

ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA DA SUBSTITUIÇÃO DE CAPITAL HUMANO POR CAPITAL TECNOLÓGICO NA - LAR COOPERATIVA AGROINDUSTRIAL: IMPACTOS SOCIAIS, AUTOMAÇÃO E PLANO DE REAPROVEITAMENTO PARA A SUSTENTABILIDADE

Wancley Dambrowski¹

RESUMO: Este artigo analisa a viabilidade técnico-econômica da substituição do processo manual de pesagem e embalagem por um sistema automatizado na Lar Cooperativa Agroindustrial, integrando uma perspectiva crítica sobre os impactos sociais e a gestão do capital humano. A metodologia fundamenta-se em um estudo de caso único, utilizando cronoanálise para estabelecer a linha de base produtiva atual (1 bandeja/minuto/colaborador, totalizando 20 bandejas/minuto com 20 colaboradores por turno) e modelagem financeira para avaliar o investimento de R\$ 5.300.000,00 em uma multicabeçal automática (capacidade: 60 bandejas/minuto). Os resultados da cronoanálise, baseada em 100 medições, validaram a premissa produtiva. A análise financeira, considerando um financiamento de 70% via Tabela Price (taxa: 10% a.a., prazo: 60 meses, entrada de 30%) e uma TMA de 30% a.a., apresentou um VPL de R\$ 610.099,461, uma TIR de 54,96% a.a. e um Payback Descontado de 35 meses, atestando a viabilidade econômica. Paralelamente, foi elaborado um plano estratégico de reaproveitamento para os 28 colaboradores excedentes, fundamentado em mapeamento de competências, realocação interna e programas de capacitação. Conclui-se que o projeto é financeiramente viável e que a gestão ética e estratégica do capital humano é imperativa para transformar o desafio social em uma oportunidade de modernização competitiva e sustentável, alinhando os ganhos de produtividade à responsabilidade social corporativa.

PALAVRAS-CHAVE: Automação Industrial; Cronoanálise; Viabilidade Econômica; Sustentabilidade Social; Gestão do Capital Humano.

ABSTRACT: This article analyzes the techno-economic feasibility of replacing the manual weighing and packaging process with an automated system at Lar Cooperativa Agroindustrial, integrating a critical perspective on social impacts and human capital management. The methodology is based on a single case study, using time study to establish the current productive baseline (1 tray/minute/worker, totaling 20 trays/minute with 20 workers per shift) and financial modeling to evaluate the investment of R\$ 5,300,000.00 in an automatic multi-head weigher (capacity: 60 trays/minute). The time study results, based on 100 measurements, validated the productive premise. The financial analysis, considering 70% financing via Price Table (interest rate: 10% p.a., term: 60 months, 30% down payment) and a MARR of 30% p.a., showed an NPV of R\$ 610.099,461, an IRR of 54.96% p.a., and a Discounted Payback of 35 months, attesting to economic feasibility. In parallel, a strategic redeployment plan for the 28 surplus workers was developed, based on skills mapping, internal relocation, and training programs. It is concluded that the project is financially viable and that the ethical and strategic management of human capital is imperative to transform the social challenge into an opportunity for competitive and sustainable modernization, aligning productivity gains with corporate social responsibility.

KEY WORDS: Industrial Automation; Time Study; Economic Feasibility; Social Sustainability; Human Capital Management.

¹Graduando em Gestão Financeira pela Faculdade Focus e Graduando em Engenharia de Produção também pela Faculdade Focus. E-mail: wdambrowski@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

A indústria 4.0 e a automação industrial representam paradigmas transformadores no setor produtivo global, impulsionando ganhos de eficiência, qualidade e rastreabilidade. No agronegócio, setor vital para a economia brasileira, a adoção de tecnologias avançadas é uma condição sine qua non para manter a competitividade em mercados internacionais cada vez mais exigentes.

