



## Processo de armazenagem do cacau: proposta de melhoria do grau de automação.

Rafael Levi Ludke | [Rafael.II05@aluno.ifsc.edu.br](mailto:Rafael.II05@aluno.ifsc.edu.br)

Gabriel Hermann Negri | [gabriel.negri@ifsc.edu.br](mailto:gabriel.negri@ifsc.edu.br)

Vinicius Amaro da Silveira Arpino | [vinicius.arpino@ifsc.edu.br](mailto:vinicius.arpino@ifsc.edu.br)

### RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo propor melhorias que elevem o nível de automação em uma planta industrial de pré-processamento de cacau, buscando aumentar a eficiência e reduzir o esforço físico dos operadores. A pesquisa aborda a cadeia produtiva do cacau no Brasil, com foco nas etapas de beneficiamento e armazenagem, e discute a aplicação de tecnologias de automação, como Controladores Lógicos Programáveis (CLPs), sensores e atuadores, fundamentais para modernizar os processos industriais. A metodologia contempla o estudo de uma planta real, analisando sua capacidade produtiva e propondo a integração de equipamentos por meio de um controlador “mestre”. A revisão de literatura evidencia o papel da automação e da simulação computacional, destacando o uso de softwares como o @Arena para otimização de processos e tomada de decisão. Os principais resultados apontam que a automação parcial — por meio da semiautomação — é uma etapa intermediária estratégica rumo à automação plena, promovendo eficiência, segurança e flexibilidade produtiva. Conclui-se que a adoção de tecnologias automatizadas, associadas à modelagem e simulação, é essencial para a competitividade industrial e para a transição à Indústria 4.0, tornando os processos mais dinâmicos, precisos e sustentáveis.

**Palavras-chave:** Automação industrial; Processamento de Cacau; Simulação computacional.

## 1 INTRODUÇÃO

A quarta revolução industrial ou indústria 4.0, representa uma nova etapa da evolução da indústria e dos sistemas de produção e neste novo momento tenta unir as tecnologias de automação e a tecnologia da informação. Esse novo modelo industrial é caracterizado pela aplicação de sistemas ciber-físicos que permitem o monitoramento em tempo real, a descentralização das decisões e a automação inteligente dos processos (Lima e Gomes, 2020).

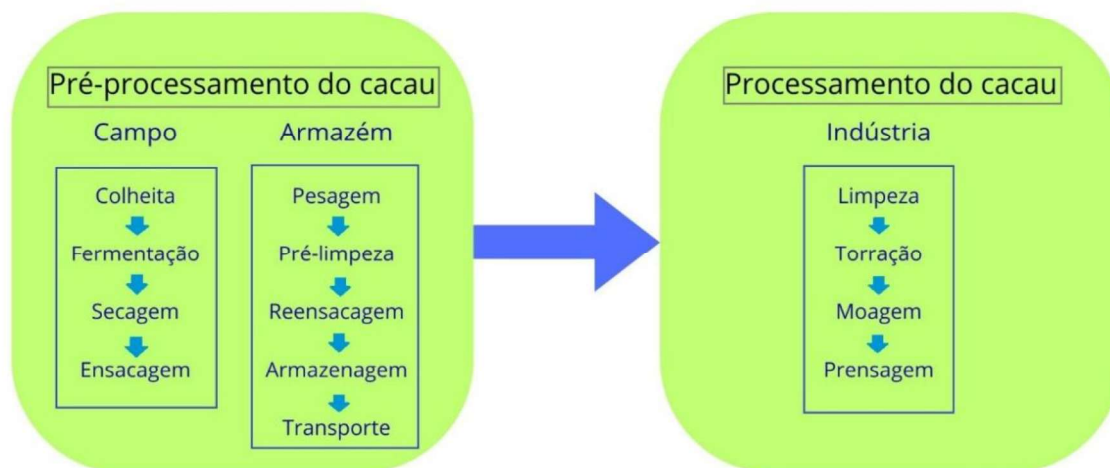
A automação industrial tem se mostrado uma estratégia essencial para o aumento da produtividade e a redução de perdas nos processos de fabricação. Por meio da aplicação de técnicas de programação em softwares específicos para controladores lógicos programáveis (CLP) e interfaces homem-máquina, é possível otimizar tarefas rotineiras e minimizar o desperdício de tempo e materiais. Neste contexto a automação pode impactar diretamente na eficiência e rentabilidade de uma indústria (Freitas *et al.*, 2020).

