



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

LUIZ HENRIQUE GUBERT

**ESCASSEZ DE MÃO-DE-OBRA, ROBOTIZAÇÃO E AUTOMAÇÃO NA
PRODUÇÃO DE SEMENTES**

**CURITIBA PR
2024**

LUIZ HENRIQUE GUBERT

**ESCASSEZ DE MÃO-DE-OBRA, ROBOTIZAÇÃO E AUTOMAÇÃO NA
PRODUÇÃO DE SEMENTES**

Artigo apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Especialista, Curso de Gestão Estratégica do Agronegócio, Setor de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Tomas

**CURITIBA-PR
2024**

Resumo

A crescente demanda global por alimentos e a necessidade de aprimorar os processos agrícolas impulsionaram a busca por inovações tecnológicas, como os robôs peletizadores, que otimizam o beneficiamento de sementes e promovem a sustentabilidade agrícola. Esta pesquisa explora a viabilidade de implementar esses sistemas automatizados, considerando suas implicações tecnológicas, econômicas e ambientais. O estudo destaca a escassez de mão-de-obra como um desafio crítico na agricultura. A migração da população rural para áreas urbanas e o envelhecimento da população agrícola agravam a situação, impactando a produção de sementes. A robotização e automação surgem como soluções estratégicas, oferecendo benefícios como aumento de eficiência, redução de custos operacionais e melhoria da qualidade das sementes. No entanto, a substituição da mão-de-obra humana levanta preocupações éticas e sociais. A pesquisa enfatiza a importância de sistemas de visão computacional e robótica colaborativa na manipulação de sementes, garantindo a integridade e qualidade do produto final. Estudos de caso demonstram os ganhos operacionais obtidos com a implementação de robôs peletizadores em unidades de beneficiamento. Na COASUL Cooperativa Agroindustrial, a adoção de um sistema robotizado na linha de ensaque e paletização é justificada pela necessidade de mitigar a escassez de mão-de-obra, aumentar a produtividade e melhorar a qualidade dos produtos. A automação das tarefas de pesagem, enchimento e selagem de sacos oferece vantagens significativas, como aumento da eficiência, redução de custos, consistência na produção e maior segurança no trabalho. Conclui-se que a implementação de tecnologias avançadas de robotização e automação é uma solução viável e estratégica para enfrentar os desafios do setor, promovendo a inovação e a competitividade da COASUL no mercado agrícola.

Palavras-chave: robôs peletizadores, beneficiamento de sementes, escassez de mão-de-obra, robotização, automação, cooperativa.

ABSTRACT

The growing global demand for food and the need to improve agricultural processes have driven the search for technological innovations, such as pelletizing robots, which optimize seed processing and promote agricultural sustainability. This research explores the feasibility of implementing these automated systems, considering their technological, economic and environmental implications. The study highlights labor shortages as a critical challenge in agriculture. The migration of the rural population to urban areas and the aging of the agricultural population worsen the situation, impacting seed production. Robotization and automation emerge as strategic solutions, offering benefits such as increased efficiency, reduced operational costs and improved seed quality. However, the replacement of human labor raises ethical and social concerns. The research emphasizes the importance of computer vision systems and collaborative robotics in seed manipulation, ensuring the integrity and quality of the final product. Case studies demonstrate the operational gains obtained with the implementation of pelletizing robots in processing units. At COASUL Cooperativa Agroindustrial, the adoption of a robotic system in the bagging and palletizing line is justified by the need to mitigate labor shortages, increase productivity and improve product quality. Automating bag weighing, filling and sealing tasks offers significant advantages, such as increased efficiency, cost reduction, production consistency and greater workplace safety. It is concluded that the implementation of advanced robotization and automation technologies is a viable and strategic solution to face the sector's challenges, promoting COASUL's innovation and competitiveness in the agricultural market.

Keywords: pelletizing robots, seed processing, labor shortage, robotization, automation, cooperative.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. OBJETIVO GERAL.....	13
3. JUSTIFICATIVAS DO OBJETIVO	13
4. REFERENCIAL TEÓRICO	14
4.1- Escassez de mão-de-obra na agricultura	14
4.2 - O papel da robotização e automação.....	14
4.3 - Impactos da robotização na produção de sementes	15
4.4 - Desafios e considerações.....	16
5. DIAGNÓSTICO E DESCRIÇÃO DA SITUAÇÃO-PROBLEMA.....	17
5.1 - Descrição geral da cooperativa	17
5.2 - Diagnóstico da situação-problema	18
5.3 - Descrição do processo	19
6. PROPOSTA TÉCNICA PARA A SOLUÇÃO DA SITUAÇÃO-PROBLEMA	20
6.1 - Desenvolvimento da proposta	20
6.2 - Plano de implantação	21
6.3 - Recursos	23
6.5 - Resultados esperados.....	24
6.6 - Riscos ou problemas esperados e medidas preventivo-corretivas.....	25
7. CONCLUSÃO	27
8. REFERÊNCIAS	28

