

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

GABRIELA MACHADO TORRES

**SISTEMA DE AUTOMAÇÃO PARA CONTROLE E APOIO NA GESTÃO DE
ESTOQUE EM UMA EMPRESA DE EQUIPAMENTOS ELETRÔNICOS**

**Bagé
2025**

GABRIELA MACHADO TORRES

**SISTEMA DE AUTOMAÇÃO PARA CONTROLE E APOIO NA GESTÃO DE
ESTOQUE EM UMA EMPRESA DE EQUIPAMENTOS ELETRÔNICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Mauricio Nunes Macedo de Carvalho

**Bagé
2025**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais) .

T769s Torres, Gabriela Machado

Sistema de Automação para Controle e Apoio na Gestão de
Estoque em uma Empresa de Equipamentos Eletrônicos / Gabriela
Machado Torres.

83 p.

Trabalho de Conclusão de Curso(Graduação)-- Universidade
Federal do Pampa, ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2025.

"Orientação: Mauricio Nunes Macedo de Carvalho".

1. Controle de Estoque. 2. Código de barras. 3. Sistema
ERP. I. Título.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal do Pampa

GABRIELA MACHADO TORRES

**SISTEMA DE AUTOMAÇÃO PARA CONTROLE E APOIO NA GESTÃO DE
ESTOQUE EM UMA EMPRESA DE EQUIPAMENTOS ELETRÔNICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 11, julho de 2025.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Mauricio Nunes Macedo de Carvalho
Orientador
UNIPAMPA

Prof. Me. Lisiane Correa Bittencourt
UNIPAMPA

Prof. Dr. Claudio Sonaglio Albano
UNIPAMPA



Assinado eletronicamente por **CLAUDIO SONAGLIO ALBANO, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 11/07/2025, às 16:58, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **MAURICIO NUNES MACEDO DE CARVALHO, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 11/07/2025, às 17:00, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **LISIANE CORREA BITENCOURT, Assistente em Administração**, em 11/07/2025, às 17:02, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site

[https://sei.unipampa.edu.br/sei/controlador_externo.php?](https://sei.unipampa.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0)

[acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0](https://sei.unipampa.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **1767631** e o código CRC **4669668C**.

Referência: Processo nº 23100.010431/2025-18 SEI nº 1767631

Dedico este trabalho à minha avó, cuja ausência física não diminui a força de seu amor e da sua presença em minha vida, sempre me guiando. Também o dedico a todos que acreditam que, com esforço e perseverança, é possível transformar sonhos em realidade.

AGRADECIMENTO

Agradeço a Deus, por me guiar e fortalecer nos momentos desafiadores. Sou grata a todos que me ofereceram apoio incondicional ao longo desta caminhada, mesmo à distância. Um agradecimento especial aos meus amigos Magda e Fernando, que se tornaram minha família em Bagé e foram fundamentais durante esta jornada.

Agradeço também à Universidade Federal do Pampa e aos meus professores, que compartilharam conhecimento e contribuíram para meu crescimento. Um agradecimento especial ao meu orientador, Prof. Mauricio Nunes Macedo de Carvalho, por sua orientação e paciência ao longo deste trabalho.

Por fim, agradeço à Sultech, onde pude aplicar e desenvolver minhas habilidades, e a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste projeto.

“No meio da dificuldade reside a oportunidade.”

Albert Einstein

RESUMO

Este Trabalho de Conclusão de Curso tem como objetivo habilitar um sistema de gerenciamento de estoque com foco na automação e otimização dos processos de controle de inventário na empresa Sultech Sistemas Eletrônicos LTDA, especializada em soluções para eficiência energética. A pesquisa teve início com a identificação dos principais desafios enfrentados pela empresa no setor de estoque, caracterizado pela necessidade de precisão, rastreabilidade e agilidade para evitar perdas financeiras e assegurar a continuidade da produção. A proposta inclui a implementação de tecnologias como sistema ERP (Enterprise Resource Planning), leitores de código de barras e planilhas automatizadas desenvolvidas no Microsoft Excel, com o intuito de reduzir falhas operacionais, agilizar decisões e aprimorar o controle de materiais. A metodologia utilizada baseou-se em entrevistas com gestores e colaboradores da área produtiva, análise de dados históricos do ERP e observações diretas nas operações logísticas, o que permitiu mapear gargalos e propor soluções alinhadas à realidade organizacional. Como resultado, foi possível desenvolver planilhas que automatizam o cálculo dos estoques mínimo, de segurança e de reposição, conforme fórmulas padronizadas. Essas planilhas foram integradas ao sistema ERP da empresa, viabilizando o monitoramento contínuo dos níveis de estoque e a emissão de alertas automáticos para reposição. A adoção do fator de ajuste de demanda possibilitou adequar os cálculos às exigências da produção em lotes mínimos, assegurando maior previsibilidade e evitando interrupções no processo produtivo. Observou-se, ainda, que a implementação do sistema proposto contribuiu para maior organização física e lógica do almoxarifado, melhoria na tomada de decisão e aumento da eficiência na gestão de suprimentos. Como sugestão para trabalhos futuros, recomenda-se o uso de tecnologias adicionais como RFID, bem como a adoção de modelos de previsão de demanda que permitam à empresa evoluir para uma gestão integrada da cadeia de suprimentos.

Palavras-chave: Gestão de estoques; Sistemas ERP; Otimização de processos; Eficiência operacional; Equipamentos Eletrônicos.

ABSTRACT

This Final Course Work aims to enable an inventory management system focused on the automation and optimization of inventory control processes at the company Sultech Sistemas Eletrônicos LTDA, a company specialized in energy efficiency solutions. The research began with the identification of the main challenges faced by the company in its inventory sector, which requires accuracy, traceability, and agility to prevent financial losses and ensure the continuity of production. The proposed solution includes the implementation of technologies such as an ERP (Enterprise Resource Planning) system, barcode readers, and automated spreadsheets developed in Microsoft Excel, aiming to reduce operational errors, speed up decision-making, and improve material control. The methodology included interviews with managers and production staff, analysis of historical ERP data, and direct observation of logistical operations, enabling the mapping of bottlenecks and the proposal of solutions adapted to the company's context. As a result, spreadsheets were developed to automate the calculation of minimum stock, safety stock, and reorder point, according to standardized formulas. These spreadsheets were integrated into the company's ERP system, enabling continuous monitoring of stock levels and automatic replenishment alerts. The use of a demand adjustment factor made it possible to align stock planning with the requirements of minimum production batches, thus ensuring predictability and preventing disruptions in the production process. The implementation of the proposed system also contributed to greater physical and logical organization of the warehouse, improved decision-making, and increased efficiency in supply chain management. As suggestions for future research, it is recommended to explore the use of additional technologies such as RFID and the adoption of advanced demand forecasting models to support integrated supply chain management.

Keywords: Inventory management; ERP systems; Process optimization; Operational efficiency; Electronic equipment.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Estrutura do TCC	19
Figura 2 - Curva ABC	27
Figura 3 - Ciclo PDCA	29
Figura 4 - Código de barras.....	32
Figura 5 - QR Codes	33
Figura 6 - RFID (Identificação por Rádio Frequência).....	33
Figura 7 - Representação do Sistema de Reposição Contínua	39
Figura 8 - Fluxo de Implantação do Controle de Estoque	46
Figura 9 - Leitor de código de barras com fio emprestado	49
Figura 10 - Leitor de código de barras sem fio adquirido	50
Figura 11 - Código de barras impresso no site Invertexto	52
Figura 12 - Código de barras impresso do site Barcode Generator	53
Figura 13 - Código de barras nas caixas de cada componente	55
Figura 14 - Mural de Orientações para Registro de Componentes	61
Figura 15 - Tabela com os valores do Nível de serviço.....	64

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Estudos realizados para a gestão de estoques automatizada	21
Quadro 2 - Almoxarifado	25
Quadro 3 - Estrutura dos métodos da pesquisa	44
Quadro 4 - Planilha Controle de Estoque MP A	65
Quadro 5 - Planilha Controle de Estoque MP B	66
Quadro 6 - Planilha Controle de Estoque MP C	67
Quadro 7 - Planilha Controle de Estoque PE	69
Quadro 8 - Planilha Controle de Estoque PA	70

