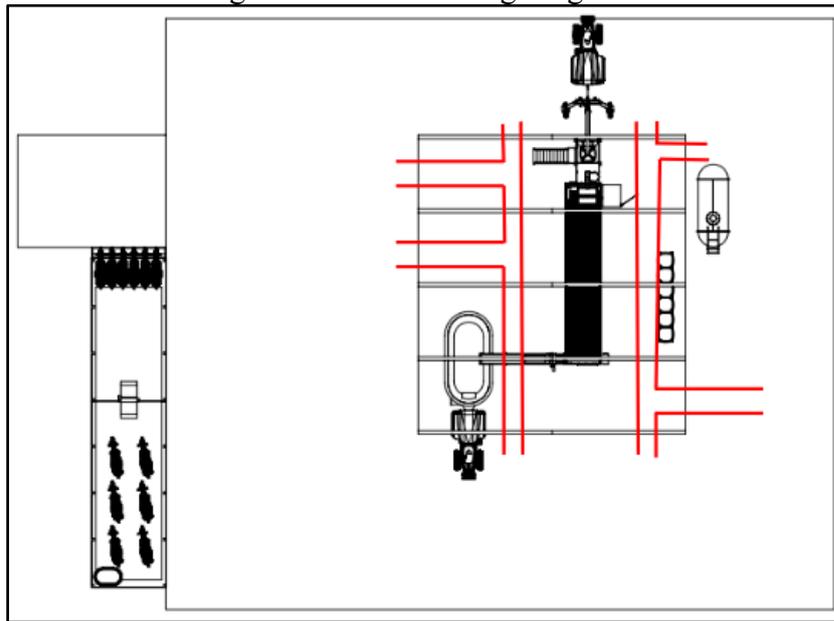
4.3.1.7 NR 23 - Proteção Contra Incêndios

As instalações da unidade devem possuir sistemas de exaustão eficazes para dissipar substâncias que possam ficar no ar, além de ter bons sistemas de ventilação para garantir a qualidade do ar.

É dever da fazenda fornecer extintores suficientes e de fácil acesso aos trabalhadores, bem como treiná-los sobre como usá-los. Além disso, devem ter rotas de fuga de fácil acesso,

livre de obstáculos e bem sinalizadas em caso de emergência, aliadas a planos de evacuação para garantir saída rápida e segura do local. É recomendado que as portas nas saídas de emergência sejam do tipo corta-fogo, bem sinalizadas e desobstruídas, localizadas na rota de fuga. A Figura 40 ilustra uma sugestão em vermelho de como pode ser na fazenda (as recomendações não estão em escala).

Figura 40 - Rotas de fuga sugeridas.



Fonte: Adaptado de Gaúcha (2023).

4.3.1.8 NR 24 - Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho

A fazenda deve fornecer e manter em bom estado ambientes para troca de roupa e higiene, sanitários, bebedouros, áreas para alimentação e descanso para garantir o bem estar dos trabalhadores, bem como locais para treinamentos. Também deve fornecer assistência e equipamentos de primeiros socorros, bem como EPIs limpos, adequados e local para seu armazenamento, além de garantir seu uso quando necessário.

Cabe à fazenda analisar e adequar de acordo com as necessidades e número de funcionários, se aplicável, as instalações requeridas pela norma:

- Instalações sanitárias;
- Componentes sanitários;
- Vestiários;

- Locais para refeições;
- Cozinhas;
- Alojamento;
- Vestimenta de trabalho (EPI).

4.3.1.9 NR 26 - Sinalização de Segurança

As cores podem ser utilizadas em forma de faixas no chão, em colunas, placas, rótulos, botões, objetos, entre outros. Porém, o uso de cores deve ser feito com moderação, a fim de não ocasionar distração, confusão e fadiga ao trabalhador. Além disso, a utilização de cores não dispensa o emprego de outras formas de prevenção de acidentes (BRASIL, 2022h).

Algumas indicações do que as cores podem representar, segundo Vergara (2022) são:

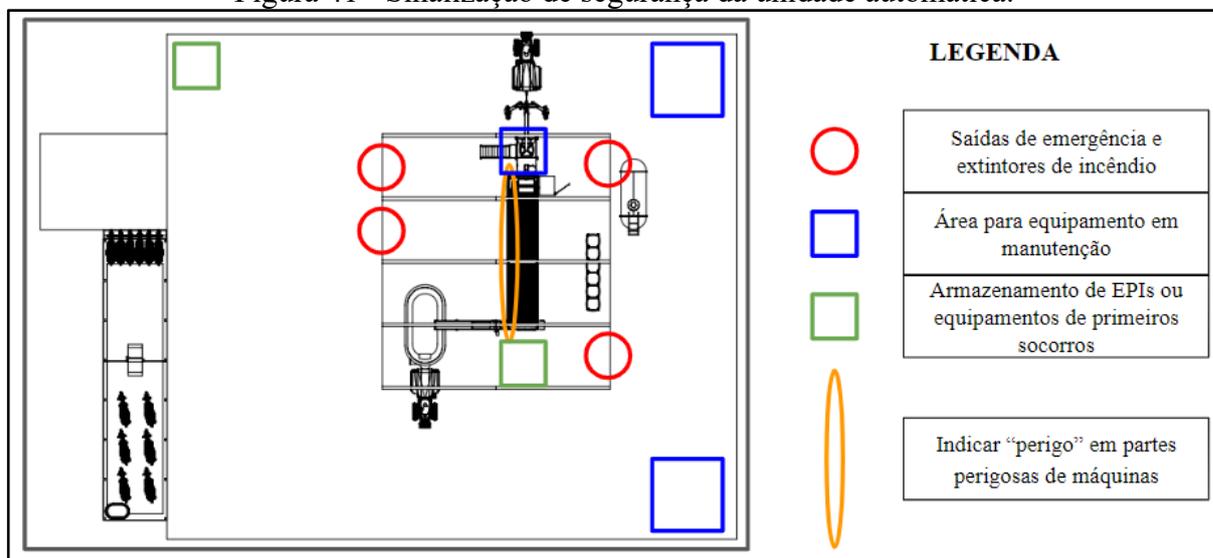
- Vermelho: utilizado para prevenção de incêndio e localização de equipamentos e aparelhos de proteção, como extintores de incêndio;
- Amarelo: indicar “cuidado” em bordas de aberturas no solo, escadas, corrimões, parapeitos, entrada de elevadores, entre outros;
- Branco: utilizado em áreas destinadas a armazenamento, faixas de demarcação de passarelas e corredores de circulação, direção de circulação, localização de bebedouros, entre outros;
- Azul: indicar “cuidado” em bandeiras de advertência para prevenir acidentes relacionados ao movimento acidental do trabalhador com equipamento em manutenção;
- Preto: indicar as canalizações de inflamáveis e combustíveis de alta viscosidade;
- Verde: indicar “segurança” em caixas com equipamentos de primeiros socorros, EPIs, emblemas de segurança, entre outros;
- Laranja: cor usada para indicar “perigo” em partes perigosas de máquinas, caixas de dispositivos elétricos, de corte entre outros.

A Figura 41 indica as possíveis áreas a serem sinalizadas. As áreas sinalizadas não estão em escala, e os corredores já foram sinalizados nas Figuras 37, 38 e 40.

Como recomendação anterior, as saídas de emergências estão sinalizadas, bem como as partes móveis da unidade automática. Os quadrados azuis maiores sinalizam áreas para manutenção de empilhadeiras e tratores. O quadrado verde externo sinaliza área para

armazenamento de EPIs, enquanto o interno sinaliza armazenamento de equipamento de primeiros socorros.

Figura 41 - Sinalização de segurança da unidade automática.



Fonte: Adaptado de Gaúcha (2023).

4.3.1.10 NR 35 - Trabalho em altura

O trabalho executado acima de 2 m do nível inferior é considerado em altura se também apresentar risco de queda. Portanto, cabe à fazenda assegurar às atividades de manutenção e limpeza a implementação das medidas de proteção dessa norma, bem como o planejamento e organização da atividade em altura, garantindo sistemas de proteção contra quedas, e equipe de emergência e salvamento. Para executar as atividades do trabalho em altura, o trabalhador também deve receber capacitação e treinamento para realizá-las sob responsabilidade da empresa.

A fazenda deve assegurar-se que o trabalhador possa permanecer em pé com naturalidade, apoiado sobre ambos os pés, realizando o trabalho próximo e diante do próprio corpo. Essa atividade ocorre principalmente no estoque de semente armazenada e no trabalho em altura onde pode haver manutenção da moega, deve contar com EPIs recomendados no Quadro 5, e deve haver uma base sólida e estável e disposições de proteção e segurança. As Figuras 42 e 43 ilustram sugestões em vermelho de onde deve ser na fazenda (as recomendações não estão em escala). No caso dos tratores ou empilhadeiras, os assentos e cabines de condução

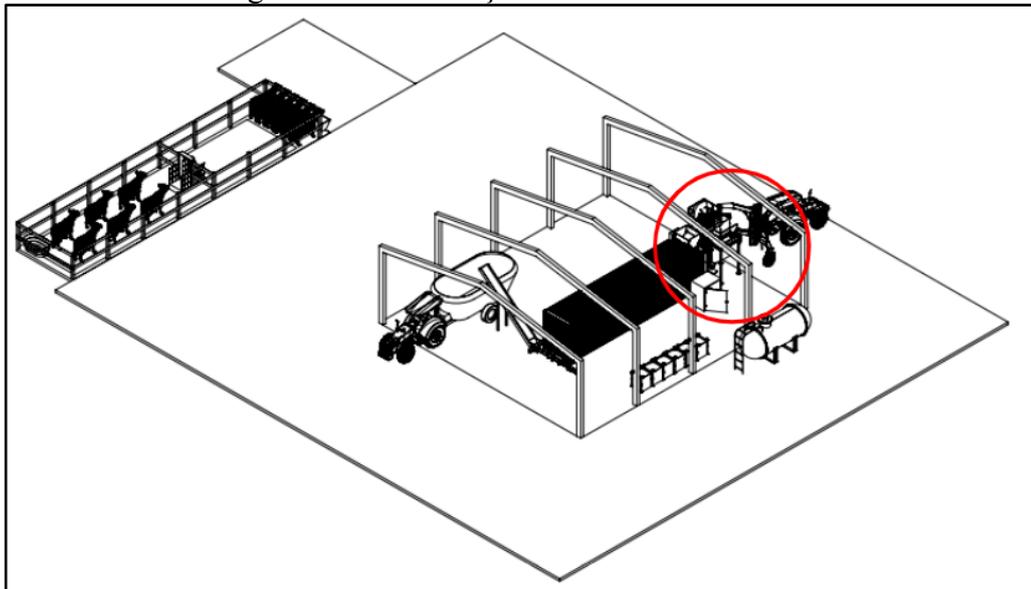
devem ser confortáveis e seguros, com espaço para pernas e manuseio de controles, e boa visibilidade.