Em alguns casos voltados à otimização de processos industriais como no corte de peças em aço, destaca-se o uso combinado de sistemas automáticos e semiautomáticos. Em determinadas etapas produtivas, o corte semiautomático ainda é necessário para atender demandas específicas e permitir maior flexibilidade operacional, especialmente quando o controle total por sistemas automatizados não é viável. Essa abordagem demonstra que a semiautomação representa uma etapa intermediária importante na transição para a automação plena, contribuindo para a redução de desperdícios e o aprimoramento da eficiência produtiva dentro dos princípios da Indústria 4.0 (Gianelli, 2025).

Desta forma, a automatização de tarefas tem sido cada vez mais empregada em processos industriais. Porém mesmo tornando estes processos mais precisos e flexíveis a implementação da automação apresenta dificuldades para a avaliação de sua eficácia, pois a avaliação deve ser gradual e compatível com o tempo para a implementação e requer longo tempo de treinamento e especialização dos colaboradores para o domínio da tecnologia (Silva *et al.*, 2018).

A cadeia produtiva do cacau no Brasil abrange desde a colheita até a transformação industrial, envolvendo etapas de produção, armazenagem e beneficiamento. Após a colheita das amêndoas, que é realizada principalmente por pequenos produtores no Pará e na Bahia, o cacau passa por processos de secagem e armazenamento para garantir a qualidade do grão antes da comercialização. Grande parte da produção é enviada para a indústria processadora, concentrada na Bahia, onde as amêndoas são moídas para a obtenção de líquido, manteiga e pó de cacau, que servem de base para a fabricação de chocolates e outros alimentos (Vidal, 2024).

Figura 1 – Cadeia produtiva do cacau.



Fonte: próprio autor.

O processo de beneficiamento de sementes é composto por etapas sequenciais que visam assegurar a qualidade produto. Inicialmente, ocorre o recebimento e a amostragem do material, seguidos pela pré-limpeza e se necessário, a secagem, para ajustar o nível de umidade das sementes. Posteriormente, realizam-se a limpeza e a classificação. Na sequência, aplica-se o tratamento químico com fungicidas, seguido pelo ensacamento e pelo armazenamento em condições controladas. Por fim, a etapa de expedição é organizada e direciona os lotes ao consumidor (Trogello *et al.*, 2013).

Neste contexto a automação industrial se coloca como uma grande aliada para alcançar o aumento dos níveis de qualidade, o aumento da produtividade e a redução dos custos de produção, a automação dos processos contribui para a melhoria dos produtos fabricados diminuindo a incidência de erros e reduzindo desperdícios (Coelho *et al.*, 2024).

## 1.1 Objetivos

Nesta seção, são apresentados o objetivo geral e os objetivos específicos desta pesquisa.

### 1.1.1 Objetivo geral

Apresentar uma proposta de melhoria que eleve o nível de automação da planta industrial pesquisada.

### 1.1.2 Objetivos específicos

- Mapear o processo atual de pré-processamento do cacau, identificando etapas que podem ser otimizadas por meio da automação.
- Desenvolver uma proposta de integração dos equipamentos utilizando um controlador lógico programável (CLP) como unidade central de comando.
- Avaliar os benefícios produtivos e operacionais de uma planta semiautomática em comparação ao sistema manual existente.