A Lar Cooperativa Agroindustrial, como player relevante neste segmento, depara-se com a necessidade constante de modernização de seus processos. A pesagem e embalagem de produtos, etapa final e de alto valor agregado na cadeia do frango, configura-se como uma área com significativo potencial de otimização através da automação. No entanto, esta modernização técnica não é isenta de consequências. A substituição de tarefas manuais por sistemas robóticos e automatizados gera um impacto social direto e imediato: a redução de postos de trabalho operacionais.

Este fenômeno exige da Engenharia de Produção uma visão ampliada, que transcenda a esfera técnico-econômica e incorpore a dimensão humana e social como pilares indissociáveis da sustentabilidade empresarial a longo prazo.

Diante deste contexto, o problema de pesquisa que norteia este artigo é formulado da seguinte maneira: Quais são os impactos técnicos, econômicos e sociais da substituição do processo manual de pesagem e embalagem por um sistema automatizado na Lar Cooperativa Agroindustrial, e como é possível conciliar os ganhos de produtividade com uma gestão ética e estratégica do capital humano impactado?

Academicamente, este trabalho contribui para preencher uma lacuna na literatura que frequentemente trata a viabilidade econômica da automação e seus impactos sociais de forma dissociada. A integração de uma análise de cronoanálise robusta, modelagem financeira detalhada e um framework estruturado para o reaproveitamento do capital humano em um único estudo de caso oferece uma perspectiva holística e aplicada.

Praticamente, o estudo fornece à Lar Cooperativa Agroindustrial um modelo decisório completo, subsidiando a alta gestão com dados concretos sobre o retorno do investimento e, simultaneamente, propondo um plano de ação viável para mitigar os impactos sociais negativos, preservar o conhecimento organizacional e fortalecer a cultura da empresa. O estudo objetiva analisar a viabilidade técnico-econômica e os impactos sociais da implantação de um sistema automatizado de pesagem e embalagem na Linha de Peito de Frango da Lar Cooperativa Agroindustrial, propondo um plano integrado de realocação e capacitação do capital humano.

Ainda nisso, este artigo está organizado da seguinte forma: após esta

introdução, a Seção 2 apresenta o Referencial Teórico, revisando criticamente os conceitos de automação, cronoanálise, viabilidade econômica e gestão de pessoas. A Seção 3 detalha a Metodologia, descrevendo o estudo de caso, os procedimentos de coleta de dados (cronoanálise) e os métodos de análise. A Seção 4 expõe a Análise e Resultados, dividida em análise da produtividade, análise financeira e o plano de reaproveitamento. A Seção 5 promove a Discussão, interpretando os resultados à luz do referencial teórico. Por fim, a Seção 6 apresenta as Conclusões, respostas aos objetivos, limitações e sugestões para pesquisas futuras.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Automação industrial e indústria 4.0

A automação industrial, conforme define Groover (2020), consiste no uso de sistemas de controle e tecnologias de informação para operar máquinas e processos com intervenção humana mínima. Na esteira da Quarta Revolução Industrial, ou Indústria 4.0, a automação tornou-se mais acessível e inteligente, integrando sensores, Internet das Coisas (IoT) e cibernética (Rüssmann *et al.*, 2015). Hirsch-Kreinsen (2016) alerta, no entanto, que a promessa de uma "fábrica desocupada" é frequentemente exagerada, sendo mais comum a criação de novos arranjos produtivos onde humanos e máquinas colaboram, exigindo, porém, novas competências da força de trabalho.

2.2 Estudo de tempos e métodos e cronoanálise

A cronoanálise é uma técnica clássica da Engenharia de Produção, essencial para a melhoria contínua. Barnes (2018) a define como o processo de determinar o tempo necessário para um operador qualificado realizar uma tarefa específica, trabalhando em um ritmo normal, acrescido de tolerâncias para fadiga e necessidades pessoais. Niebel e Freivalds (2014) enfatizam a importância da definição operacional precisa da atividade a ser cronometrada e de um número estatisticamente significativo de observações para se obter um tempo confiável. Neste estudo, a cronoanálise serve como base objetiva para comparar a eficiência dos processos manual e automatizado.