1. INTRODUÇÃO

A crescente demanda global por alimentos e a necessidade urgente de aprimorar os processos agrícolas têm motivado a busca incessante por inovações tecnológicas. Os robôs peletizadores, nesse contexto, emergem como potenciais catalisadores de transformação no beneficiamento de sementes, prometendo não apenas otimizar os procedimentos, mas também contribuir significativamente para a sustentabilidade agrícola. Esta pesquisa busca aprofundar a compreensão sobre a implementação desses sistemas automatizados, considerando suas implicações tecnológicas, econômicas e ambientais.

Revisões bibliográficas enfatizam o impacto econômico da automação na agricultura. Segundo estudo de (Shi e Zhang, 2018), a automação representa uma resposta eficaz aos desafios enfrentados pelo setor, oferecendo ganhos substanciais em eficiência operacional e redução de custos.

A literatura recente destaca a necessidade premente de tecnologias inovadoras para aprimorar a eficiência no beneficiamento de sementes (Johnson et al., 2020). Os robôs peletizadores, ao oferecerem uma abordagem automatizada e precisa, alinham-se a essa demanda, como discutido em estudos que enfatizam a importância de tecnologias avançadas na agricultura (Smith et al., 2021).

No âmbito tecnológico, a aplicação de sistemas de visão computacional na manipulação de sementes é uma área de pesquisa proeminente. Conforme destacado por (Chen et al., 2019), esses sistemas garantem a integridade das sementes, assegurando uma produção de alta qualidade.

A robótica colaborativa na agricultura também é tema relevante, como abordado por (Lee e Kim, 2021). A capacidade dos robôs peletizadores de interagir eficientemente com operadores humanos durante o beneficiamento de sementes não apenas impulsiona a automação, mas também promove uma transição suave para práticas agrícolas mais tecnologicamente avançadas.

Este estudo incorpora uma abordagem prática, apresentando um caso de implementação bem-sucedida de robôs peletizadores em uma unidade de beneficiamento de sementes. Os resultados obtidos não apenas ilustram os

ganhos operacionais, mas também proporcionam insights valiosos sobre os desafios enfrentados e estratégias para superá-los.

2. OBJETIVO GERAL

Estudar a viabilidade para a implantação uma linha de ensaque e paletização robotizada visando mitigar o impacto da escassez de mão-de-obra em uma unidade de beneficiamento de sementes.

3. JUSTIFICATIVAS DO OBJETIVO

Este estudo justifica-se pela necessidade de encontrar uma solução para a situação da escassez de mão-de-obra, problema esse que a empresa já vêm enfrentando, na última safra, foram abertos 22 novos postos de trabalho na unidade beneficiadora de sementes, destes 12 foram ocupados e apenas 4 continuaram até o final, também, conforme Santos (2023), os indicadores mais recentes do Painel do Trabalho Industrial 2022, elaborado pelo Observatório Nacional da Indústria, sinalizam que o aprimoramento e treinamento de, no mínimo, 9,6 milhões de trabalhadores no setor industrial nos próximos três anos são necessários no Brasil.

Essa realidade transcende os limites da indústria e impacta todos os segmentos econômicos, conforme evidenciado pelo "Custo Brasil". O relatório revelou que a categoria 'Empregar Capital Humano' – que engloba a qualificação da mão-de-obra, detalha os ônus trabalhistas, processos e encargos jurídicos – representa mais de 8% do Custo Nacional, totalizando R\$1,7 trilhão. Conforme indicado pela pesquisa, em termos financeiros, alocar recursos humanos no Brasil consumiu R\$360 bilhões das receitas. Além disso, com a implantação do sistema robotizado na linha de ensaque e paletização será possível aumentar a produção e atender a demanda que cresce junto com o agronegócio brasileiro e também padronizando o processo e entregando um produto de melhor qualidade para o cliente.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

4.1- Escassez de mão-de-obra na agricultura

A escassez de mão-de-obra na agricultura é um fenômeno multifacetado que resulta de uma série de fatores interconectados. Diversos autores destacam que a migração da população rural para áreas urbanas, em busca de melhores oportunidades de emprego e qualidade de vida, é um dos principais contribuintes para esse desafio (Reardon et al., 2019). Além disso, a mudança demográfica e o envelhecimento da população agrícola têm exacerbado a falta de trabalhadores qualificados.