## 2 METODOLOGIA

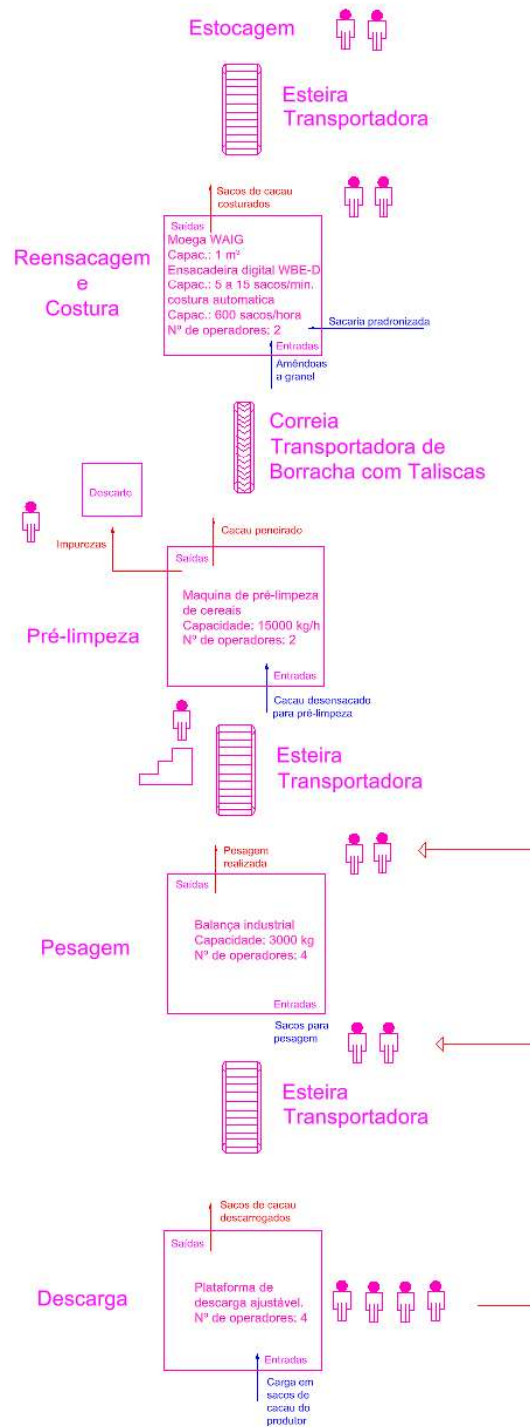
Ao ser recebido, o cacau ensacado passa por um processo de manuseio antes de chegar à pilha do estoque. O produtor rural chega com uma quantidade de cacau em sacos não padronizados e solicita realizar a negociata de venda do produto. A carga é descarregada do transporte usado pelo produtor rural para transportá-la e é pesada em uma balança industrial.

Após a realização da pesagem do produto, a negociata é realizada e o produtor recebe o valor correspondente a quantidade em quilogramas de cacau. Ao fim da negociação de compra realizada pela empresa, os sacos são encaminhados, por meio de esteiras, para a pilha ou já para uma carreta que realiza o transporte deles até a indústria de transformação, conforme a necessidade.

Para o dimensionamento da planta industrial e a seleção dos equipamentos com capacidade de operação suficiente para atender a demanda de trabalho, foi feito um levantamento da produtividade de cacau na região que é escoada pela empresa em estudo. De acordo com dados coletados na empresa o volume de cacau comprado no último ano foi de 6000 toneladas distribuídos ao longo do ano.

De acordo com a produção anual de cacau e a distribuição dessa produção ao longo do ano foi possível propor uma planta semiautomatizada para a realização do pré-processamento do cacau no armazém. O processo proposto inclui a descarga dos sacos, a pesagem e negociação com o produtor, a pré-limpeza do cacau que chega, onde os sacos são abertos e o envasamento do cacau em sacos padronizados.

Figura 2 – Fluxograma do processo produtivo proposto.



Fonte: próprio autor.