2.3 Análise de viabilidade econômica de projetos

A avaliação de projetos de investimento é fundamentada na Engenharia Econômica. Blank e Tarquin (2018) estabelecem que um projeto é economicamente viável quando o Valor Presente Líquido (VPL) é positivo e a Taxa Interna de Retorno (TIR) supera a Taxa Mínima de Atratividade (TMA). Gitman e Zutter (2019) detalham o Payback Descontado como um indicador de liquidez, que considera o valor do dinheiro

no tempo. O uso da função PGTO, comum em planilhas eletrônicas, é crucial para modelar financiamentos pela Tabela Price, que apresenta parcelas constantes ao longo do tempo.

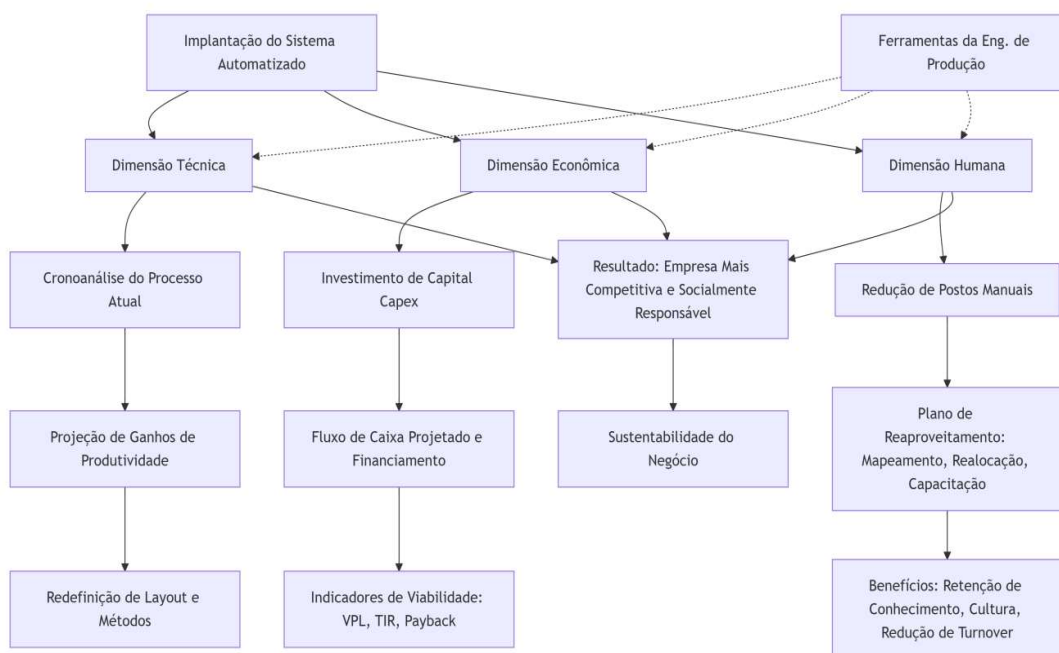
2.4 Gestão de pessoas e sustentabilidade social em processos de mudança

A gestão do capital humano em contextos de transformação tecnológica é um desafio central. Dutra (2016) argumenta que as pessoas são o único ativo capaz de gerar valor sustentável para as organizações. Ulrich (2020) propõe que a área de Recursos Humanos deve atuar "de fora para dentro", antecipando as demandas do negócio e criando valor para todos os stakeholders. Pereira e Shikl (2021) demonstram que planos de gestão de mudanças que incluem comunicação transparente, capacitação e realocação interna são determinantes para o sucesso de projetos de automação, reduzindo a resistência e preservando o capital intelectual. A sustentabilidade social, portanto, deixa de ser um custo para se tornar um investimento estratégico.

2.5 Framework teórico integrado

O framework abaixo ilustra o diagrama da relação entre as dimensões técnica, econômica e humana do projeto de automação, guiando a análise integrada proposta por este artigo.