Figura 42 - Localização do trabalho em altura 1.



Fonte: Adaptado de Gaúcha (2023).

Figura 43 - Localização do trabalho em altura 1.



Fonte: Adaptado de Gaúcha (2023).

5 CONCLUSÃO

Com a alta competitividade nacional do agronegócio, o setor vem buscando melhorias nos seus produtos e processos, visando o aumento da eficiência. Com o desenvolvimento de novos produtos, há necessidade de novas adaptações aos usuários. Desta forma, este trabalho buscou propor recomendações ergonômicas e de segurança no processo de desenvolvimento de produto de uma unidade automática de rações hidropônicas.

Primeiramente, foi necessário fazer o levantamento dos requisitos do cliente através de entrevistas abertas entre a Empresa Gaúcha e a Fazenda Piloto. Em seguida foram elaborados QFDs para cada segmento da unidade a fim de transformar os requisitos do cliente em requisitos do produto. A elaboração dos QFDs se deu a partir de reuniões *online* entre a Empresa Gaúcha e a equipe de professores da UFSC, e sua construção permitiu identificar os requisitos do cliente e integrá-los ao PDP, garantindo que eles fossem atendidos.

A partir dos requisitos do produto, foi elaborada a matriz morfológica que permitiu que mais de uma combinação de funções, soluções, preço e durabilidade pudessem ser avaliadas, buscando encontrar a solução mais adequada para o cliente de acordo com a sua necessidade. A alternativa 1 é foi opção que foi construída de modo a atender melhor os requisitos específicos da fazenda, e também de acordo com a disponibilidade de peças e opção de manufatura que a Empresa Gaúcha possui. A alternativa 2 foi uma opção mais sofisticada, pensando em melhores benefícios e durabilidade das peças e do produto em geral. Por fim, a alternativa 3 foi construída pensando em uma opção de menor custo, visando os mesmos objetivos de germinação sem perder a qualidade do produto. A alternativa escolhida foi a primeira, pois é a mais próxima do que a Fazenda Piloto necessita, pois as soluções foram planejadas nos seus requisitos e necessidades.

Após gerar as soluções, foram feitas contribuições de ergonomia e segurança para o projeto em desenvolvimento. Para tal sugeriu-se adequações para o ambiente da unidade em planejamento e para ela também. As recomendações envolveram dez NRs, e englobam EPIs, cuidados em relação à exposição de agentes químicos e biológicos, transporte, armazenamento e manuseio de materiais, insalubridade, segurança no trabalho em maquinários, condições sanitárias e de conforto, sinalização, trabalho em altura e aspectos de ergonomia, e segurança com relação à incêndios.

A inserção adequada da ergonomia durante o PDP utilizando ferramentas como o QFD e a matriz morfológica, aliados à consulta das Normas Regulamentadoras resultaram em um produto final com maior potencial de qualidade e satisfatório para o trabalhador, se comparado à um produto projetado sem o envolvimento de aspectos ergonômicos. A inserção da ergonomia durante o PDP potencialmente auxiliou na redução de problemas no início da produção, podendo resultar em aumento da produtividade e redução de custos de possíveis mudanças posteriores no projeto.

Em trabalhos futuros, recomenda-se a exploração de outras ferramentas ergonômicas durante o PDP, como a AET e questionários e entrevistas com os trabalhadores. Também se recomenda uma avaliação de custo-benefício mais aprofundada, bem como pesquisa de requisitos de outros clientes que possam ser incorporadas ao protótipo.