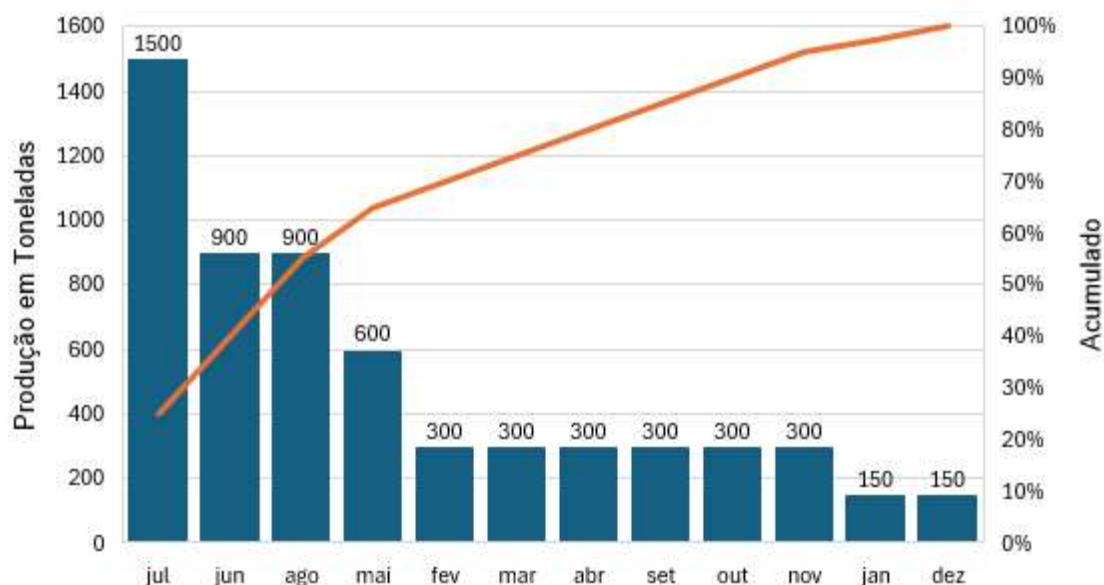
Com a criação da planta proposta e o levantamento dos equipamentos necessários para a montagem, pode-se pensar em métodos de automatização dos equipamentos. O processo ainda requer intervenção humana e as máquinas não são totalmente automatizadas, mas pode-se realizar uma integração das máquinas através do CLP para que por meio de sensores elas possam ser ativadas e desativadas em consonância com a segurança do processo e dos operadores.

### 3 RESULTADOS PARCIAIS

Os resultados parciais da pesquisa incluem o levantamento da produção anual de cacau que passa pela empresa, a criação de uma proposta de automatização da planta produtiva estudada e o levantamento dos equipamentos e capacidades que melhor atendem as demandas da empresa. Os resultados da pesquisa são preliminares devido a esta não estar concluída, mas o que foi obtido até o momento da elaboração deste resumo estão expostos a seguir.

O gráfico 1 mostra a distribuição da oferta de cacau da região que passa pela empresa estudada. Esse volume de cacau foi de 6000 toneladas no ano de 2024 e está distribuído ao longo do ano sendo os meses de maio a agosto o período de safra e maior concentração de entradas. O período de maio a agosto corresponde a aproximadamente 65% da produção de cacau da região e o restante da produção é distribuída nos demais meses do ano.