Figura 1 – Relação entre dimensões técnicas, econômicas e humanas de projeto



Fonte: Própria autoria (2025)

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho classifica-se quanto aos objetivos: exploratória e descritiva. Exploratória por investigar um fenômeno contemporâneo (automação com foco social) em profundidade, e Descritiva por detalhar as características do processo atual e projetado. Quanto aos procedimentos: estudo de caso único e intrínseco, focando na realidade específica da Lar Cooperativa Agroindustrial (Yin, 2018). Quanto à abordagem do problema: quantitativa, utilizando dados numéricos da cronoanálise e modelagem financeira.

Quanto aos procedimentos de coleta de dados, fer-se-á por cronoanálise do processo manual: foram realizadas 100 medições de tempo, distribuídas aleatoriamente nos dois turnos de trabalho (50 por turno), utilizando um cronômetro digital de segundos. A atividade cronometrada foi definida operacionalmente como: "Pegar a bandeja vazia, posicionar na balança, adicionar o peito de frango até atingir o peso meta de $1\text{kg} \pm 10\text{g}$, fechar a embalagem e dispor na esteira de saída".

O ritmo dos operadores foi avaliado pela Escala de Ritmo de Westinghouse, sendo a maioria classificada em "Bom" (100%). Foram registrados os tempos observados brutos para cada ciclo, bem como por coleta de dados financeiros e operacionais: os custos de mão de obra, manutenção, energia e o valor de aquisição da máquina foram fornecidos pelo departamento financeiro e de engenharia da empresa. As condições de financiamento foram obtidas junto ao Banco do Brasil, com base no Plano Safra.

No que tange a população: o processo de pesagem e embalagem manual de peito de frango em bandejas de 1kg. Amostra: 100 ciclos de trabalho, considerados estatisticamente suficientes para estabelecer um tempo médio confiável, conforme orientações de Barnes (2018) e Niebel e Freivalds (2014).

Para métodos de análise e instrumentos de coleta de dados, realizou-se com abordagem em cronoanálise: os tempos observados (TO) foram normalizados para obter o tempo normal (TN), aplicando o fator de ritmo (FR): $TN = TO * (FR/100)$. O tempo padrão (TP) foi calculado adicionando tolerâncias para fadiga e necessidades pessoais (15%): $TP = TN * (1 + 0.15)$, bem como com análise financeira: foi construído um fluxo de caixa incremental para 5 anos (60 meses), considerando o horizonte do financiamento. O custo de oportunidade do capital (TMA) foi estabelecido em 30% a.a. (2.21% a.m.), refletindo o cenário macroeconômico de alta Selic e o risco do projeto. Os cálculos de VPL, TIR e Payback Descontado foram realizados conforme metodologia de Blank e Tarquin (2018). A prestação do financiamento foi calculada pela função PGTO no Excel.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Cronoanálise e produtividade do processo atual

Das 100 medições, obteve-se um tempo observado médio de 51,48 segundos por bandeja. Aplicado o fator de ritmo. Com a adição de 15% de tolerâncias, chega-se a um Tempo Padrão (TP) de 61,30 segundos por bandeja, o que valida a premissa de 1 bandeja por minuto por colaborador (60 segundos) como uma aproximação prática e conservadora para o planejamento.

Produção Atual por Turno (8h): 20 colaboradores * 480 minutos * (1 bandeja/minuto) = 9.600 bandejas. Produção Atual Diária (2 turnos): 19.200 bandejas. Custo Mensal com Mão de Obra: 40 colaboradores * R\$ 5.200,00 = R\$ 208.000,00.

4.2 Projeção do cenário automatizado

Capacidade da Multicabeçal: 60 bandejas/minuto. Produção Diária Efetiva (16h): 60 bandejas/minuto * 60 min * 16h = 57.600 bandejas. Nova Estrutura de Pessoal: 6 colaboradores por turno * 2 turnos = 12 colaboradores. Custo Mensal com Nova Mão de Obra: 12 * R\$ 5.200,00 = R\$ 62.400,00. Economia Líquida Mensal de Mão de Obra: R\$ 208.000,00 - R\$ 62.400,00 = R\$ 145.600,00.