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABEPRO - Associação Brasileira de Engenharia de Produção
ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
DMAIC - Define, Measure, Analyze, Improve and Control
EAN - European Article Number
ERP - Enterprise Resource Planning
ES - Estoque de segurança
GTIN – Global Trade Item Number
IoT - Internet das coisas
ISO - International Organization for Standardization
LTDA - Limitada
MP – Matéria-Prima
OP – Ordem de Produção
p. - Página
PA – Produto Acabado
PDCA - Plan (planejar), Do (fazer), Check (verificar) e Act (agir)
PE – Produto Semi Elaborado
QR - Quick Response
RFID - Radio Frequency Identification
RS - Rio Grande do Sul
TCC - Trabalho de Conclusão de Curso
TR - Tempo de reposição
UPC - Universal Product Code

LISTA DE SÍMBOLOS

σ – Desvio padrão

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
1.1	Contextualização do Tema.....	14
1.2	Justificativa	15
1.3	Questão de Pesquisa.....	16
1.4	Objetivo Principal	16
1.5	Objetivos Específicos.....	17
1.6	Estrutura do Trabalho de Conclusão de Curso.....	17
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	20
2.1	Gestão de Estoque	20
2.2	Inventário.....	24
2.2.1	Almoxarifado.....	24
2.3	Métodos para Gestão de Estoque	26
2.3.1	Curva ABC.....	26
2.3.2	Ciclo PDCA.....	28
2.4	Ferramentas para Gestão de Estoque	29
2.4.1	Enterprise Resource Planning (ERP)	30
2.4.2	Etiquetagem de Produtos para Registro e Rastreabilidade	31
2.5	Controle de Estoque.....	34
2.5.1	Lead Time.....	34
2.5.2	Estoque Mínimo	35
2.5.3	Estoque de Segurança.....	36
2.5.4	Estoque Reposição	37
2.5.5	Rastreabilidade.....	39
3	METODOLOGIA.....	41
3.1	Método da Pesquisa	41
3.2	Seleção da Abordagem de Pesquisa	41
3.3	Coleta e Análise de Dados	42
3.4	Limitações do Método	43
3.5	Procedimentos Metodológicos.....	44
4	RESULTADOS E ANÁLISE DA PESQUISA	46
4.1	Etapa 1 (Planejar) – Estudo do Método e Ferramenta a Ser Utilizado	47

4.2 Etapa 2 (Executar) – Integração com o ERP da Empresa	51
4.3 Etapa 3 (Execução) – Criação e Aplicação dos Códigos de Barras	55
4.4 Etapa 4 (Verificação) – Procedimentos para Baixa no Estoque e Inventário	57
4.5 Etapa 5 (Aprendizado) – Testes, Treinamento e Implementação do Novo Processo	59
4.6 Controle de Estoque	62
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	73
5.1 Limitações da Pesquisa.....	75
5.2 Sugestões para pesquisas futuras	75
REFERÊNCIAS.....	77
APÊNDICE A.....	81

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização do Tema

O mercado de equipamentos de medição de energia é um setor altamente especializado, fundamental para a gestão eficiente do consumo energético em diferentes contextos, desde residências até grandes instalações industriais. Dada a crescente demanda por soluções que promovam eficiência energética e reduzam custos operacionais, esse mercado se diversificou significativamente. Equipamentos como medidores de energia, sensores de qualidade da energia e analisadores de redes são essenciais para atender às necessidades específicas de monitoramento e controle energético, adaptando-se às exigências de diferentes segmentos, incluindo o industrial, comercial e residencial (Dias, 2023).

A Sultech Sistemas Eletrônicos LTDA, com mais de 32 anos de atuação, é uma Empresa de Pequeno Porte localizada na região metropolitana de Porto Alegre (RS), com uma área construída de 296 m² e uma equipe de sete colaboradores. Focada em soluções de alta tecnologia para eficiência energética, a Sultech desenvolve produtos especializados como controladores de fator de potência, atendendo setores industriais, comerciais e prestadores de serviços que buscam otimizar o consumo de energia e reduzir custos operacionais. Certificada pela ABNT ISO 9001, a Sultech é reconhecida pela qualidade e confiabilidade de seus produtos, que são essenciais para grandes sistemas elétricos em um mercado em constante evolução (SULTECH SISTEMAS ELETRÔNICOS LTDA, 2024).

A gestão de estoques surge como um elemento essencial para a operação eficaz da Sultech. Em um setor caracterizado por ciclos de produção complexos e prazos de fornecimento variáveis, a capacidade de manter níveis adequados de inventário é crítica para evitar interrupções na produção e garantir a disponibilidade dos produtos aos clientes. Segundo Slack, Chambers e Johnston (2019), a implementação de práticas avançadas de gestão de estoque, como a automação através de leitores de código de barras e a definição precisa de estoques mínimos e de segurança, é determinante para a eficiência operacional e a redução de custos.

A presente pesquisa buscou abordar a lacuna existente na integração de tecnologias modernas de controle de inventário, propondo a implementação de um

sistema automatizado que visa otimizar a gestão de estoques na Sultech. A introdução de tal sistema não apenas melhorou a precisão e a eficiência na contagem de produtos, mas também permitiu uma gestão mais eficaz dos níveis de inventário, contribuindo para a continuidade operacional e fortalecendo a posição competitiva da empresa. Desta forma, o estudo se concentra na análise e no aprimoramento das práticas de gestão de estoque, com ênfase nas tecnologias emergentes e na adaptação às necessidades específicas do mercado de equipamentos de medição de energia (Ballou, 2006; Paoleschi, 2019).

No contexto da Engenharia de Produção, conforme as áreas de atuação definidas pela Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO), esta pesquisa se insere nas seguintes categorias: 2. Cadeia de Suprimentos, subseção 2.2. Gestão de Estoques e 6. Engenharia Organizacional, subseção 6.4. Gestão da Informação (ABEPRO, 2023).

1.2 Justificativa

A gestão eficiente de estoques é um desafio significativo para empresas do setor de equipamentos de medição de energia, como a Sultech Sistemas Eletrônicos LTDA. Em um mercado competitivo e em constante evolução tecnológica, a capacidade de manter um controle preciso e otimizado dos inventários é essencial para garantir a eficiência operacional e a sustentabilidade financeira da organização.

A importância desta pesquisa é evidenciada pela necessidade de reduzir erros na contagem de estoque e minimizar os custos operacionais. A automação do controle de inventário, por meio da implementação de leitores de código de barras, softwares integrados e definição de níveis mínimos e de segurança, representa um avanço significativo na modernização da gestão de estoques. Segundo Chopra e Meindl (2021), a integração tecnológica nas operações logísticas melhora a visibilidade e a tomada de decisões na cadeia de suprimentos. Heizer, Render e Munson (2020) também reforçam que a automação é um recurso crucial para reduzir falhas humanas e otimizar os processos operacionais.

Complementarmente, Kumar e Saini (2020) destacam que tecnologias como RFID e leitores de código de barras promovem ganhos substanciais de eficiência, especialmente em ambientes com alto volume de itens. Modelos quantitativos, como

os propostos por Winston (2004), continuam relevantes e podem ser potencializados pela aplicação de sistemas automatizados, ampliando a precisão nos cálculos de estoque mínimo, ponto de reposição e lead time.

Krajewski, Malhotra e Ritzman (2013) ressaltam que a automação integrada aos sistemas ERP contribui diretamente para a padronização e melhoria contínua dos processos de controle de inventário. De forma similar, autores como Silva e Oliveira (2023) discutem a realidade de empresas brasileiras que, ao adotarem tecnologias de automação no almoxarifado, obtiveram redução de custos, melhor rastreabilidade e aumento na confiabilidade dos dados.

Além disso, Bowersox, Closs e Cooper (2019) apontam que o gerenciamento eficiente da cadeia de suprimentos depende cada vez mais da utilização de tecnologias que garantam agilidade, precisão e alinhamento entre as etapas do processo logístico. Gianakis e Koutsoumanis (2006) também demonstram como sistemas de apoio à decisão, aliados a tecnologias como leitores ópticos, aumentam a precisão e a segurança nas operações de controle de estoque.

Portanto, a relevância desta pesquisa está na sua capacidade de propor soluções práticas e baseadas em evidências, contribuindo com melhorias significativas na gestão de estoques da empresa. A aplicação dos resultados na Sultech permitiu alinhar seus processos às melhores práticas do setor, promovendo inovação, redução de falhas e elevação do desempenho operacional, o que impacta diretamente em sua competitividade no mercado de eficiência energética.