1. REFERÊNCIAS

ARAÚJO, F. S. **Avaliação da experiência do usuário: uma proposta de Sistematização para o processo de desenvolvimento de produtos.** Tese (Doutorado) – Departamento de Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2014.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora nº 5: Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA).** Brasília, DF [2022a]. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/acao-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-05-atualizada-2022.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2023.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora nº 6: Equipamentos de proteção individual - EPI.** Brasília, DF [2022b]. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/acao-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-06-atualizada-2022-1.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2023.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora nº 9: Avaliação e controle das exposições ocupacionais a agentes físicos, químicos e biológicos.** Brasília, DF [2021]. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/acao-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-09-atualizada-2021-com-anexos-vibra-e-calor.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2023.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora nº 11: Transporte, movimentação, armazenagem e manuseio de materiais.** Brasília, DF [2016]. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/acao-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-11.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2023.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora nº 12: Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos.** Brasília, DF [2022c]. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/acao-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-12-atualizada-2022-1.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2023.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora nº 15: Atividades e operações insalubres.** Brasília, DF [2022d]. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/acao-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-15-atualizada-2022.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2023.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora nº 17: Ergonomia.** Brasília, DF [2022e]. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/acao-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-17-atualizada-2022-1.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2023.

permanente/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-17-atualizada-2022.pdf. Acesso em: 13 jun. 2023.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora nº 23: Proteção contra incêndios**. Brasília, DF [2022f]. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-23-atualizada-2022.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2023.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora nº 24: Condições sanitárias e de conforto nos locais de trabalho**. Brasília, DF [2022g]. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-24-atualizada-2022.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2023.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora nº 26: Sinalização de segurança**. Brasília, DF [2022h]. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-26-atualizada-2022.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2023.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora nº 35: Trabalho em altura**. Brasília, DF [2022i]. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-35-atualizada-2022.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2023.

BACK, N. et al. **Projeto integrado de produtos**. Barueri – São Paulo: Manole, 2008.

BARRINGTON, S. **Usability in the Lab: Techniques for Creating Usable Products**. Journal of the Association for Laboratory Automation, 2007.

BARROS FILHO, J. R. **Modelo de colaboração para o desenvolvimento de produtos eletroeletrônicos em cadeias de suprimentos**, 174 f, Tese de Doutorado, UFSC, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Florianópolis, 2008.

BAXTER, Mike R. **Projeto de Produto: guia prático para o design de novos produtos**. 2. ed. São Paulo: Blusher, 2000.

BAXTER, Mike. **Projeto de Produto. Guia prático para o desenvolvimento de novos produtos**. São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 1998.

BRANDENBURG, A. **Agricultura familiar, ONGs e desenvolvimento sustentável**. Curitiba: Ed. UFPR, 1999.

BROBERG, O. **Integrating ergonomics into the product development process**. International Journal of Industrial Ergonomics, v. 19, n. 4, 1997.

CAMARGO, Fernando Silveira; SOARES, Cleber Oliveira. **Perspectivas para a inovação no agronegócio brasileiro.** 2021. Disponível em: <https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/1740/pdf>. Acesso em: 18 maio 2023.

CARRAFA, Marcos Roberto. **Desenvolvimento de um sistema para processamento pós colheita de bananas destinadas à exportação.** 2007. 128 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

CARVALHO, Alexandre Bruno Moreno de. **Foco na qualidade, meio ambiente, saúde e segurança.** In Revista Banas Ambiental, Dezembro / 2000, Ano II Nº 9.

CHENG, Lin C. **Ampliando a vantagem competitiva através do QFD. Informe da Qualidade Total,** Belo Horizonte, Fundação Christiano Ottoni, ano 4, n. 14, maio/set. 1995.

CIACCIA, F. R. D. A. S. **Entre a vivência do conforto e do desconforto em cainas de aeronaves: uma abordagem baseada na atividade.** Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Produção. São Paulo, 2013.

CONAB. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/>. Acesso em: 07 dez. 2022.

ANDA, José de et al. **Potential of Vertical Hydroponic Agriculture in Mexico.** 2017. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/9/1/140>. Acesso em: 03 jul. 2023.

DE CARVALHO, Alexandre Bruno Moreno. **Sistema integrado de gestão.** In Revista Banas Qualidade. nº 127. Dezembro / 2002.

DEJEAN, P; NÄEL, M. Ergonomia do produto. In: FALZON, P. **Ergonomia.** São Paulo: Editora Edgar Blucher, 2007.

DELL TECHNOLOGIES. **A importância da tecnologia no agronegócio brasileiro.** 2022. Disponível em: <https://g1.globo.com/especial-publicitario/dell-tecnologia-no-campo/noticia/2021/07/21/a-importancia-da-tecnologia-no-agronegocio-brasileiro.ghtml>. Acesso em: 18 maio 2023.

DIAS, Jorge Luiz Passos Abduch. **Integração da concepção ergonômica de máquinas e equipamentos na metodologia de projeto de produtos.** 2000. 84 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

DUL, J., NEUMANN, W.P. Ergonomics contributions to company strategies. **Applied Ergonomics**, v.40, n. 4, 2009.

FARINA, Everton. **Desenvolvimento conceitual de um módulo de potência para agricultura.** 2010. 150 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

FURLANI, P. R.; CASTELLANE, P. D. **Estruturas para cultivo hidropônico.** Informe Agropecuário. Belo Horizonte, v.20, n.2000/2001, p. 72-80, set/dez. 1999.

GALERA, Vinícius. **Agro brasileiro mostra força em meio a crises de escala global**. 2022. Disponível em: <https://globorural.globo.com/especiais/melhores-do-agronegocio/noticia/2022/11/agro-brasileiro-mostra-forca-em-meio-a-criSES-de-escala-global.ghtml>. Acesso em: 07 dez. 2022.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008. Google Maps. Mapas. Disponível em: <<https://www.google.com/maps>>. Acesso em 20 de abril de 2023.