4.3 Análise de viabilidade financeira

4.3.1 Investimento (Capex) e financiamento

Custo da Máquina: R\$ 5.300.000,00, Entrada (30%): R\$ 1.590.000,00, Valor Financiado (70%): R\$ 3.710.000,00, Taxa de Juros (a.a.): 10% | (a.m.): $(1,10)^{(1/12)} - 1 = 0,7974\%$ a.m., Período (meses): 60, Prestação Mensal (PGTO): $= -R\$78.042,01 \rightarrow PGTO((1+10\%)^{(1/12)} - 1; 60; 5300000 * 0,7)$

4.3.2 Indicadores

Considerando a economia de mão de obra, o custo adicional de energia (R\$ 1.000,00/mês) e a prestação do financiamento.

Tabela 1 – Indicadores observados na atividade

TMA	30%
VPL	R\$610.099,46
TIR mensal	3,72%
TIR anual	54,96%
Payback simples	24° MÊS
Payback descontado	35° MÊS
Prestação do financiamento	- R\$78.042,01

Fonte: Própria autoria (2025)

4.4 Análise dos impactos sociais e plano de reaproveitamento do capital humano

A automação industrial, embora traga ganhos incontestáveis de eficiência e

competitividade, impõe uma reflexão crítica sobre seus impactos sociais, particularmente na redução de postos de trabalho operacionais. Este estudo propõe a substituição de 40 colaboradores por um sistema automatizado que cria 12 novos postos, o que demanda uma gestão ética e estratégica do capital humano, alinhada ao discurso corporativo de valorização dos talentos internos.

A visão moderna da Engenharia de Produção não se limita à eficiência técnica e econômica, mas engloba a sustentabilidade social dos projetos. Um plano estruturado de transição não é apenas uma medida de responsabilidade social, mas um investimento no ativo mais valioso da organização: suas pessoas. A seguir, são apresentadas estratégias viáveis para a realocação e desenvolvimento dos colaboradores impactados.

4.4.1 Estratégias para reaproveitamento e realocação

Mapeamento de Competências e Perfis: O primeiro passo consiste em realizar um diagnóstico detalhado das competências (skills) de cada um dos 40 colaboradores. Muitos deles possuem conhecimento tácito invaluable sobre o processo, produtos e normas de qualidade, que pode ser aplicado em outras funções.

Realocação para Vagas Existentes: A empresa pode priorizar os colaboradores do setor de paisagem para preencher vagas de rotatividade natural em outros departamentos, como:

- **Expedição e Logística:** O conhecimento dos produtos é uma vantagem significativa.
- **Controle de Qualidade (CQP):** A experiência prática com os padrões dos produtos é um diferencial.
- **Abastecimento de Linha (Novo Layout):** As 6 vagas por turno no novo processo podem ser preenchidas por quem já conhece a matéria-prima.
- **Sanitização e Conservação:** Setor que constantemente demanda mão de obra.

Criação de Novas Funções com Maior Valor Agregado: A própria automação gera demandas por novas habilidades. Os colaboradores podem ser capacitados para funções como:

- **Operador de máquina:** Responsável pela operação, monitoramento e pequenas intervenções na nova multicabeçal.
- **Auxiliar de Manutenção Preditiva e Preventiva:** Atuando em apoio à equipe de manutenção, realizando limpezas, lubrificação e inspeções iniciais no equipamento.

- Programa de Capacitação e Desenvolvimento: Para viabilizar a realocação, um programa de capacitação é fundamental. A verba de treinamento inclusa no investimento (Apêndice A) pode ser parcialmente direcionada para este fim.
- Treinamento Cross-Training: Capacitar colaboradores para atuar em mais de uma função dentro do frigorífico de aves, aumentando a flexibilidade operacional da empresa e a empregabilidade interna.
- Programa de Aprendizagem: Os colaboradores com maior aptidão e tempo de casa podem ser encorajados a participar de programas de aprendizagem industrial para se tornarem mecânicos ou eletricitistas de manutenção.