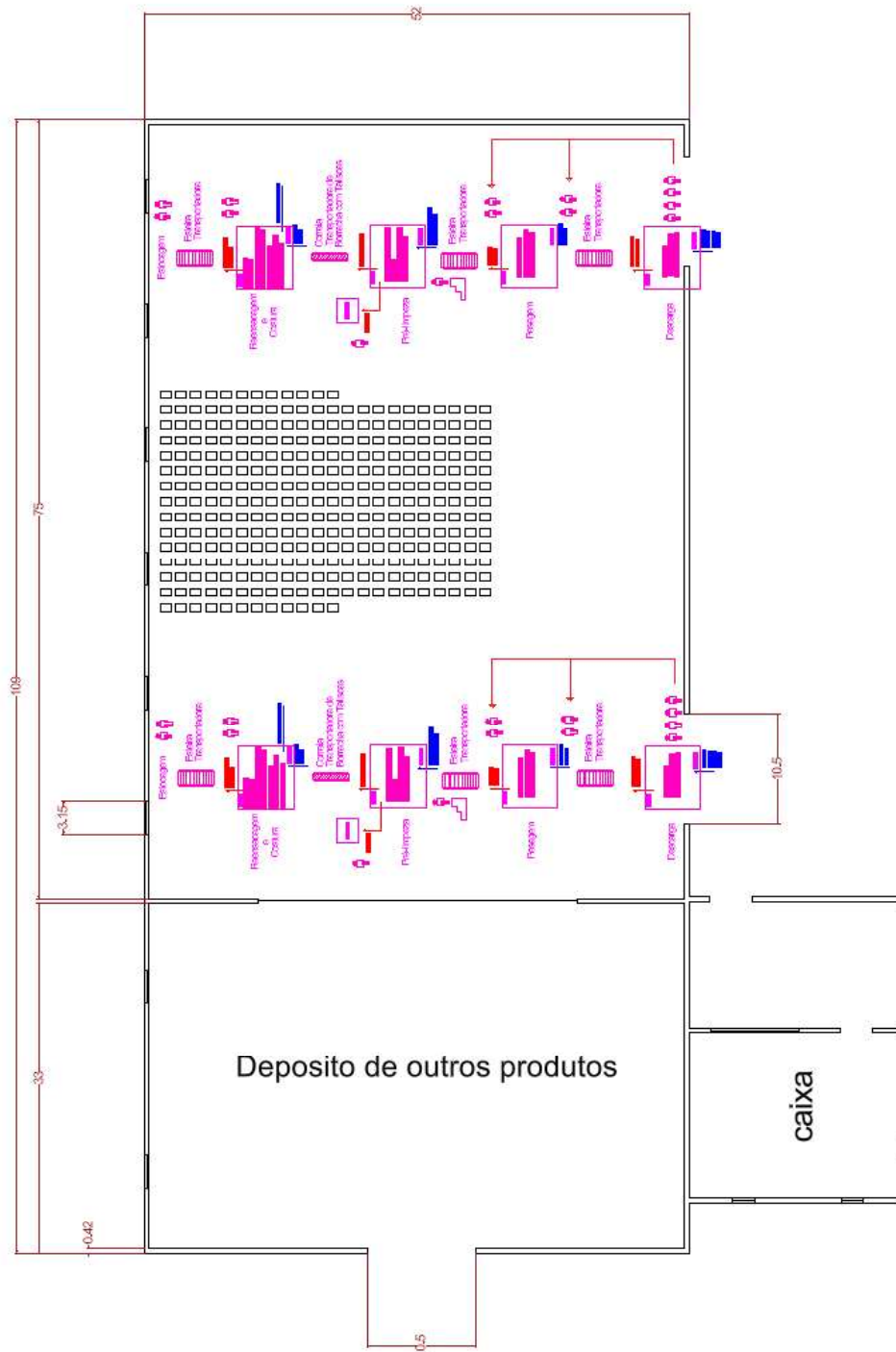
Gráfico 1 - Distribuição da produção de cacau ao longo do ano



Fonte: próprio autor.

A Seguir está exposto um esboço da planta industrial proposta para a empresa contando com o dimensionamento da mesma e a posição da linha produtiva.

Figura 3 – Planta proposta para a empresa.



Fonte: próprio autor.

Para o planejamento da instalação da planta e a integração das máquinas foi realizado um levantamento dos equipamentos que podem ser utilizados levando em conta a capacidade máxima de operação. Cada etapa do processo utiliza um ou mais equipamentos que estão expostos abaixo:

Tabela 1 — Equipamentos por etapa e capacidade.