1.3 Questão de Pesquisa

Esta pesquisa busca responder a seguinte questão:

Como a implementação de um sistema automatizado para controle e apoio à gestão de estoque pode reduzir erros de provisionamento de produtos?

1.4 Objetivo Principal

Habilitar um sistema de gerenciamento de estoque para a Sultech Sistemas Eletrônicos LTDA, com foco na automação e otimização dos processos de controle de

inventário, visando melhorar a precisão, reduzir erros e aumentar a eficiência operacional.

1.5 Objetivos Específicos

Para atingir o objetivo principal desta pesquisa, buscar-se-á:

- a) Averiguar a adoção ou adequação de software de Planejamento de Recursos Empresariais (ERP) para gerenciamento autônomo de estoque;
- b) Realizar o tagueamento dos produtos para registro, rastreabilidade e contagem automatizada dos itens em estoque;
- c) Treinar a equipe da Sultech para o uso do novo sistema automatizado de controle de inventários;
- d) Desenvolver e implementar procedimentos de controle de estoque para o cálculo e monitoramento dos níveis mínimos e de segurança de estoque;

1.6 Estrutura do Trabalho de Conclusão de Curso

Este Trabalho de Conclusão de Curso está organizado de forma a apresentar, de maneira clara e objetiva, os principais aspectos da pesquisa, desde a Introdução as Considerações finais. A seguir, descreve-se a estrutura do trabalho, detalhando o conteúdo de cada capítulo, com o intuito de guiar o leitor ao longo do desenvolvimento do estudo e das conclusões alcançadas.

No Capítulo Um, apresenta-se a Introdução, que contextualiza o tema da pesquisa e destaca a relevância da automação na gestão de estoques, especialmente no setor de sistemas eletrônicos. Este capítulo também define os objetivos do estudo, a questão de pesquisa e os desafios enfrentados pela empresa, traçando o caminho para as soluções propostas ao longo do trabalho.

No Capítulo Dois, expõe-se a Fundamentação Teórica, que aborda os conceitos-chave sobre gestão de estoques, automação e as tecnologias aplicadas, como os sistemas ERP e os códigos de barras. Além disso, este capítulo explora os principais estudos acadêmicos e as contribuições teóricas que sustentam a pesquisa, oferecendo um panorama sobre as melhores práticas na área.

No Capítulo Três, apresenta-se a Metodologia, que descreve os métodos de pesquisa adotados, combinando abordagens qualitativas e quantitativas. A seção detalha os procedimentos de coleta de dados, incluindo entrevistas não estruturadas, observações diretas e a análise de dados extraídos do software ERP da Sultech, com o objetivo de compreender os processos de gestão de estoques e identificar oportunidades de melhoria.

No Capítulo Quatro, apresentam-se os resultados e a análise da pesquisa, com a descrição detalhada das etapas implementadas na empresa Sultech para a automação do controle de estoques. São expostos os procedimentos de diagnóstico, seleção tecnológica, desenvolvimento das planilhas automatizadas em Microsoft Excel, testes de compatibilidade com o sistema ERP e aplicação de códigos de barras personalizados. Também é abordada a capacitação da equipe e a estruturação de rotinas operacionais padronizadas. A análise dos resultados demonstra ganhos significativos na gestão de estoques, como o aumento da acuracidade dos dados, a redução de falhas manuais, a melhoria na rastreabilidade dos componentes e a integração efetiva entre os controles físicos e digitais. O capítulo evidencia como a união entre ferramentas tecnológicas, conhecimento técnico e adequação à realidade da empresa resultou em um sistema de controle mais eficiente, flexível e alinhado aos princípios da Engenharia de Produção.

No Capítulo Cinco, apresentam-se as considerações finais do trabalho, com a retomada dos objetivos propostos e a avaliação crítica dos resultados alcançados. Destacam-se as contribuições práticas da pesquisa para a empresa, como a sistematização do controle de estoque, a automação dos cálculos de reposição com base em parâmetros reais (incluindo o uso do fator de ajuste de 1,8 vezes o consumo médio) e a integração dos dados ao ERP, possibilitando decisões mais ágeis e assertivas. O capítulo também aponta as limitações enfrentadas, especialmente quanto à restrição do sistema ERP em relação às contagens parciais, e apresenta sugestões para trabalhos futuros, como a adoção de tecnologias mais avançadas de rastreabilidade, como RFID, e a ampliação do sistema automatizado para outros setores da organização. A consolidação das melhorias implementadas reforça o potencial da Engenharia de Produção como ferramenta estratégica para a transformação de processos organizacionais.

A figura abaixo representa a estrutura do TCC, destacando os capítulos principais da pesquisa.

Figura 1- Estrutura do TCC



Fonte: Autora

A Figura 1 ilustra a organização do Trabalho de Conclusão de Curso, estruturado em cinco capítulos principais: Introdução, Fundamentação Teórica, Metodologia, Resultados e Análise da Pesquisa e Considerações Finais. Essa divisão visa assegurar clareza e fluidez na apresentação da pesquisa, a qual permite uma compreensão clara e integrada dos aspectos desenvolvidos ao longo do trabalho.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esta seção é essencial para introduzir e explicar os conceitos e definições principais do tema em estudo. Ele fornece o alicerce conceitual necessário para uma análise mais detalhada do assunto.

2.1 Gestão de Estoque

A gestão de estoque refere-se ao processo de supervisionar e controlar os níveis de inventário de uma empresa, garantindo que a quantidade correta de produtos esteja disponível no momento certo. Heizer e Render (2017) definem a gestão de estoque como uma função crítica que visa equilibrar a disponibilidade de produtos e os custos associados ao armazenamento. Eles enfatizam que uma gestão eficiente não apenas minimiza os custos operacionais, mas também melhora o atendimento ao cliente, uma vez que produtos adequados são disponibilizados quando necessário.

Por outro lado, Ballou (2006) aborda a gestão de estoque com foco na importância da estratégia e da análise de dados para a tomada de decisões. Ele argumenta que a utilização de métodos quantitativos e qualitativos permite uma previsão mais precisa da demanda, o que é fundamental para evitar excessos ou faltas de produtos. Ballou (2006) também destaca que, em um ambiente de negócios dinâmico, a capacidade de ajustar rapidamente as estratégias de estoque pode ser um diferencial competitivo significativo.

Embora ambos os autores concordem sobre a importância da gestão de estoque para a operação eficiente de uma empresa, suas ênfases são distintas. Heizer e Render (2017) concentram-se na relação entre gestão de estoque e atendimento ao cliente, enquanto Ballou (2006) foca na utilização de dados e análises para otimizar as decisões de estoque. Essa variação sugere que uma abordagem holística que integre tanto a eficiência operacional quanto a análise estratégica é fundamental para o sucesso na gestão de estoques.

Diferentes estudos buscaram compreender e implementar propostas que venham a desenvolver uma gestão de estoques e inventário automatizado para

inúmeros ramos de atuação. O Quadro 1, apresenta alguns estudos realizados neste sentido.

Quadro 1 - Estudos realizados para a gestão de estoques automatizada

Título da pesquisa	Autor(a)	Principais contribuições	Sugestões de pesquisas futuras
Gestão de estoques em uma pequena empresa varejista de autopeças: proposição de um controle computadorizado de estoques.	Gabriel Machado Braidó; Cristina Dai Prá Martens (2013)	Aborda a gestão de estoques em uma pequena empresa varejista de autopeças localizada no estado do Rio Grande do Sul. Apresenta os resultados de um estudo de caso exploratório e qualitativo que teve como objetivo analisar a gestão de estoques da empresa XYZ e propor um controle computadorizado de seus estoques, baseado em conceitos de gestão e tecnologia da informação.	O modelo de gestão de estoques desenvolvido pode ser adaptado e aplicado em outras realidades, principalmente em micro e pequenas empresas, que apresentam características similares à realidade investigada.
Controle de Estoque	Leonardo Felix de Andrade, Itamar Pereira de Oliveira (2011)	O estudo foca em otimizar a gestão de estoques na empresa Gelnex Ind. & Com. LTDA, destacando: A aplicação de técnicas como a curva ABC e Just in Time para melhorar a organização do estoque. Redução de custos com manutenção e produção, devido à falta de peças e o excesso de outros itens. Melhorias nos níveis de atendimento interno e na diminuição das paradas de produção.	O trabalho sugere que a aplicação das técnicas mencionadas (curva ABC, Just in Time) pode ser expandida e adaptada a outras indústrias, com foco no treinamento contínuo dos gestores de estoque para acompanhar as transformações sociais e de mercado.