GUAZZI, Dirceu Moreira. **Utilização do QFD como uma ferramenta de melhoria contínua do grau de satisfação de clientes internos: uma aplicação em cooperativas agropecuárias**. 1999. 209 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.

HAUSER, John; CLAUSING, Don. **The house of quality**. *Harvard Business Review*. may/jun. 1988.

IIDA, Itiro. **Ergonomia: Projeto e Produção**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher LTDA, 2005. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Busca online de CNAE. Disponível em <<https://cnae.ibge.gov.br/?view=subclasse&tipo=cnae&versao=10&subclasse=2833000>>. Acesso em 10 de junho de 2023.

INTERNATIONAL ERGONOMICS ASSOCIATION. **What is Ergonomics?** Geneva, Switzerland, 2000. Disponível em: <https://iea.cc/about/what-is-ergonomics/>. Acesso em: 03 dez. 2022.

INTERNATIONAL LABOUR OFFICE. **Pontos de verificação ergonômica: soluções práticas e de fácil aplicação para melhorar a segurança, a saúde e as condições de trabalho**. 2. ed. São Paulo: Fundacentro, 2018.

ISO, 2010. **ISO 9241 Part 210: Human-centered design for interactive systems**. ISO 9241-210:2010(E). Genebra: ISO, 2010.

JACKSON, M.; DISCHINGER, M.; DUARTE, F. **The use of narratives for generating knowledge about the ergonomists role in design processes**. In: Annual Congress of the Nordic Ergonomics Society, 2007, Lysekil –Suécia. Anais... Lysekil, 2007.

JORDAN, P. W. **An introduction to usability**. London: Taylor & Francis, 1998.

KANO N.; SERAKU N.; TAKAHASHI F.; TSUJI S. **Attractive quality vs must be quality**. *Journal of the Japanese Society for Quality Control*, v. 14, n. 2, 1984.

KELLY, J. Displacing use: Exploring alternative relationships in a human-centered design process. *Design Studies*, v. 35, 2014.

LORANDI, Joisse Antonio. **Sistemática de implementação do custeio-alvo na cadeia de suprimentos com o uso do desdobramento da função da qualidade (QFD)**. 2009. 204 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

MAGUIRE, M. **Context of use within usability activities.** *International Journal of Human-Computer Studies*, v. 55, n. 4, p. 453-483, Oct 2001. ISSN 1071-5819

MERINO, G.S.A.D. **Metodologia para a prática projetual do design: com base no projeto centrado no usuário e com ênfase no design universal.** 2014. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina. Departamento de Engenharia de Produção. Florianópolis, 2014.

MONTEIRO, J. **O processo de trabalho e o desencadeamento dos agravos à saúde do trabalhador: um estudo ergonômico na agricultura familiar de Santa Catarina.** 2004. 182f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2004.

NORMAN, D.; DRAPER, S. **User Centered System Design.** Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, 1986.

NUMA - NÚCLEO DE MANUFATURA AVANÇADA (São Paulo). **Exemplo de aplicação do QFD (quality function deployment).** São Paulo: Numa, 2023. 82 slides, color.

OLIVEIRA, A. N. **Guia de referência para qualidade da usabilidade de projetos de interfaces em processos de desenvolvimento de software.** Dissertação (Mestrado) - Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, Programa de Mestrado em Tecnologia. São Paulo, 2012.

REINERT, Fabíola. **Integração da ergonomia no projeto de produtos com base no projeto centrado no usuário.** 2017. 181 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

RODRIGUES, D. S. **Interação entre ergonomia e projeto: o trabalho do operador de descoqueamento de uma refinaria de petróleo.** Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos. Departamento de Engenharia de Produção. São Carlos, 2012.

RODRIGUES, L. R. F. **Técnicas de cultivo hidropônico e de controle ambiental no manejo de pragas, doenças e nutrição vegetal em protegido.** Jaboticabal – SP: FUNEP. Ed. Afiliada. 2002.761 p.

ROSALES, Jean Carlos; SIGALES, Marlon Soares; ANDRADE, Henrique Gonçalves; CASSELATO, Matheus Roberto; OJEDA, Elka Carolina; MACHADO, Roberto Lilles Tavares. **Método QFD na hierarquização dos requisitos de projeto de um veículo autônomo para uso em unidades agrícolas.** 2021. Disponível em: https://cti.ufpel.edu.br/siepe/arquivos/2021/EN_01826.pdf. Acesso em: 27 maio 2023.

ROZENFELD, H. et al. **Gestão de Desenvolvimento de Produtos: Uma referência para a melhoria do processo.** São Paulo: Saraiva, 2006.

ROZENFELD, Henrique. **Modelo unificado do Processo de Desenvolvimento de Produto.** Disponível em: http://www.pdp.org.br/ModeloLivroWeb/modelo/met_ferram/qfd/fmqfd.htm. Acesso em: 13 abr. 2023.

RUBIN, J., CHISNELL, D. **Handbook of Usability Testing: How to Plan, Design, and Conduct Effective Tests**. Indianapolis: Wiley Publishing, 2008.