<b>Etapas</b>	<b>Equipamentos</b>	<b>Capacidade</b>
<b>Descarga</b>	Plataforma ajustável (Doca móvel de carga e descarga).	-
<b>Pesagem</b>	Balança industrial de plataforma.	3000 kg.
<b>Pré-limpeza</b>	Máquina de pré-limpeza de cereais.	15000 kg/h.
<b>Ensacagem e costura</b>	Moega WAIG. Ensacadeira digital WBE-D Costura automática.	1 m <sup>3</sup> . 5 a 15 sacos/min. 600 sacos/h.

Fonte: próprio autor.

A seguir estão imagens de modelos dos equipamentos que melhor atendem as demandas do processo.

Figura 4 - Doca móvel de carga e descarga.



Fonte: Cargoflex (2025).

Figura 5 - Balança industrial de plataforma.



Fonte: Constant balanças (2025).

Figura 6 - Máquina de pré-limpeza de cereais.



Fonte: VJmáquinas (2025).

Figura 7 – Ensacadeira duplo pulmão.



Fonte: WAIG (2025a).

Figura 8 – Sistema de costura para sacos.



Fonte: WAIG (2025b).

## REFERÊNCIAS

COELHO, I. F. S.; *et al.* Automação industrial no Brasil: análise dos benefícios e perspectivas futuras. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 10, n. 10, p. 2518–2525, 16 out. 2024. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/16051>. Acesso em: 06 mai. 2025.

FREITAS, E. S.; *et al.* Aplicação de tecnologias de Automação industrial para melhoria de processos de produção: um estudo de caso. **Revista Eletrônica de Engenharia Elétrica e Engenharia Mecânica**, v. 2, n. 1, p. 92–102, 11 set. 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/r4em/article/view/9587>. Acesso em: 31 abr. 2025.

GIANELLI, C. S. Problemas de Empacotamento e Corte: Uma Aplicação à Indústria Siderúrgica. **Revista e-TECH: Tecnologias para Competitividade Industrial**, Florianópolis, v. 18, n. 1, 2025. DOI: 10.18624/etech.v18i1.1397. Disponível em: <https://etech.sc.senai.br/revista-cientifica/article/view/1397>. Acesso em: 8 out. 2025.

LIMA, F. R.; GOMES, R. Conceitos e tecnologias da Indústria 4.0: uma análise bibliométrica. **Revista Brasileira de Inovação**, Campinas, v. 19, p. 1-30, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.20396/rbi.v19i0.8658766>. Acesso em: 07 jul. 2025.

SILVA, A. L. E.; *et al.* Proposta de automação industrial em uma empresa fabricante de borrachas escolares. **Revista Gestão Inovação e Tecnologias**, v. 8, n. 1, p. 4259–4172, 8 mar. 2018. Disponível em: [https://www.academia.edu/69760850/Proposta\\_De\\_Automa%C3%A7%C3%A3o\\_Industrial\\_Em\\_Uma\\_Empresa\\_Fabricante\\_De\\_Borrachas\\_Escolares](https://www.academia.edu/69760850/Proposta_De_Automa%C3%A7%C3%A3o_Industrial_Em_Uma_Empresa_Fabricante_De_Borrachas_Escolares). Acesso em: 08 mai. 2025.

TROGELLO, E. *et al.* Acompanhamento de uma unidade beneficiadora de sementes de milho: estudo de caso. **Revista brasileira de milho e sorgo**, [S. l.], v. 12, n. 2, p. 193–201, 2013. DOI: 10.18512/1980-6477/rbms.v12n2p193-201. Disponível em: <https://rbms.sede.embrapa.br/ojs/article/view/411>. Acesso em: 01 out. 2025.

VIDAL, M. F. CACAU. **Caderno Setorial ETENE**, Fortaleza, v. 9, n. 343, julho, 2024. Disponível em: <https://www.bnb.gov.br/revista/cse/article/view/2885>. Acesso em: 28 set. 2025.