Título da pesquisa	Autor(a)	Principais contribuições	Sugestões de pesquisas futuras
Controle de Estoque Através de Prateleira Automatizada Utilizando o Conceito da Internet das Coisas	Moacir Turella, Felipe Sampaio (2019)	<p>O artigo propõe um sistema de controle de estoque automatizado por meio de uma prateleira equipada com sensores de carga e microcontroladores, conectados à Internet das Coisas (IoT). O sistema: Monitora automaticamente o peso dos insumos armazenados. Facilita a comunicação com fornecedores, garantindo a reposição de materiais de forma eficiente e automatizada. Oferece uma interface web que permite o acesso remoto e a visualização do estoque em tempo real.</p>	<p>A pesquisa sugere a adição de novas funcionalidades ao sistema, como a implementação de mais módulos e a redução dos custos de implementação. Além disso, explora a possibilidade de aplicar o conceito em empresas de diferentes portes e setores.</p>
Criptografia: Aplicabilidade dos Códigos de Barras	Rafael Jeferson de Oliveira (2017)	<p>O trabalho apresenta a relação entre a criptografia e a aplicação de códigos de barras. As principais contribuições incluem: Explicação sobre a evolução da criptografia e sua importância para a segurança da informação. Análise detalhada dos diferentes tipos de códigos de barras e suas aplicações, como o código EAN e o UPC. Demonstra como os códigos de barras são usados em diferentes setores, como indústrias, comércios e bibliotecas, agilizando processos e garantindo segurança nas transações e identificação de produtos.</p>	<p>A pesquisa sugere a expansão do estudo sobre a aplicação dos códigos de barras em novas áreas, com foco na melhoria da eficiência e na integração de tecnologias emergentes, como IoT (Internet das Coisas).</p>

Título da pesquisa	Autor(a)	Principais contribuições	Sugestões de pesquisas futuras
Proposta de automação de estoque com aplicação do DMAIC em uma empresa de cosméticos	Vanessa de Araújo Câmara, Fernanda Santos de Almeida, Ana Paula Crisostomo de Oliveira, Vaner Jose Do Prado (2015)	Este estudo aborda a aplicação da metodologia DMAIC para automatizar e otimizar o controle de estoque em um Centro de Distribuição de uma empresa do setor de cosméticos. A pesquisa mostra como o DMAIC ajuda a reduzir custos e melhorar a eficiência dos processos de armazenamento.	Investigar o uso do DMAIC para automação de estoque em outros setores e avaliar o impacto da metodologia em diferentes tipos de inventário.
Planejamento e controle de estoque nas organizações	Fernando Dandaro, Leandro Lopes Martello (2015)	O artigo analisa a importância da gestão de estoques, enfatizando a necessidade de um controle eficiente para atender à demanda e minimizar desperdícios. Discute diferentes tipos de estoques e apresenta ferramentas de gestão que podem ser utilizadas para otimizar o processo de controle de materiais.	Investigar a aplicação de novas tecnologias e métodos de automação na gestão de estoques, além de explorar a influência de variáveis externas, como sazonalidade e mudanças na demanda, sobre os modelos de controle de estoque.

Fonte: Autora

Conforme apresentado no Quadro 1, diversos estudos têm contribuído para o aprimoramento da gestão de estoques por meio da automação e da aplicação de tecnologias emergentes. As pesquisas destacam abordagens distintas, desde a implementação de sistemas informatizados em pequenas empresas até o uso de sensores integrados à Internet das Coisas (IoT). Observa-se que a automatização dos processos de controle de inventário não apenas reduz custos operacionais, mas também promove maior precisão nas informações e agilidade nas tomadas de decisão. Além disso, muitos estudos sugerem a adaptabilidade das soluções propostas para diferentes setores e portes empresariais, evidenciando o potencial das ferramentas tecnológicas como elementos estratégicos na gestão de estoques. Dessa forma, o aprofundamento sobre esses modelos, aliado ao contexto específico de cada organização, revela-se essencial para a construção de soluções eficazes e alinhadas às demandas do mercado contemporâneo.

2.2 Inventário

O inventário é um registro detalhado de todos os bens e produtos que uma empresa possui em um determinado momento, essencial para o controle financeiro e operacional. Heizer e Render (2017) definem o inventário como um recurso crucial para a continuidade das operações, já que ele representa o capital investido em produtos que ainda não foram vendidos. Eles argumentam que um gerenciamento adequado do inventário pode melhorar a liquidez da empresa, além de garantir que os produtos estejam disponíveis para atender à demanda do cliente, evitando assim perdas de vendas.

Em contraste, Ballou (2006) aborda o inventário sob uma perspectiva de custo e eficiência. Ele destaca que o gerenciamento do inventário deve ser feito com cautela, pois os custos associados ao armazenamento, obsolescência e deterioração podem impactar significativamente a rentabilidade da empresa. Ballou (2006) enfatiza que as empresas devem buscar um equilíbrio entre ter estoque suficiente para atender à demanda e evitar o acúmulo excessivo de produtos, o que pode levar a um aumento nos custos operacionais.

2.2.1 Almojarifado

O almojarifado desempenha um papel crucial na gestão de estoques e na eficiência operacional das empresas. De acordo com Paoleschi (2019), o almojarifado é o local onde os materiais e insumos são armazenados antes de serem utilizados na produção, servindo como um ponto de controle para o fluxo de materiais. A correta gestão do almojarifado não apenas otimiza o uso dos recursos disponíveis, mas também contribui para a minimização de custos operacionais, permitindo que as empresas mantenham níveis adequados de estoque e evitem rupturas.

Segundo Sampaio (2020), a implementação de tecnologias de automação, como sistemas de RFID e software de gestão de estoque, pode transformar a operação dos almojarifados, tornando-os mais eficientes e menos suscetíveis a erros humanos. Essa visão é corroborada por Costa (2021), que enfatiza que a automação permite um controle mais preciso dos inventários, facilitando a rastreabilidade e a gestão do ciclo de vida dos produtos. Ambos os autores concordam que a

modernização do almoxarifado é um fator determinante para o aumento da competitividade das empresas no mercado atual.

Por outro lado, Almeida (2019), levantam preocupações sobre a dependência excessiva de tecnologias automatizadas. Segundo o autor, enquanto a automação pode melhorar a eficiência, ela também pode gerar vulnerabilidades, como a dependência de sistemas que, se falharem, podem impactar drasticamente a operação do almoxarifado. Essa perspectiva sugere que um equilíbrio entre a automação e a supervisão humana é essencial para garantir a resiliência e a eficácia do almoxarifado.

Em síntese, o almoxarifado é uma função vital na cadeia de suprimentos, e sua gestão envolve uma série de abordagens e tecnologias que podem variar amplamente entre as empresas. A integração de práticas eficientes, tecnologia e supervisão humana se mostra fundamental para otimizar o armazenamento e a movimentação de materiais, refletindo diretamente na eficiência operacional e na capacidade de resposta às demandas do mercado.

A gestão do almoxarifado da empresa é conduzida de acordo com o modelo apresentado no Quadro 2, conforme ilustrado a seguir:

Quadro 2 - Almoxarifado

Tipos de Almoxarifado	Caracterização
Matéria-prima	Contém o material básico que irá receber um processo de transformação dentro da fábrica, para posteriormente entrar no estoque de acabados como produto final e no semielaborado como circuito.
Semi-Elaborado	É constituído pelos componentes que participam do processo de transformação da matéria-prima. Este processo é realizado por uma empresa terceirizada, responsável pela confecção dos circuitos prontos, que, após a finalização, retornam ao estoque original da empresa.
Produto Acabado	Estoque dos produtos prontos e embalados que serão enviados aos clientes.

Fonte: Autora

O Quadro 2 evidencia a estrutura do almoxarifado da empresa, segmentando os estoques de acordo com os tipos de materiais armazenados: matéria-prima, semi-elaborado e produto acabado. Essa categorização é fundamental para garantir a organização, o controle e a rastreabilidade dos itens ao longo das diferentes etapas do processo produtivo. Ao estabelecer critérios claros para a movimentação e o

armazenamento de cada tipo de material, a empresa consegue otimizar o fluxo de insumos, reduzir perdas e aumentar a eficiência operacional.