SAMARAS, G. M.; HORST, R. L. A systems engineering perspective on the human-centered design of health information systems. **Journal of Biomedical Informatics**, v. 38, 2005.

NISHA, Sharma *et al.* Hydroponics as an advanced technique for vegetable production: an overview. **Hydroponics As An Advanced Technique For Vegetable Production**. Leh de Ladakh, p. 364-3. jan. 2018. Disponível em: <https://www.indianjournals.com/ijor.aspx?target=ijor:jswc&volume=17&issue=4&article=009>. Acesso em: 03 jul. 2023.

SILVA, C. E. S. et al. **A integração da ergonomia no desenvolvimento de produtos**. In: ENEGEP, 8, 1998, Niterói. Anais... Niterói, 1998.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da Pesquisa-Ação**. São Paulo: Cortez, 1985.

TONTINI, Gérson; SANT'ANA, André José. **Interação de atributos atrativos e obrigatórios de um serviço na satisfação do cliente**. 2008.

Disponível em: <https://www.scielo.br/j/prod/a/TpsyXdgQqn7WqH4jhwYMwSm/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 11 maio 2023.

TULLIS T., ALBERT B. **Measuring the User Experience**. Amsterdam: Morgan Kauffman, 2008.

VERGARA, Lizandra Garcia Lupi. **Cores e Sinalização na Segurança**. Florianópolis: UFSC, 2022. 33 slides, color.

VERGARA, Lizandra Garcia Lupi. **Variáveis Ambientais**. Florianópolis: UFSC, 2023. 73 slides, color.

VILARINO, Cleyton. **Empresas do agro reconhecem que é importante se preocupar com saúde mental dos colaboradores**. 2022. Disponível em: <https://globorural.globo.com/especiais/melhores-do-agronegocio/noticia/2022/11/agro-brasileiro-mostra-forca-em-meio-a-criises-de-escala-global.ghtml>. Acesso em: 07 dez. 2022.

ANEXO 2: QFD DO TRANSPORTE E TRATAMENTO.

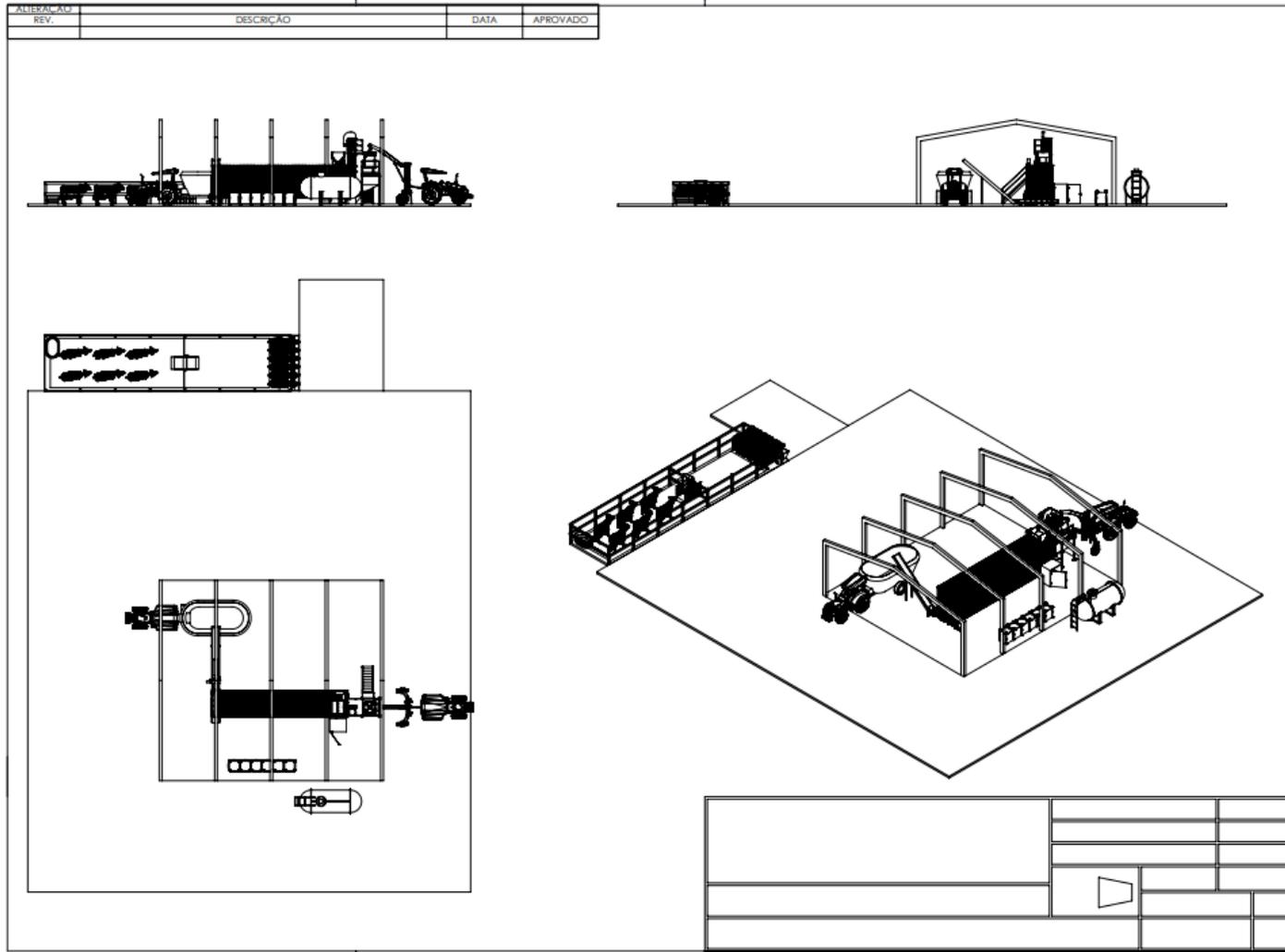
CASA DA QUALIDADE (Transporte e Tratamento)