Essa escassez não afeta apenas as plantações tradicionais, mas também setores específicos da agricultura, como a produção de sementes. A falta de mão-de-obra especializada na produção de sementes pode resultar em perdas de colheita, redução da qualidade e aumento dos custos operacionais.

Diante desse cenário, a busca por alternativas, como a robotização e automação, emerge como uma resposta estratégica para garantir a eficiência e sustentabilidade da produção agrícola, especialmente na produção de sementes.

A robotização e automação na produção agrícola representam um avanço tecnológico significativo para enfrentar os desafios associados à escassez de mão-de-obra. Maja Mataric, especialista em robótica, destaca que a incorporação de robôs na agricultura oferece benefícios como a redução da dependência da mão-de-obra humana, a execução de tarefas repetitivas de forma eficiente e a coleta de dados precisos para otimização dos processos agrícolas (Mataric, 2019).

4.2 - O papel da robotização e automação

A robotização e automação emergem como soluções promissoras para enfrentar os desafios decorrentes da escassez de mão-de-obra na indústria de produção de sementes. Essas tecnologias oferecem uma série de vantagens, desde aumentar a eficiência até reduzir a dependência de trabalhadores humanos.

As tecnologias de robotização e automação também têm o potencial de melhorar a qualidade e uniformidade das sementes produzidas. Ao eliminar a variabilidade associada ao trabalho manual, essas tecnologias podem garantir que as sementes atendam aos padrões de qualidade exigidos pelos agricultores e consumidores.

Em suma, a robotização e automação desempenham um papel crucial na modernização e melhoria da eficiência da produção de sementes, oferecendo soluções inovadoras para mitigar os desafios da escassez de mão-de-obra e impulsionar o crescimento sustentável da indústria.

4.3 - Impactos da robotização na produção de sementes

A robotização permite uma precisão sem precedentes na seleção e manuseio de sementes. Robôs equipados com sensores avançados podem realizar a triagem de sementes com base em características específicas, como tamanho, peso e pureza genética. Esse nível de precisão contribui para a produção de sementes mais uniformes e de alta qualidade (Jones, 2020). A automação também minimiza a possibilidade de erro humano, garantindo consistência nos lotes de sementes.

Ao otimizar o processo de produção, a robotização na produção de sementes contribui para a redução do desperdício. A aplicação precisa de insumos, a triagem eficiente e a embalagem adequada resultam em menos perdas durante todo o ciclo de produção (Mazo et al., 2018). Isso não apenas beneficia economicamente os produtores, mas também promove a sustentabilidade ambiental, minimizando o impacto negativo no ecossistema.

A flexibilidade dos sistemas robotizados permite uma adaptação rápida às mudanças nas demandas do mercado. Seja ajustando os parâmetros de seleção de variedades ou alterando os processos de embalagem, a automação oferece a capacidade de responder de maneira eficiente às tendências e exigências do mercado de sementes.

Embora esses impactos sejam promissores, é crucial considerar desafios éticos, sociais e econômicos associados à substituição da mão-de-obra humana e garantir que os benefícios da robotização na produção de sementes sejam distribuídos de maneira justa e equitativa.

4.4 - Desafios e considerações

A introdução maciça de robôs na produção agrícola, incluindo a produção de sementes, pode resultar na substituição de trabalhadores humanos. Isso levanta preocupações significativas sobre o desemprego e a criação de desigualdades sociais. Os trabalhadores que dependem da agricultura tradicional podem enfrentar dificuldades na transição para novas formas de emprego, especialmente se não houver políticas sociais e de treinamento adequadas (Kaplan, 2017).

Embora as tecnologias de robotização e automação ofereçam uma série de benefícios para a produção de sementes, sua implementação também enfrenta desafios e considerações importantes que precisam ser abordados.

Um dos principais desafios é o investimento inicial necessário para adquirir e implementar tecnologias de robotização e automação. Os custos associados a equipamentos, software e treinamento de pessoal podem ser significativos, especialmente para pequenas e médias empresas do setor de produção de sementes. Além disso, é importante considerar os custos contínuos de manutenção e atualização dos sistemas ao longo do tempo.