Além disso, a separação entre os almoxarifados permite uma gestão mais assertiva, com foco nas particularidades de cada categoria. O estoque de matéria-prima, por exemplo, requer atenção quanto à disponibilidade para a produção, enquanto o de produtos acabados demanda um controle alinhado às ordens de expedição e prazos de entrega. Já o almoxarifado de itens semi-elaborados, por envolver processos terceirizados, exige monitoramento rigoroso quanto ao envio e retorno dos componentes. Assim, a estrutura apresentada reforça a importância da organização do almoxarifado como elemento estratégico dentro da cadeia de suprimentos, contribuindo diretamente para a confiabilidade e agilidade dos processos logísticos da empresa.

2.3 Métodos para Gestão de Estoque

Segundo Lobo e Silva (2021), os métodos para gestão de estoque devem estar alinhados à política da empresa e às diretrizes estratégicas determinadas pela alta direção, abrangendo o planejamento do tamanho dos estoques, a estrutura física e os itens a serem armazenados. Essa visão é corroborada por Heizer e Render (2017), que destacam que o gerenciamento eficaz de estoques é essencial para equilibrar os custos operacionais e a disponibilidade de produtos, garantindo a satisfação do cliente e a eficiência nas operações.

2.3.1 Curva ABC

A Curva ABC é uma ferramenta amplamente utilizada na gestão de estoques, que permite classificar produtos com base em sua importância relativa e valor financeiro, auxiliando na tomada de decisões estratégicas. Segundo Heizer, Render e Munson (2017), a classificação ABC segue o princípio de que uma pequena porcentagem dos itens (geralmente 20%) é responsável por uma grande parte (cerca de 80%) do valor total do inventário.

Os autores destacam que essa abordagem é essencial para a eficiência operacional, pois permite que as empresas priorizem recursos em itens de maior valor,

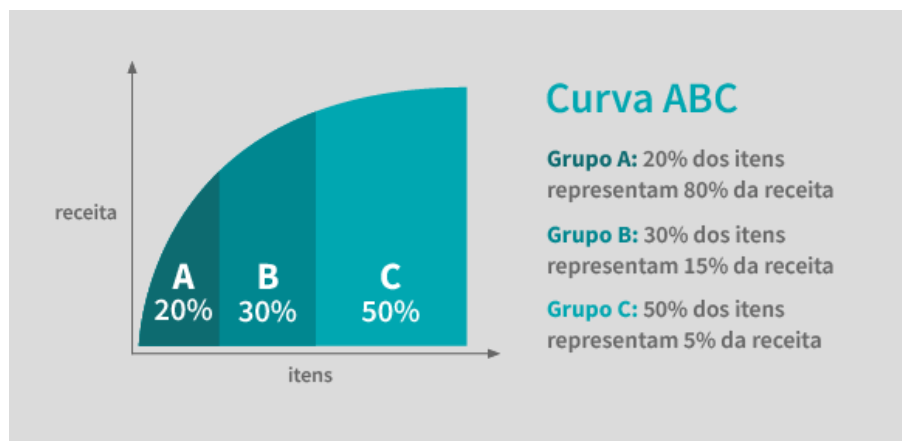
otimizando a gestão de estoques. Por meio da identificação dos itens A (alto valor), B (valor intermediário) e C (baixo valor), as empresas podem direcionar suas estratégias de controle e reabastecimento de forma mais eficaz, focando nas prioridades corretas.

Ballou (2006) complementa essa visão, afirmando que a Curva ABC facilita a análise dos padrões de consumo e demanda, permitindo que as empresas concentrem seus esforços nos itens de classe A para minimizar custos de armazenamento e evitar rupturas de estoque em produtos críticos. Essa estratégia é particularmente vantajosa para empresas com uma variedade extensa de produtos.

No entanto, há críticas ao uso inflexível da Curva ABC. Coyle et al. (2016) apontam que, embora os itens da classe A representem a maior parte do valor financeiro, ignorar os itens das classes B e C pode afetar negativamente a operação e a satisfação do cliente. Eles defendem uma abordagem equilibrada, levando em conta fatores como frequência de uso e criticidade dos produtos na aplicação da Curva ABC.

A Figura 2 a seguir apresenta uma representação típica da Curva ABC.

Figura 2 - Curva ABC



Fonte: Umov.me (2020)

A Figura 2 ilustra graficamente o conceito da Curva ABC, evidenciando a concentração de valor em um número reduzido de itens (classe A) e a distribuição mais ampla de itens com menor impacto financeiro (classes B e C). Essa representação visual reforça a aplicabilidade da ferramenta como um suporte à tomada de decisão na gestão de estoques, permitindo uma análise objetiva sobre a contribuição de cada item para o valor total do inventário.

Com base nessa classificação, torna-se possível adotar diferentes níveis de controle e políticas de reposição conforme a categoria do item. Os produtos da classe A, por exemplo, requerem monitoramento frequente, controle rigoroso e investimentos em tecnologias que garantam sua disponibilidade contínua. Já os itens das classes B e C, embora menos significativos financeiramente, podem ser gerenciados com menor frequência ou por meio de controles mais simplificados, sem comprometer a eficiência do processo.

Portanto, a utilização estratégica da Curva ABC possibilita não apenas uma gestão mais racional dos recursos, mas também contribui para a redução de custos operacionais e o aumento da produtividade logística. Ainda que críticas existam quanto à sua aplicação isolada, sua combinação com outras ferramentas e critérios, como a criticidade e a rotatividade dos itens, pode ampliar sua efetividade e garantir um controle de estoque mais completo e adaptado às necessidades específicas de cada organização.

2.3.2 Ciclo PDCA

Desenvolvido por W. Edwards Deming, o ciclo PDCA é uma ferramenta projetada para promover a melhoria contínua e aumentar a eficiência organizacional. Laugeni (2015) explica que E. W. Deming propôs catorze princípios para a gestão da qualidade, como educar e desenvolver o pessoal, eliminar barreiras entre as áreas da empresa e utilizar técnicas estatísticas para o acompanhamento de processos. Além disso, Deming desenvolveu o ciclo PDCA, composto por quatro etapas: Planejar (identificar e planejar melhorias), Fazer (implementar e monitorar o plano), Verificar (analisar os resultados) e Agir (estabelecer padrões baseados nas melhorias alcançadas).

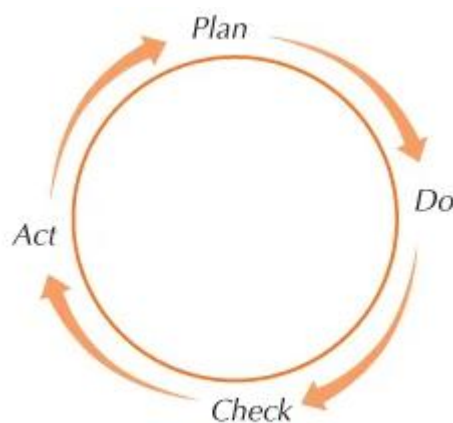
No contexto de gestão de estoques, a fase de Planejamento (Plan) envolve a análise dos níveis atuais de inventário, previsão de demanda e definição de metas de reabastecimento. Heizer e Render (2017) ressaltam que essa etapa é crucial para evitar excessos ou faltas de estoque, que podem impactar negativamente tanto o atendimento ao cliente quanto os custos operacionais. Após a implementação das

ações planejadas (Do), as empresas devem monitorar de perto o desempenho dos estoques e as métricas de eficiência para assegurar que os objetivos sejam atingidos.

Embora o PDCA seja uma ferramenta valiosa, Coyle et al. (2016) alertam para a possível resistência à mudança dentro das organizações. A implementação bem-sucedida do PDCA depende não apenas da metodologia, mas também do comprometimento da equipe e da cultura organizacional. Portanto, é fundamental que as empresas garantam que todos os envolvidos compreendam os objetivos e a importância do ciclo, promovendo um ambiente que favoreça a melhoria contínua.

A Figura 3 apresenta uma ilustração do ciclo PDCA.

Figura 3 - Ciclo PDCA



Fonte: Laugeni (2015, p. 506)

A Figura 3 ilustra as quatro etapas do ciclo PDCA, destacando sua aplicação contínua na melhoria de processos. Essa ferramenta é essencial para o aperfeiçoamento das atividades relacionadas à gestão de estoques, permitindo ajustes frequentes e eficazes.

Ao aplicar o PDCA, a empresa consegue planejar melhorias, executar ações, verificar resultados e padronizar boas práticas. Isso contribui diretamente para a redução de falhas, aumento da eficiência operacional e melhor controle dos estoques.