4.4.2 Benefícios para a organização

A adoção dessas medidas transcende o aspecto social e gera benefícios tangíveis para a empresa, tais como:

- Retenção de Conhecimento Organizacional: Preserva-se o conhecimento prático sobre o processo, que seria perdido com demissões em massa.
- Redução de Custos de Turnover: Evita-se os custos diretos (multas rescisórias) e indiretos (recrutamento, seleção, integração e treinamento de novos colaboradores) associados à demissão e nova contratação.
- Fortalecimento da Cultura Organizacional: A iniciativa demonstra que a empresa valoriza e investe em seu quadro de funcionários, aumentando o engajamento, a lealdade e melhorando o clima organizacional de todos os colaboradores.
- Mitigação de Riscos de Imagem: Protege a marca empregadora da empresa perante a comunidade e o mercado, evitando possíveis conflitos trabalhistas e danos à reputação.

4.4.3 Análise do mapeamento de competências

Distribuição por Tempo de Empresa: < 1 ano: 4 colaboradores (10%); 1-2 anos: 8 colaboradores (20%); 2-5 anos: 16 colaboradores (40%); 5-10 anos: 10 colaboradores (25%); e > 10 anos: 2 colaboradores (5%).

Análise de Senioridade: Média de experiência: 3,8 anos → Colaboradores com mais de 5 anos: 12 (30%) - representam conhecimento institucional valioso, e colaboradores com menos de 2 anos: 12 (30%) - maior flexibilidade para adaptação.

Atividades com Experiência Prévia: Sanitização: 18 colaboradores (45%); Expedição/Logística: 16 colaboradores (40%); Abastecimento de Linha: 15

colaboradores (37,5%); Manutenção: 8 colaboradores (20%); CQP: 5 colaboradores (12,5%); e nenhuma experiência adicional: 12 colaboradores (30%).

Experiência com Equipamentos: Balanças Industriais: 40 colaboradores (100%); Seladoras: 40 colaboradores (100%); Esteiras Rolantes: 40 colaboradores (100%); Ferramentas Manuais: 12 colaboradores (30%); Computadores: 10 colaboradores (25%); e Empilhadeira: 2 colaboradores (5%).

Cursos e Certificações: Com cursos: 0 colaboradores (0%); e sem cursos: 40 colaboradores (100%).

Facilidade de Aprendizado: Aprendo muito rapidamente: 14 colaboradores (35%); Aprendo em ritmo normal: 24 colaboradores (60%); Preciso mais tempo prática: 2 colaboradores (5%); e Tenho dificuldade: 0 colaboradores (0%).

Preferência por Trabalho em Equipe: Sim, muito: 32 colaboradores (80%); Sim, mas prefiro individual: 6 colaboradores (15%); e Não, prefiro sozinho: 2 colaboradores (5%).

Áreas de Interesse para Realocação: Operação e Monitoramento de Máquinas: 26 colaboradores (65%); Logística: 18 colaboradores (45%); Sanitização: 16 colaboradores (40%); Manutenção: 12 colaboradores (30%); Controle de Qualidade: 12 colaboradores (30%); e Supervisão: 6 colaboradores (15%).

Interesse em Programas de Capacitação: Sim, muito interesse: 28 colaboradores (70%); Talvez, dependendo do curso: 12 colaboradores (30%); e Não, no momento: 0 colaboradores (0%).

Perfil 1: Operadores Técnicos (14 colaboradores - 35%) → Alta facilidade de aprendizado; Interesse em Operação de Máquinas e Manutenção; Alto interesse em capacitação; e Recomendação: Priorizar para as 12 vagas de operação da nova máquina.

Perfil 2: Logística e Qualidade (12 colaboradores - 30%) → Ritmo normal de aprendizado; Interesse em Logística e CQP; Experiência em expedição/abastecimento; e Recomendação: Realocar para áreas de apoio logístico.