Outro desafio é a integração de tecnologias de robotização e automação com os sistemas existentes de produção e gestão. Muitas vezes, as empresas enfrentam dificuldades ao tentar compatibilizar novas tecnologias com processos e infraestrutura já estabelecidos, o que pode levar a interrupções na produção e dificuldades operacionais.

Além disso, é crucial considerar os aspectos relacionados à segurança ao implementar tecnologias de robotização e automação. Equipamentos automatizados podem apresentar riscos de acidentes para os trabalhadores, especialmente se não forem adequadamente projetados e operados. Portanto, é essencial investir em medidas de segurança, como cercas de proteção, sensores de proximidade e sistemas de parada de emergência.

5. DIAGNÓSTICO E DESCRIÇÃO DA SITUAÇÃO-PROBLEMA

5.1 - Descrição geral da cooperativa

COASUL COOPERATIVA AGROINDUSTRIAL, teve sua origem no ano de 1968, quando foi eleita a comissão provisória de constituição da cooperativa, em São João. No ano seguinte, mais precisamente no dia 21 de junho de 1969, um sábado à tarde, 43 agricultores, em assembleia, constituem a Coasul. Ainda neste ano, a cooperativa começa a receber trigo dos associados, armazenado no armazém do Sr. Miguel Ilkiu, alugado pelo Banco do Brasil. Quatro anos depois da fundação começa a expansão com a abertura dos entrepostos de Chopinzinho e São Jorge do Oeste, no sudoeste do Paraná. Oito anos após o início das expansões a Coasul decide fundar seu primeiro supermercado na cidade de São João. Com o passar dos anos a cooperativa vai se desenvolvendo e inaugurando novos entrepostos em cidades estratégicas, até que no ano de 1994 visando oferecer alternativas para viabilizar a pequena propriedade rural, ocorreu a instalação do posto de recebimento de leite, o Laticínio Coasul. Com o passar dos anos a cooperativa cresce e se desenvolve ainda mais, modernizando, inaugurando novos entrepostos e novas instalações, até que no ano de 2010 ela se reinventa e inaugura o abatedouro de aves Coasul e faz o lançamento da marca de alimentos LeVida. Em 2019 a cooperativa comemorou 50 anos e em comemoração faz o lançamento do Livro “Coasul, 50 anos de História e Cooperativismo”, aliado a isso ocorre mais uma abertura do Entreposto de Linha Gaúcha em Francisco Beltrão. Em São Jorge D’Oeste, construção de uma nova loja para atendimento aos associados e um depósito de insumos, em suma a Coasul segue se modernizando e inovando, sempre buscando um melhor atendimento ao cooperado.

A cooperativa possui uma gama vasta de produtos e serviços, possuindo, fábrica de ração, insumos, postos de combustíveis, supermercados, complexo avícola, assistência técnica, além da comercialização de soja, milho e trigo. O orçamento anual da cooperativa dos últimos 5 anos vem em uma crescente, atingindo o seu maior faturamento consolidado da história da Coasul no ano de 2023 com faturamento de 5,64 bilhões, representando um crescimento de 21,20% em relação a 2022, que apresentou um faturamento de 4,65 bilhões.

O quadro funcional da cooperativa e um ponto de destaque encerrando o ano de 2023 com 3650 colaboradores. Outro ponto de destaque e o quadro social que em 2023 atingiu a marca de 16.397 cooperados.

5.2 - Diagnóstico da situação-problema

Quando se fala em “diagnóstico” da robotização da linha de ensaque e paletização da produção, geralmente estamos nos referindo a uma análise detalhada do processo atual para identificar oportunidades de melhoria, eficiência e otimização por meio da implementação de sistemas robotizados. Atualmente o processo da linha de ensaque de sementes da Coasul conta com duas ensacadoras com alimentação manual que trabalham de forma simultânea, onde um colaborador controla o fluxo de ensaque das sementes. Posteriormente as sementes já ensacadas são alocadas na esteira, onde ao final dessa esteira serão paletizadas de forma manual por 4 colaboradores, cada pallet conta com 60 sacas de sementes tratadas já prontas para o transporte, onde o peso de cada saca varia de 16 a 40kg, visto que a semente de soja é comercializada pelo peso de mil sementes (PMS) e não mais pelo peso da sacaria, todo esse processo leva em média 30 minutos por pallet e necessita de pelo menos 5 colaboradores por turno, o que nos picos de produção que duram em médias 120 dias por ano se torna um problema, pois o trabalho no setor agrícola pode ser física e ambientalmente exigente, o que pode influenciar na atração de trabalhadores qualificados. A demanda por mão de obra para desempenhar essas funções aumenta, porém, por diversos fatores já apontados, como ser um trabalho insalubre, ter uma remuneração baixa e a migração para outras áreas, a procura com o passar dos anos está cada vez menor.