RC: Requisitos do Cliente		Reagente						Bechmarking de Mercado						qualidade planejada			
		Reagente	Meio do tratamento	Tempo de reação	Concentração do descontaminante	Percentual de eficiência do processo	Etapa do processo	Reagente	Kano (interno)	Grau de importância (geral)	Nosso Produto	Concorrente X	Concorrente Y	Plano	Índice de melhoria	Argumento de vendas	Peso absoluto
Tratamento	Descontaminação das sementes	9	9	9	9	9	3	5	O	5	3	5	5	1,67	1	8,33	
	Inclusão no processo	3	9	3	3	1	9	3	E	5	1	1	3	3	1,5	22,5	
Grau de importância (req. produto)		462,2	900,0	482,2	482,2	316,2	737,8										3340,5
Percentual		13,8	26,9	13,8	13,8	9,5	22,1										100,0
Unidade		Produto	Seco/molhado	Hora	ppm	%											

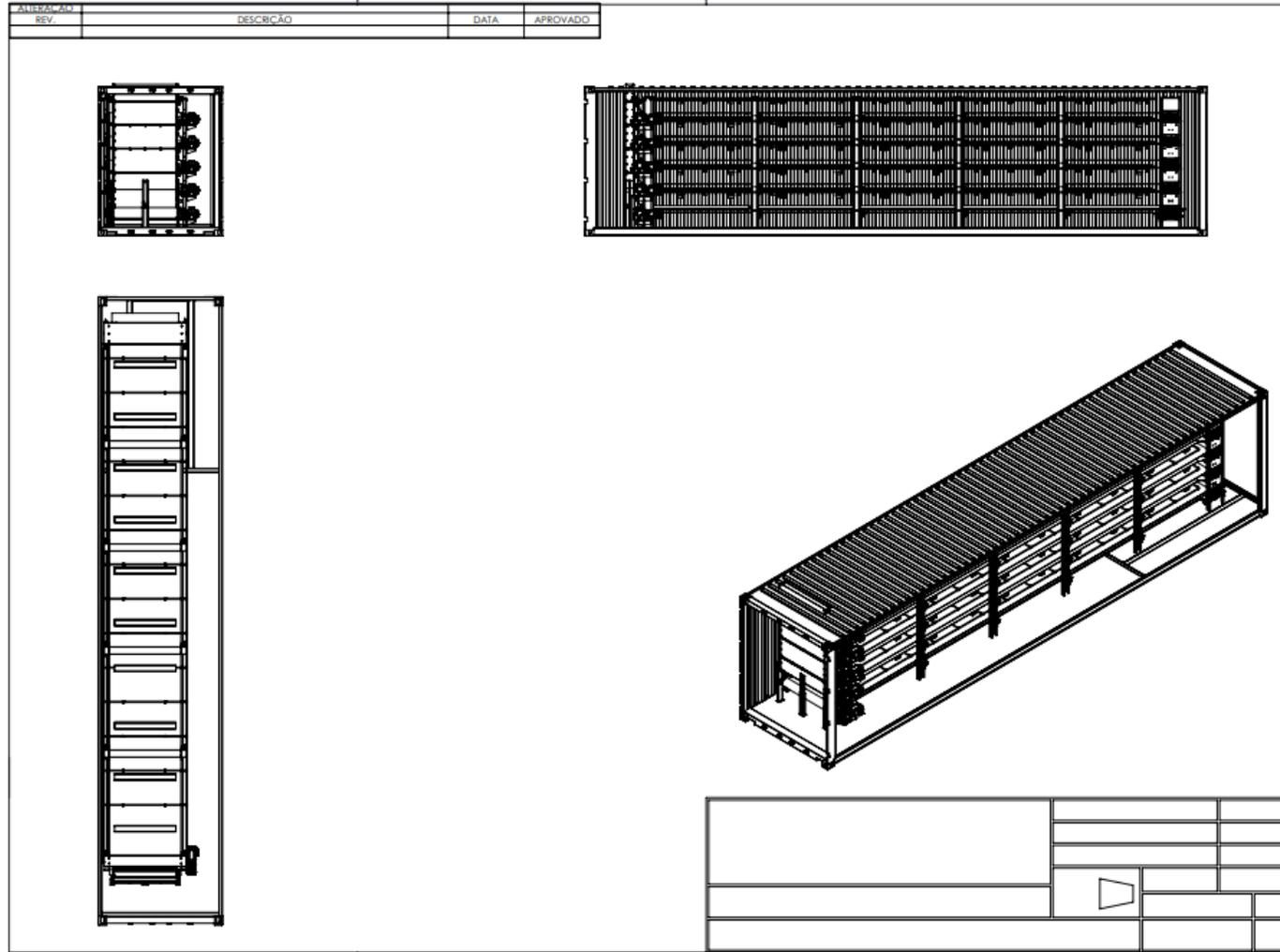
Correlação entre requisitos de cliente e de produto			
⊗	Forte	9	
○	Moderado	3	
△	Fraco	1	