2.4 Ferramentas para Gestão de Estoque

De acordo com Laugeni (2015), as ferramentas de gestão de estoques são cruciais para garantir a eficiência nos processos produtivos, especialmente no que se

refere à otimização de custos e à garantia da disponibilidade de produtos. Tecnologias como sistemas ERP, códigos de barras e planilhas em Excel são exemplos de ferramentas que auxiliam as empresas a monitorar e controlar seus estoques de maneira eficaz, oferecendo dados em tempo real, automatizando processos e proporcionando informações detalhadas para a análise de desempenho.

2.4.1 Enterprise Resource Planning (ERP)

O ERP (*Enterprise Resource Planning*) é um sistema de gestão integrado que centraliza dados de diferentes áreas da empresa, como compras, produção, vendas e estoques. Embora não seja uma ferramenta específica para controle de estoque, ele contém módulos que permitem o gerenciamento de entradas, saídas e níveis de inventário (Heizer & Render, 2017).

Jacobs e Chase (2018) destacam que a principal contribuição do ERP está na integração das informações em tempo real, reduzindo retrabalhos e inconsistências entre os setores. Kumar e Soni (2020) observam que o uso do ERP, aliado a tecnologias de automação, como leitores de código de barras, permite uma resposta mais rápida às demandas e melhora o planejamento de reposições. Portanto, embora o ERP não seja exclusivo da área de estoques, sua capacidade de consolidar informações torna-se essencial para apoiar decisões logísticas e operacionais.

Outro software que popularmente auxilia no controle de estoque é o Microsoft Excel, sendo uma ferramenta valiosa para a análise e gestão de estoque, especialmente em pequenas e médias empresas. Hendricks e Singhal (2003) mencionam que a capacidade de gerar relatórios e *dashboards* personalizados além de permitir uma análise mais profunda dos dados de inventário. Embora não substitua sistemas ERP, o Excel oferece flexibilidade e acessibilidade, facilitando a tomada de decisões informatizadas sobre a gestão de estoques.

Heizer, Render e Munson (2017) afirmam que, ao integrar softwares de ERP ao uso de tecnologias de automação, como RFID e códigos de barras, torna o gerenciamento de estoques mais eficiente sendo possível rastrear inventários em tempo real e minimizar falhas no controle. Kumar e Soni (2020) destacam que a

automação facilita o processo de reposição, reduzindo custos e melhorando a precisão.

Além disso, a visibilidade aprimorada do inventário possibilita decisões mais assertivas. Jacobs e Chase (2018) explicam que essa transparência favorece uma gestão orientada por dados, enquanto Silver, Pyke e Peterson (1998) apontam que a automação também ajuda a manter níveis ideais de estoque e melhora o planejamento da produção.

2.4.2 Etiquetagem de Produtos para Registro e Rastreabilidade

O uso de códigos de barras é uma prática amplamente adotada para o rastreamento de produtos. Cachon e Terwiesch (2012) destacam que essa tecnologia minimiza erros humanos e agiliza a movimentação de mercadorias. A combinação de códigos de barras com sistemas ERP potencializa a precisão no controle de inventário, garantindo que as informações sobre as entradas e saídas de produtos estejam sempre atualizadas e acessíveis.

Outras tecnologias como QR Codes (*Quick Response Codes*), que permitem a codificação de informações legíveis por smartphones e dispositivos móveis, e RFID (*Radio Frequency Identification*), que utiliza ondas de rádio para identificar e rastrear produtos sem a necessidade de contato direto, também são exemplos de práticas adotadas para rastreabilidade de produtos no ambiente fabril. Essas soluções oferecem vantagens como a maior automação no processo de rastreamento, a redução de erros humanos e a capacidade de monitoramento em tempo real, complementando a eficiência proporcionada pelos códigos de barras (Jacobs e Chase, 2018).

A etiquetagem de produtos, por meio de tecnologias como códigos de barras, QR Codes e RFID, é um componente crucial para a rastreabilidade na cadeia de suprimentos. Essa prática não apenas assegura o controle de qualidade, como também contribui para a eficiência operacional. Segundo Jacobs e Chase (2018), a capacidade de monitorar a trajetória de um produto desde a sua fabricação até a entrega ao cliente é fundamental para garantir a conformidade com normas e padrões de qualidade. A rastreabilidade não apenas possibilita a identificação rápida de

produtos em caso de *recalls*, mas também melhora a transparência em toda a cadeia, beneficiando tanto os consumidores quanto os fornecedores.

Por outro lado, a adoção de sistemas de etiquetagem pode enfrentar desafios significativos, especialmente em relação aos custos e à complexidade de implementação. Bowersox, Closs e Cooper (2010) destacam que, embora as tecnologias de rastreabilidade ofereçam vantagens inegáveis, sua implementação deve ser cuidadosamente planejada para evitar gastos excessivos e interrupções nas operações. Os autores argumentam que a resistência à mudança por parte das equipes operacionais também pode ser um obstáculo, o que requer um processo de treinamento eficaz e uma comunicação clara sobre os benefícios esperados.

Jacobs e Chase (2018) enfatizam a melhoria na tomada de decisões através da disponibilização de dados precisos e atualizados em tempo real, entretanto, Bowersox et al. (2010) alertam que as empresas devem estar preparadas para lidar com a transição tecnológica. A resistência à mudança pode surgir, sendo importante que as organizações se comprometam com a formação contínua de suas equipes e com o desenvolvimento de uma cultura que valorize a inovação.

Figura 4 - Código de barras



Fonte: Laugeni (2015, p. 287)

Conforme Laugeni (2015), a Figura 4 apresenta a estrutura de uma máscara de Código de Barras, onde cada segmento desempenha uma função específica: os

três primeiros dígitos identificam o país (atribuídos pelo EAN Brasil), os próximos quatro ou cinco dígitos representam a empresa (também definidos pela EAN Brasil), outros quatro ou cinco dígitos referem-se ao produto (designados pela empresa), e o último dígito corresponde ao dígito de controle (calculado por um algoritmo).

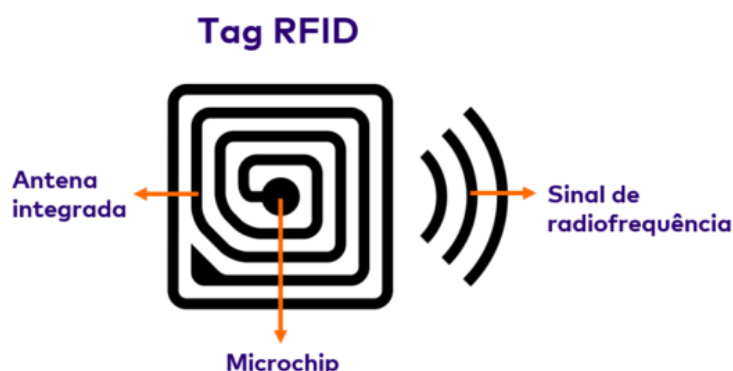
Figura 5 - QR Codes



Fonte: Laugeni (2015, p. 288)

A Figura 5 apresenta um exemplo de QR Code, amplamente utilizado em setores como indústria, marketing e comércio. Criado pela Denso-Wave em 1994 para identificar peças automotivas, o QR Code é um código bidimensional que pode ser escaneado por celulares, permitindo armazenar grande quantidade de informações, como textos ou links. Desde 2003, é usado em campanhas publicitárias, revistas e até jogos, facilitando o acesso rápido a conteúdos digitais. (Laugeni, 2015)

Figura 6 - RFID (Identificação por Rádio Frequência)



Fonte: Mandaê (2022)

A Figura 6 representa a estrutura de um sistema de RFID (Identificação por Rádio Frequência), utilizado em diversas aplicações, como controle de estoque, rastreamento de produtos e gestão logística. Essa tecnologia permite a leitura e transmissão de dados por meio de ondas de rádio, sem a necessidade de contato físico direto entre o leitor e a etiqueta RFID.

2.5 Controle de Estoque

O controle de estoque é uma função central na administração das operações e da logística empresarial, tendo como principal propósito manter o equilíbrio entre a disponibilidade de materiais e o capital alocado no inventário. Dias (2023) ressalta que a gestão de estoques visa garantir que a organização tenha sempre a quantidade adequada de produtos para suprir a demanda, sem excessos ou faltas de itens. Esse procedimento é vital, pois um controle deficiente pode resultar em escassez, prejudicando a produção e as vendas, ou em um excesso de inventário, acarretando custos adicionais de armazenamento e o risco de obsolescência.