Considerando as informações acima, cada linha tem a capacidade de produção de 800 sacas por turno, 2400 sacas diariamente trabalhando em 3 turnos trabalhado de forma ininterrupta, não levando em consideração o intervalo do almoço, pausas para o café, pausas para banheiro, ociosidade, etc. Embora a Coasul trabalhe para melhorar os indicadores de satisfação no trabalho por meio de bonificações por assiduidade, benefícios entre outras coisas, é crucial notar que alguns colaboradores, mesmo assim, podem diminuir a produtividade. Isso pode ocorrer devido a diversos fatores, como falta de motivação intrínseca, desafios pessoais, ou até mesmo questões organizacionais que não são

diretamente influenciadas por incentivos financeiros ou benefícios adicionais. Portanto, tais indicadores não podem ser desconsiderados na análise mais ampla da eficiência e do bem-estar no ambiente de trabalho, sendo assim, a produção máxima de 800 sacas ensacadas por turno, corre risco de não ser atingida.

5.3 - Descrição do processo

Na linha de ensaque robotizada, a alimentação de sacarias como matéria prima é feita de forma automática necessita apenas de um colaborador para monitorar a quantidade necessária de embalagens vazias, como se trata de um processo automatizado, esse mesmo colaborador pode monitorar a linha de produção, como informações das etiquetas, validação do peso das sacarias, montagem do pallet no esquadro e o que mais necessitar. O enchimento das sacarias também é automático, sendo necessário apenas a calibração do peso requerido antes do início da produção e posterior monitoramento, a média de produtividade desse sistema automatizado é de 6 sacas por minuto, levando a um teto de produção diária de 9.450 sacas aumentando a produtividade média em 75%.

Após o ensaque, os sacos são transportados para a estação de paletização automatizada. Nesse processo, um robô é responsável por pinçar a sacaria e organiza-la encima do pallet de madeira, de acordo com o padrão, pré-programado. O robô empilha os sacos com precisão e rapidez, otimizando o espaço no pallet e garantindo a estabilidade da carga.

Todo esse processo demanda de no máximo 3 profissionais para operação dessa linha de ensaque, 1 auxiliar para abastecimento de embalagens vazias na linha de ensaque, 1 operador para monitoramento e programação e 1 operador de empilhadeira para fazer o abastecimento de pallets vazios e retirada dos pallets prontos.

Dessa forma observamos que a robotização da linha de ensaques além de aumentar a produtividade e a qualidade dos nossos produtos, mitiga o risco da falta de mão de obra em picos de produção, necessitando menos trabalhadores para operar toda a linha de ensaque das sementes ao mesmo tempo que aumenta a produção, dando uma vantagem competitiva perante aos nossos concorrentes, diminuindo a janela de entrega para o produtor.

6. PROPOSTA TÉCNICA PARA A SOLUÇÃO DA SITUAÇÃO-PROBLEMA

6.1 - Desenvolvimento da proposta

A falta de mão de obra é um problema que assola grande parte das empresas e no nosso caso não é diferente, nos últimos anos a procura por colaboradores para desempenhar funções básicas de armazenistas e auxiliares de produção tem se mostrado cada vez mais difícil, uma maneira de mitigar esse problema foi a terceirização para as contratações dessas funções, porém se mostrou pouco efetiva.

Dessa forma, a nossa proposta é a robotização da linha de produção e ensaque de sementes tratadas pela cooperativa, para mitigar esse problema de falta de mão de obra em ambientes mais insalubres. Levando em consideração os benefícios que essa robotização vai trazer para a Cooperativa, foram levantados os custos para manter o processo atual e os riscos da não robotização, visto que com a automação do processo, além de se tornar mais fluido e padronizado, surge também a oportunidade de novos negócios, visto que com a robotização, diminuir-se a necessidade de contratação de novos colaboradores e o risco de não conseguir controlá-los a tempo de atender a demanda dos nossos parceiros.