As células marcadas dessa cor são calculadas automaticamente	
--	--

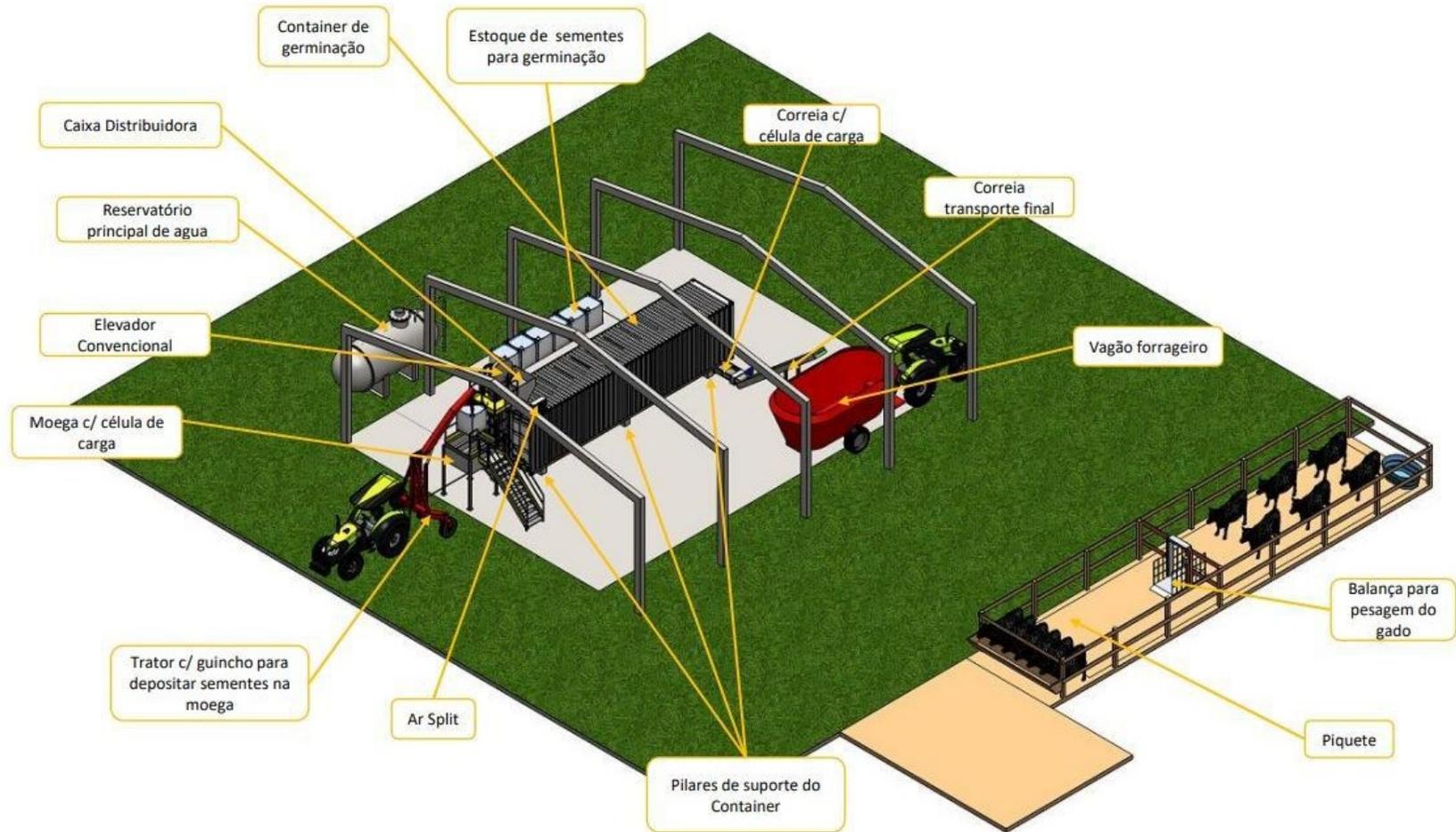
ANEXO 4: VISTAS DO PROJETO DA UNIDADE AUTOMÁTICA.



ANEXO 5: VISTAS DO SEGMENTO DE GERMINAÇÃO DA UNIDADE.



ANEXO 6: PROJETO PRELIMINAR 1.



ANEXO 7: PROJETO PRELIMINAR 2.