Paoleschi (2019) corrobora essa perspectiva ao enfatizar que a adequada administração de estoques impacta diretamente o fluxo de caixa da empresa. Para ele, os estoques necessários consomem uma parcela significativa do capital de giro, que poderia ser redirecionado para áreas mais rentáveis da organização. Ele salienta que manter quantidades apropriadas de estoque assegura não apenas a continuidade das operações, mas também a satisfação do cliente, prevenindo rupturas e atrasos nas entregas. Assim, o controle de estoque se configura como uma prática de equilíbrio entre atender à demanda e otimizar o capital.

2.5.1 Lead Time

O conceito de *Lead Time* refere-se ao tempo total necessário para que um item, desde o momento da solicitação, esteja disponível para uso ou venda, englobando todas as etapas do processo, como aquisição, transporte, recebimento e inspeção. Segundo Slack, Chambers e Johnston (2019), o *Lead Time* desempenha um papel decisivo no controle de estoques, pois influencia diretamente as decisões de ressuprimento e os níveis de estoque mínimo e de segurança. À medida que o *Lead*

Time aumenta, a empresa precisa manter um estoque maior para mitigar incertezas, garantindo que a produção ou as vendas não sejam interrompidas.

Ballou (2006) complementa essa abordagem ao ressaltar que o *Lead Time* não é apenas uma questão de tempo, mas também de confiabilidade e previsibilidade. Empresas com *Lead Times* longos e imprevisíveis enfrentam maior risco de flutuações na demanda e na oferta, o que pode exigir a manutenção de estoques de segurança elevados para assegurar a continuidade das operações. Para ele, a escolha de fornecedores que entreguem com regularidade e pontualidade reduz a necessidade de altos níveis de estoque, contribuindo para a eficiência do capital investido.

Embora ambos os autores reconheçam a relevância do *Lead Time* para a gestão de estoques, Slack et al. (2019) se concentram na relação entre a duração do *Lead Time* e os níveis de estoque, sugerindo que a gestão de estoques de segurança deve ser ajustada conforme o tempo de entrega. Em contrapartida, Ballou (2006) enfatiza a importância de fornecedores confiáveis, que permitem uma redução nos estoques necessários, destacando que a previsibilidade no fornecimento pode reduzir a dependência de estoques altos. Essa distinção demonstra que a gestão eficaz de estoques exige uma abordagem estratégica que leve em consideração tanto a duração quanto a confiabilidade do *Lead Time*.

2.5.2 Estoque Mínimo

Conforme Dias (2023) o estoque mínimo é a quantidade necessária que uma empresa deve manter para garantir a continuidade das operações enquanto aguarda a reposição dos produtos. Esse nível é calculado com base no consumo médio diário, assegurando que as atividades possam seguir normalmente até a chegada do próximo pedido. Abaixo está a fórmula utilizada para calcular o estoque mínimo:

$$E.Mn = C \times TR \quad (1)$$

Onde:

E.Mn = Estoque mínimo

C = Consumo médio mensal

TR = Tempo de reposição

Dias (2023) define o estoque mínimo como o nível que a empresa deve manter para não interromper suas operações, baseando-se no histórico de consumo e no tempo de reposição dos fornecedores. Ele ressalta que o estoque mínimo age como um amortecedor entre a produção e os pedidos, principalmente em cenários de incertezas de mercado e complexidade da cadeia de suprimentos.

Por outro lado, Paoleschi (2019) concorda com a função de proteção do estoque mínimo, mas alerta sobre os custos de manutenção, que aumentam proporcionalmente à quantidade armazenada. Para ele, manter estoques elevados de segurança pode imobilizar capital e reduzir a liquidez da empresa, além de exigir espaços físicos e investimentos em infraestrutura de armazenagem. O autor sugere que a definição do estoque mínimo deve ser calculada criteriosamente, considerando o consumo médio e a variabilidade da demanda, para que o estoque mínimo seja suficiente, mas não excessivo.

2.5.3 Estoque de Segurança

Como afirmam Laugeni (2015), o estoque de segurança tem como função proteger o sistema de produção contra as incertezas da demanda e do tempo de reposição. O cálculo do estoque de segurança é uma prática essencial para minimizar o risco de faltas de produto, considerando a variabilidade nas condições de operação. O dimensionamento desse estoque leva em conta as flutuações na demanda e no tempo de reposição, sendo uma ferramenta importante para garantir a continuidade do atendimento ao cliente, mesmo diante de variações imprevistas.

A fórmula utilizada para o cálculo do estoque de segurança quando a demanda segue uma distribuição normal e o tempo de reposição é fixo é dada por:

$$ES = Z \times \sigma_D \times \sqrt{L} \quad (2)$$

Onde:

- **ES** = Estoque de segurança
- **Z** = Coeficiente da distribuição normal, que depende do nível de serviço desejado

- σ_D = Desvio padrão da demanda
- L = Tempo de reposição (*Lead Time*), que é constante neste cenário.

A principal diferença entre o estoque de segurança e o estoque mínimo reside na finalidade e no cálculo de cada um. Enquanto o estoque mínimo visa garantir a continuidade das operações, atendendo à demanda média de produtos durante o tempo de reposição, o estoque de segurança visa cobrir as incertezas associadas à demanda variável e ao tempo de reposição imprevisível. O estoque de segurança pode variar ao longo do tempo, ajustando-se conforme a variabilidade da demanda e do *Lead Time*, enquanto o estoque mínimo é geralmente fixo, baseado na média dos parâmetros de operação. Ambos são essenciais para evitar rupturas de estoque, mas o estoque de segurança proporciona uma proteção adicional contra imprevistos (Jacobs e Chase, 2018).

2.5.4 Estoque Reposição

Segundo Ballou (2006), o ponto de reposição é o momento exato em que a empresa deve iniciar o processo de reabastecimento para evitar que o nível de estoque atinja um patamar crítico, comprometendo a continuidade das operações. Este ponto é calculado levando-se em consideração o consumo médio de itens e o tempo de reposição (*Lead Time*), que engloba o intervalo necessário para que os materiais encomendados cheguem ao estoque.

Dias (2023) complementa essa definição ao afirmar que o estoque de reposição é vital para a continuidade das atividades empresariais, pois ele estabelece o equilíbrio entre o suprimento contínuo de materiais e o controle sobre o capital investido em estoque. Para o autor, o cálculo adequado do ponto de reposição é fundamental para evitar tanto a ruptura de estoque, que pode paralisar a produção, quanto o excesso de inventário, que gera custos adicionais de armazenagem e pode levar à obsolescência dos produtos.

Paoleschi (2019), por sua vez, destaca que a precisão no cálculo do estoque de reposição vai além do simples consumo médio. Ele ressalta a importância de considerar a variabilidade na demanda e os riscos associados à confiabilidade dos fornecedores. De acordo com o autor, o ponto de reposição deve ser ajustado

dinamicamente, levando em conta as flutuações de consumo e eventuais atrasos nas entregas. Esse ajuste contínuo é necessário para garantir que o reabastecimento ocorra antes que o estoque atinja níveis críticos, evitando assim interrupções nas operações e custos inesperados.

Laugeni (2015) discutem o sistema de reposição contínua, também denominado sistema do ponto de reposição, que é amplamente utilizado devido à sua simplicidade e eficácia. Esse sistema baseia-se no cálculo de um nível de estoque crítico, denominado ponto de pedido ou ponto de ressuprimento (R). Quando o estoque atinge esse nível, uma ordem é automaticamente emitida para reposição, utilizando uma quantidade fixa, chamada de lote de reposição (Q), que se mantém constante ao longo do tempo.