Atualmente, o processo de ensaque de sementes é realizado de forma manual, onde a alimentação de embalagens, pesagem e paletização depende de mão de obra humana. Porém, há a escassez de mão de obra no mercado de trabalho, impossibilitando que a cooperativa atinja seu teto de produção, por este motivo, a sugestão de implantação de uma linha automática de ensaque e paletização. De acordo com estudos preliminares, as atividades realizadas por 5 colaboradores por turno de trabalho, passariam a ser desempenhadas de forma independente, necessitando de apenas 01 colaborador, melhor qualificado, e portanto, com remuneração mais alta, para acompanhamento e ajustes finos de produção.

6.2 - Plano de implantação

Para a implantação do processo de automatização e robotização do processo de ensaque e paletização de sementes tratadas na unidade de beneficiamento de sementes da Coasul Cooperativa Agroindustrial, o primeiro passo será buscar em fornecedores parceiros que já possuem esta tecnologia e aplicar a que mais se adeque a realidade da nossa cooperativa. A partir disso, buscaremos no mercado fornecedores que comercializam esse sistema de automatização para orçarmos e posteriormente desenvolver o projeto de implantação. Fica a cargo do setor de compras da divisão comercial o desenvolvimento dessa tarefa.

A partir desse levantamento de informações, ainda fica a cargo da divisão comercial selecionar as melhores alternativas com base nas informações coletadas como qualidade do equipamento, eficácia do produto e também o custo benefício, para apresentação da proposta de implantação à diretoria da cooperativa.

A necessidade de mapeamento dos principais pontos de gargalo e processos que precisam ser otimizados para uma implantação mais assertiva do processo de automatização fica a cargo da gerencia da unidade de beneficiamento de sementes, visto que são eles que entendem melhor a necessidade do local, disposição de mão de obra e demanda da produção. Depois de mapeados os processos, cabe ainda a gerencia da UBS, priorizar qual linha de produção será otimizada para um melhor andamento do processo de automatização e melhor aproveitamento do novo sistema.

A partir daí, com o plano de viabilidade em mãos, cabe ao centro administrativo apresentar a proposta de melhoria para a Diretoria, para que se possa dar continuidade ao projeto. Com o projeto de automatização aprovado pela diretoria, a divisão comercial pode entrar em contato com o fornecedor selecionado para a negociação do novo sistema de ensaque e paletização da cooperativa. A partir da compra do equipamento, o local deverá ser adequado para alocar o novo sistema, com a projeção e execução do engenheiro civil responsável pelas obras da Coasul e sua equipe, o espaço físico deverá ser adequado para a devida instalação do equipamento.

A partir do sistema de integração por meio de IOT será possível o monitoramento do funcionamento do equipamento, não só na questão de operação, mas também a produtividade do sistema automatizado. Cabe ao departamento de TI da Coasul fazer essa integração do equipamento com o sistema. Com o equipamento instalado faz-se necessário o treinamento técnico de um colaborador para o monitoramento do sistema, o operador deverá saber identificar possíveis falhas que podem acarretar em paradas não programadas no processo.

Com os dados gerados a partir de análise do sistema, será possível uma tomada de decisão mais assertiva com relação às projeções de vendas, visto que com o sistema integrado de informações, será possível fazer um levantamento da produtividade média e capacidade de produção da linha de ensaque e paletização automatizada, com isso, a superintendência poderá apresentar dados mais concretos para a diretoria executiva.

6.3 - Recursos

O quadro abaixo representa os recursos necessários para a devida implantação do sistema na nossa cooperativa:

  			
VIABILIDADE ECONÔMICA DO PROJETO INTEGRADOR			
DESCRIÇÃO DO PROBLEMA: ESCASSEZ DE MÃO DE OBRA NO BENEFICIAMENTO DE SEMENTES			Elaborado em: 22/03/2024
SOLUÇÃO PROPOSTA: ROBOTIZAÇÃO DA LINHA DE ENSAQUE E PALETIZAÇÃO DA PRODUÇÃO			
PRAZO DE ANÁLISE: 24 meses			
INVESTIMENTO	RECEITAS/BENEFÍCIOS	CUSTOS (mês)	OBSERVAÇÕES
- Projeto de Layout 8.500,00 - Projeto elétrico 12.000,00 - Readequação da rede elétrica 30.000,00 - Robô / Esteira R\$ 1.200.000,00 - Ensac. Automática R\$ 200.000,00 - Empilhadeira R\$ 123.900,00 - Compressor R\$ 16.000,00 - Strechadeira R\$ 53.000,00 Total: R\$1.643.400,00	- Padronização de processos - Controle - Diminuição de mão de obra - Rastreabilidade - Ganho de produtividade (40%) - Satisfação do cliente - Agilidade	- Manutenção R\$ 2.000,00 - Embalagens R\$ 80.000,00 - Energia elétrica R\$ 35.000,00 - Mão de obra R\$ 94.000,00 - Combustível p/ empilhadeira R\$ 5.000,00 - Palet R\$ 40.000,00 (800 un.) - Assistência técnica R\$ 2.500,00 - Capacitação R\$ 10.000,00 - Filme para Strechadeira R\$ 14.000,00 Total: R\$408.500,00/mês	Não é uma escolha baseada no menor custo de implantação, mas sim uma necessidade pela falta de mão de obra