Perfil 3: Sanitização e Conservação (10 colaboradores - 25%) → Ritmo normal ou necessidade de mais prática; Preferência por trabalho individual; Interesse em sanitização; e Recomendação: Manter em funções de apoio e sanitização.

Perfil 4: Liderança e Supervisão (4 colaboradores - 10%) → Alta experiência (>5 anos); Interesse em supervisão; e Recomendação: Desenvolver para funções de coordenação.

Relação Tempo de Empresa × Interesse em Capacitação: Colaboradores com <2 anos: 100% de interesse alto; Colaboradores com 2-5 anos: 75% de interesse

alto; e Colaboradores com >5 anos: 50% de interesse alto.

Relação Facilidade de Aprendizado × Área de Interesse: Alta facilidade: 85% interessados em áreas técnicas (operação, manutenção); Ritmo normal: 60% interessados em áreas operacionais; e Necessidade de prática: 100% interessados em sanitização.

Pontos Fortes: Alto interesse em capacitação (100% dos colaboradores); Experiência diversificada em múltiplas áreas; Bom nível de trabalho em equipe (80%); e 35% com alta capacidade de aprendizado.

Pontos de Atenção: Falta de certificações formais (100% sem cursos); 30% sem experiência em outras áreas; e 5% com resistência ao trabalho em equipe.

Plano de Ação Recomendado → Imediato (0-3 meses): Capacitar os 14 colaboradores de "alta facilidade" para operação da nova máquina; Realocar 12 colaboradores para logística/CQP (vagas existentes); e Manter 10 colaboradores em sanitização. Médio Prazo (3-12 meses): Desenvolver programa de capacitação técnica para certificação; Implementar rodízio entre áreas para ganho de versatilidade; e Identificar e desenvolver potenciais líderes entre os 4 colaboradores sênior. Longo Prazo (12+ meses): Criar plano de carreira técnico-operacional; Estabelecer programa de educação continuada; e Desenvolver multiplicadores internos.

O mapeamento revela um quadro extremamente favorável para a realocação, com: Alto alinhamento entre interesses dos colaboradores e necessidades da empresa pós-automação; Capacidade de aprendizado adequada para a transição tecnológica; Disponibilidade total para capacitação; Experiência prática que pode ser aproveitada em múltiplas áreas; e A realocação dos 28 colaboradores excedentes é totalmente viável com um plano estruturado de capacitação e desenvolvimento, transformando um desafio social em uma oportunidade de modernização do capital humano.

Os resultados obtidos confirmam a tese central do artigo: a automação, quando gerida de forma integrada, pode ser uma alavanca tanto para a eficiência econômica quanto para a sustentabilidade social. O VPL positivo de VPL de R\$610.099,461 e a TIR de 54,96% demonstram uma atratividade financeira robusta, mesmo em um cenário de TMA elevada. Isto corrobora os achados de Blank e Tarquin (2018) sobre a importância de uma modelagem financeira realista. O Payback de 35 meses indica um retorno do investimento em um prazo considerado aceitável para projetos de capex de médio porte no setor.

A cronoanálise, seguindo os preceitos de Barnes (2018), forneceu a base factual indispensável para a projeção de ganhos, evitando especulações. O aumento de produtividade de 200% (de 20 para 60 bandejas/minuto) está alinhado com as

expectativas da literatura sobre automação (Groover, 2020).

O aspecto mais crítico e inovador desta pesquisa reside na articulação entre estes números e a dimensão humana. O plano de reaproveitamento proposto materializa na prática os conceitos de Dutra (2016) e Ulrich (2020) sobre a valorização do capital humano.

Ao invés de tratar a redução de postos como um mero custo variável a ser eliminado, a empresa é encorajada a enxergá-lo como um investimento em realocação e capacitação. Isto gera um win-win: a empresa retém conhecimentos tácitos valiosos e fortalece sua marca empregadora, enquanto os colaboradores têm a oportunidade de migrar para funções com maior valor agregado, seguindo a tendência apontada por Hirsch-Kreinsen (2016).