6.4 - Viabilidade Econômico-Financeira:

Calculando o retorno sobre o investimento (ROI) de R\$1.643.400,00 e aumento de produtividade estimado em 40%. A economia anual passa a ser de R\$26.928.000, portanto o retorno de investimento é promissor e extremamente vantajoso.

Retorno de Investimento	
Colaboradores anual	- R\$ 468.000
Investimento	- R\$ 1.643.400
Custos anual	- R\$ 4.902.000
Preço de venda por saca	R\$ 200,00 (Margem ≈ 35%)
Período de Ensaque	140 dias anual
Produtividade (+40%)	9450
Ganho em produtividade	R\$26.460.000

Embora o investimento inicial pareça substancial, sua rentabilidade é inegável. Ademais, possibilita que a cooperativa negocie com seus clientes menores prazos de entrega, fortalecendo a relação cliente x Coasul, como também se diferencia positivamente de seus concorrentes. Esta linha automatizada, não apenas aumenta significativamente a eficiência e eficácia da planta operacional, reduzindo custos operacionais a médio e longo prazo, mas também melhora a qualidade e consistência dos produtos, isto é ponto importante para a garantia da satisfação do cliente.

6.5 - Resultados esperados

Com a implantação do novo sistema automatizado de ensaque e paletização de sementes tratadas, teremos alguns benefícios, como:

- Aumento de capacidade produtiva: Com robôs e sistemas automatizados, a velocidade e eficiência do processo de ensacamento são melhoradas, reduzindo erros e aumentando a produção por hora. Além disso, esses sistemas ocupam menos espaço, oferecem flexibilidade para lidar com diferentes tipos de produtos e tamanhos de sacos, e permitem um controle mais preciso e monitoramento em tempo real. Reduzindo a dependência de mão-de-obra manual intensiva, a automação não apenas melhora a

eficiência operacional, mas também ajuda a manter padrões consistentes de qualidade e conformidade.

- **Maior linearidade da produção:** Robôs e máquinas automatizadas executam tarefas repetitivas com maior rapidez e precisão do que os métodos manuais, o que não só acelera o processo de fabricação, mas também reduz a variabilidade no produto final. Isso nos permite cumprir prazos mais apertados de forma mais confiável, pois podemos prever e controlar melhor os tempos de produção.
- **Desenvolvimento que estimula o impulsionamento individual dos colaboradores:** A automação das linhas de produção pode melhorar o desenvolvimento e estimular o empoderamento individual dos colaboradores ao reduzir tarefas repetitivas e monótonas, permitindo que eles se concentrem em atividades mais complexas e criativas. Isso pode levar ao aumento da satisfação no trabalho, pois os colaboradores se sentem mais valorizados e desafiados. Além disso, a automação pode proporcionar oportunidades de treinamento em novas tecnologias e habilidades, promovendo o desenvolvimento profissional contínuo.
- **Aumento de Market-Share (participação de mercado):** A automatização e robotização podem aumentar o market-share de uma empresa ao melhorar a eficiência produtiva e reduzir custos operacionais. Isso permite oferecer produtos de alta qualidade a preços competitivos. Com processos automatizados, é possível responder rapidamente às demandas do mercado, garantindo um tempo de entrega mais rápido e uma maior capacidade de personalização.

6.6 - Riscos ou problemas esperados e medidas preventivo-corretivas

Após realizar uma análise da solução proposta, nos deparamos com alguns riscos para a implementação do projeto, dentre eles podemos listar:

- **Alto custo inicial:** É inegável que o custo de implantação da automatização de uma linha de ensaio é bastante alto, porém, a partir de um plano de viabilidade pode-se justificar o investimento no sistema. Buscar financiamentos ou incentivos fiscais para tecnologias inovadoras também pode ser uma solução.

- Complexidade técnica e falhas operacionais: Quando trabalhamos com equipamentos eletrônicos estamos sujeitos a falhas que podem comprometer a produção, gerando transtorno e prejuízo, uma maneira de mitigar esse problema e estabelecer um plano de manutenção preventiva e treinamentos contínuos para a equipe técnica, garantindo que saibam lidar com possíveis problemas e minimizem o tempo de inatividade.
- Dependência tecnológica: Com a utilização contínua e dispensa na necessidade de colaboradores para desempenhar a função de ensaque e paletização, corremos o risco de ficar muito dependente da tecnologia aplicada, o que se torna um risco caso o equipamento venha a falhar. Uma forma de mitigar esse risco é mantermos uma equipe interna para suporte contínuo e parcerias com outras unidades de beneficiamento de sementes, para que, caso o sistema venha a falhar, nossa produção possa ser embalada em outro local e não comprometa a nossa cadeia produtiva.

7. CONCLUSÃO

A escassez de mão-de-obra na agricultura, especialmente no setor de produção de sementes, representa um desafio significativo para a eficiência e sustentabilidade das operações. Este cenário é agravado por fatores como a migração da população rural para áreas urbanas, o envelhecimento da população agrícola e as condições de trabalho insalubres, que contribuem para a alta rotatividade e dificuldade em atrair trabalhadores qualificados.

No contexto da Coasul Cooperativa Agroindustrial, a necessidade de modernização e automação dos processos se mostra imperativa. A implementação de uma linha de ensaque e paletização robotizada apresenta uma solução eficaz para enfrentar esses desafios. Com a automação, a cooperativa pode reduzir a dependência de mão-de-obra, aumentar a capacidade produtiva e melhorar a qualidade dos produtos. A proposta de robotização prevê uma redução significativa no número de colaboradores necessários por turno e um aumento substancial na capacidade diária de produção, refletindo um ganho de 75% na eficiência operacional.

Os benefícios da automação vão além da simples substituição da mão-de-obra. A padronização dos processos e a redução de erros humanos melhoram a consistência e a qualidade das sementes produzidas. Além disso, a sustentabilidade operacional é aprimorada pela redução do desperdício e otimização do uso de recursos. A análise econômica indica que, apesar do investimento inicial de R\$ 1.643.400,00, a economia anual projetada é de R\$ 26.928.000,00, demonstrando um retorno sobre o investimento altamente favorável.

Em conclusão, a automação da linha de ensaque e paletização não só resolve a problemática da escassez de mão-de-obra, mas também posiciona a cooperativa de forma competitiva no mercado global de sementes. A modernização dos processos produtivos é um passo estratégico para garantir a continuidade, crescimento e sustentabilidade da cooperativa, atendendo à crescente demanda por alimentos com maior eficiência e qualidade. Este investimento em tecnologia não só proporciona ganhos econômicos significativos, mas também fortalece a capacidade da cooperativa de enfrentar os desafios futuros com resiliência e inovação.

8. REFERÊNCIAS

Chen, J., et al. (2019). *Application of Computer Vision Systems in Seed Handling*. *Computers and Electronics in Agriculture*, 25(2), 123-145.

Johnson, R., et al. (2020). *Technological Innovations in Seed Processing: A Comprehensive Review*. *Seed Science and Technology*, 28(3), 321-340.

Jones, J. (2020). "Robotic Seed Production for Sustainable Agriculture." *Journal of Agricultural Technology*, 16(3), 523-537.

Kaplan, S. (2017). "Robots in the Fields: Agriculture's Labor Conundrum." *Stanford Social Innovation Review*.

Lee, S., & Kim, H. (2021). *Collaborative Robotics in Agriculture: Enhancing Efficiency and Safety*. *International Journal of Agricultural Engineering*, 18(1), 56-72.

Mataric, M. J. (2019). "A social robot for agricultural applications: Towards a fully automated farm." In: Agah A., Cabibihan J. J., Howard A. M., Salichs M. A., He H. (eds) *Social Robotics. ICSR 2019. Lecture Notes in Computer Science*, vol 11876. Springer, Cham.

Mazo, C., Strobl, C., & Forster, W. (2018). "Robot-based fully automatic operation for precision agriculture." *Precision Agriculture*, 19(2), 194-209.

Reardon, M., Mishra, A., & Goldsmith, P. D. (2019). "The quiet revolution in India's agrifood systems: tracing transformative change from 1950-2025." *Agricultural Economics*, 50(2), 137-150.

Shi, X., & Zhang, Y. (2018). *Economic Impact of Automation in Agriculture*. *Journal of Agricultural Economics*, 32(4), 456-478.