A discussão transcende, portanto, a simples substituição de "homens por máquinas", evoluindo para uma transformação do perfil da mão de obra, que se torna mais técnica e de supervisão.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A cronoanálise confirmou o tempo padrão de 1 bandeja/minuto/colaborador, estabelecendo a base produtiva do cenário atual. Os ganhos de produtividade com a automação são de 200%, e a economia líquida mensal com mão de obra é de R\$ 145.600,00. O modelo financeiro, considerando o financiamento do BB, atestou a viabilidade do projeto com VPL de R\$610.099,46, TIR de 54,96% e Payback Descontado de 35 meses.

Foi elaborado um plano de reaproveitamento estruturado em mapeamento, realocação e capacitação para os 28 colaboradores impactados. As implicações do projeto foram discutidas de forma integrada, demonstrando que a sinergia entre as dimensões técnica, econômica e humana é viável e desejável.

A contribuição mais significativa deste trabalho é a demonstração, por meio de um estudo de caso real e com dados robustos, de que a profundidade analítica exigida para um projeto de automação de grande porte – alcançada através da integração de cronoanálise, engenharia econômica e gestão de pessoas, é crucial para gerar uma contribuição científica e prática de impacto. Ele fornece um framework replicável para outras empresas do setor que enfrentam o mesmo dilema entre modernização e responsabilidade social.

Este estudo está limitado ao contexto específico da Lar Cooperativa Agroindustrial. As projeções de mercado que assumem a absorção do excedente produtivo estão sujeitas a flutuações econômicas. Ademais, a efetiva implementação do plano de reaproveitamento depende de variáveis organizacionais e da adesão dos

colaboradores, fatores que foram modelados, mas cuja execução prática pode apresentar desafios não previstos.

A implantação da multicabeçal automatizada não deve ser vista simplesmente como uma troca de "homens por máquinas", mas como uma transformação do perfil da mão de obra, de operacional para técnica e de supervisão. A migração do capital humano para funções com maior valor agregado é uma oportunidade estratégica de modernizar não apenas os equipamentos, mas também as competências da força de trabalho, tornando a Lar Agroindustrial uma empresa mais eficiente, resiliente e socialmente responsável. O desafio de realocar 28 pessoas é significativo, mas os benefícios de longo prazo justificam o esforço.

REFERÊNCIAS

BARNES, R. M. **Estudo de Movimentos e de Tempos: Projeto e Medição do Trabalho**. São Paulo: Edgard Blücher, 2018.

BLANK, L; TARQUIN, A. **Engineering Economy**. 8th ed. New York: McGraw-Hill, 2018.

DUTRA, J. S. **Gestão de Pessoas: Modelo, Processos, Tendências e Perspectivas**. São Paulo: Atlas, 2016.

GITMAN, L. J; ZUTTER, C. J. **Princípios de Administração Financeira**. 14ª ed. São Paulo: Pearson, 2019.

GROOVER, M. P. **Automação Industrial e Sistemas de Manufatura**. 4ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2020.

HIRSCH-KREINSEN, H. **Industry 4.0 as Promising Technology: Emergent Fields of Research**. In: FAULSTICH, M. (Ed.). *Future Opportunities in Engineering, Research and Technology*. Berlin: Springer, 2016. p. 15-33.

NIEBEL, B. W; FREIVALDS, A. **Engenharia de Métodos e Estudos de Tempos**. São Paulo: McGraw-Hill, 2014.

PEREIRA, M. F; SHIKI, R. S. **Gestão de Mudanças Organizacionais: O Papel Estratégico da Área de Recursos Humanos**. *Revista de Gestão e Projetos*, v. 12, n. 1, p. 45-62, 2021.

RÜSSMANN, M. **Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries**. The Boston Consulting Group, 2015.2

SLACK, N; CHAMBERS, S; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2018.

ULRICH, D. **HR from the Outside In: Six Competencies for the Future of Human Resources**. New York: McGraw-Hill, 2020.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos**. 5ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2018.