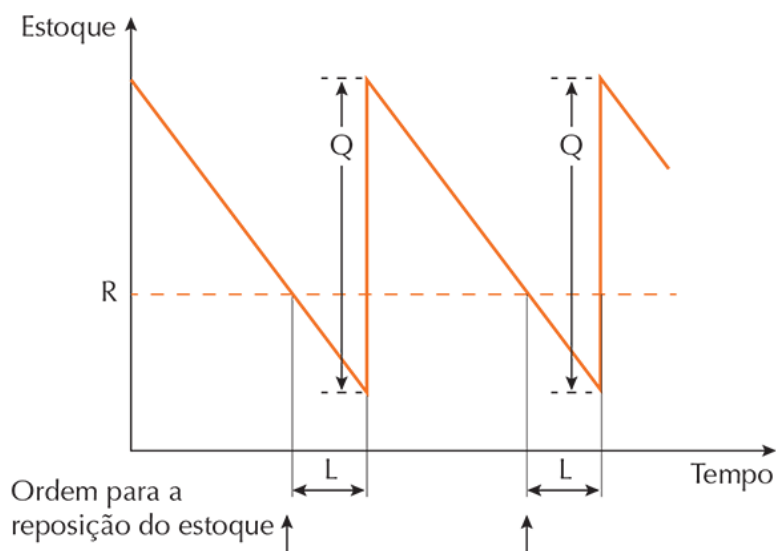
Este sistema é particularmente eficaz quando tanto o consumo quanto o tempo de reposição (*Lead Time*) são constantes, como ilustrado pela seguinte fórmula:

$$R = D \times L \quad (3)$$

Onde:

- **R** é o ponto de reposição.
- **D** é a demanda média por unidade de tempo.
- **L** é o tempo de reposição, ou *Lead Time*, necessário para a entrega dos materiais.

Figura 7 - Representação do Sistema de Reposição Contínua



Fonte: Laugeni (2015, p. 293)

A Figura 7 ilustra o sistema de reposição contínua, no qual o consumo e o tempo necessário para a reposição do material (L), também denominado tempo de atendimento, são constantes. Neste sistema, a reposição é realizada sempre que o estoque atinge o ponto de reposição (R), sendo reposto em uma quantidade fixa, denominada lote de reposição (Q).

2.5.5 Rastreabilidade

A rastreabilidade é um componente essencial da cadeia de suprimentos, pois permite o acompanhamento sistemático de um produto, desde sua origem até seu destino final, incluindo todas as etapas de sua fabricação e manuseio. Ballou (2006) destaca que a rastreabilidade não só aumenta a transparência da cadeia de suprimentos, mas também facilita a identificação de falhas ou contaminações, proporcionando respostas rápidas e eficazes a qualquer problema que possa surgir. Além disso, a implementação de sistemas de rastreamento bem estruturados fortalece a confiança do consumidor, tornando a empresa mais competitiva no mercado.

De acordo com a ISO 9000/2000, a rastreabilidade é definida como a prática de manter registros ao longo do tempo para indicar a aplicação ou localização de itens, facilitando a identificação de problemas de qualidade e contribuindo para a segurança

do produto. A conformidade com essa norma é crucial para garantir que a rastreabilidade seja efetiva e adequada às exigências de qualidade.

No entanto, como Paoleschi (2019) observa, a implementação de sistemas de rastreabilidade envolve desafios financeiros e operacionais. O autor enfatiza que as empresas precisam investir consideravelmente em infraestrutura e tecnologias de informação para garantir a eficácia desses sistemas. Apesar dos custos iniciais, Paoleschi argumenta que os benefícios, como a conformidade com as regulamentações e a mitigação de riscos, justificam esse investimento. A rastreabilidade também é crucial para garantir a segurança do produto, pois permite a identificação de lotes defeituosos e possibilita ações corretivas rápidas, como *recalls*, quando necessário.

Portanto, a rastreabilidade não é apenas uma ferramenta de controle de qualidade, mas também um mecanismo de proteção para o consumidor e para a empresa, assegurando que os produtos estejam em conformidade com as normas e reduzindo os riscos de incidentes relacionados à segurança do produto.

3 METODOLOGIA

Neste capítulo, foram apresentados os tipos de pesquisa, os métodos e os procedimentos adotados para o desenvolvimento deste estudo. A metodologia foi descrita de forma detalhada, abordando tanto o objeto de estudo quanto às técnicas empregadas em cada etapa da pesquisa.

3.1 Método da Pesquisa

A pesquisa adotada neste estudo é de natureza qualitativa e quantitativa, pois busca compreender em profundidade os processos, desafios e soluções relacionados à automação para controle e apoio à gestão de estoques em uma empresa de sistemas eletrônicos, além de quantificar e analisar dados operacionais relevantes. A escolha dessa combinação de métodos justifica-se pela necessidade de explorar os aspectos subjetivos e contextuais do problema, através das percepções dos envolvidos e das dinâmicas organizacionais, ao mesmo tempo em que permitiu a análise objetiva de dados numéricos, como níveis de estoque, *Lead Time* e estoque reposição.

Segundo Gil (2008), a pesquisa qualitativa é indicada quando o objetivo é interpretar fenômenos em seu contexto real, proporcionando uma análise rica e detalhada, enquanto a abordagem quantitativa, conforme ressaltado por Lakatos e Marconi (2017), permite medir e quantificar variáveis específicas para oferecer uma visão clara e objetiva do problema. A combinação de ambos os métodos oferece uma compreensão mais abrangente das práticas e necessidades específicas da empresa, sendo essencial para a proposição de melhorias eficazes na gestão de estoques.

3.2 Seleção da Abordagem de Pesquisa

A abordagem escolhida para este estudo é a pesquisa-ação, que se caracteriza por sua natureza colaborativa e interventiva. Segundo Thiollent (2011), a pesquisa-ação é indicada quando se deseja investigar um problema específico e, ao mesmo tempo, implementar mudanças para solucioná-lo. Essa abordagem é adequada para

o presente estudo, pois permite analisar a gestão de estoques da empresa e, simultaneamente, propor e testar melhorias no processo de automação.

A pesquisa-ação possibilita um ciclo contínuo de diagnóstico, planejamento, ação e avaliação, o que é essencial para o contexto deste trabalho, que busca otimizar a gestão de estoque e integrar soluções tecnológicas. Além disso, esse método promoveu a participação ativa dos colaboradores da empresa, facilitando a identificação de problemas e a implementação de soluções mais eficazes.

3.3 Coleta e Análise de Dados

A coleta de dados neste estudo foi realizada por meio de entrevistas não estruturadas, observação participante e análise de dados extraídos diretamente do software ERP da empresa, com foco no histórico de registros e nas planilhas de controle de estoque.

As entrevistas não estruturadas foram conduzidas com o chefe da empresa e com colaboradores da área de produção, com o objetivo de compreender as percepções sobre os processos de gestão de estoque e identificar oportunidades de melhoria por meio da automação. De acordo com Triviños (1987), esse tipo de entrevista possibilita maior flexibilidade, permitindo que o entrevistado tenha liberdade para expressar suas opiniões e experiências, enriquecendo a coleta de dados qualitativos.

A observação participante permitiu que a pesquisadora acompanhasse os processos diários da produção, registrando interações, práticas operacionais e rotinas relacionadas ao controle de estoque. Segundo Minayo (2001), a observação participante é uma técnica valiosa na pesquisa qualitativa, pois permite ao pesquisador vivenciar o ambiente estudado, o que favorece a compreensão aprofundada do contexto e das relações sociais envolvidas.

Como a pesquisadora é colaboradora da empresa analisada, teve acesso autorizado aos dados operacionais armazenados no ERP e às planilhas de controle. Esses dados incluíram informações sobre níveis de estoque, tempos de reposição (*Lead Time*) e outras métricas essenciais para o diagnóstico da gestão de estoques. Para organizar e tratar os dados, foi utilizado o software Microsoft Excel, aplicando fórmulas para cálculo do estoque mínimo, estoque de reposição e *Lead Time*.

A análise dos dados foi realizada de forma qualitativa e quantitativa. A abordagem qualitativa buscou compreender o contexto, as práticas adotadas e os desafios enfrentados. Já a análise quantitativa permitiu identificar padrões e parâmetros relevantes para o controle de estoques. Essa combinação segue a orientação de Gil (2008), que destaca a triangulação como estratégia para fortalecer a validade dos resultados, e de Lakatos e Marconi (2017), que ressaltam a importância do uso de ferramentas quantitativas na análise de dados aplicados à gestão.

3.4 Limitações do Método

Embora o método adotado neste estudo tenha sido planejado para fornecer uma análise detalhada e robusta da gestão de estoque, algumas limitações precisam ser destacadas. As entrevistas não estruturadas podem estar sujeitas a vieses de resposta, onde os entrevistados podem interpretar de forma equivocada as perguntas ou oferecer respostas influenciadas pelo desejo de agradar o pesquisador, conforme discutido por Minayo (2017). Além disso, os documentos e dados extraídos do software ERP da empresa podem estar desatualizados ou incompletos, o que comprometeria a validade dos resultados obtidos.

A observação participante também apresenta desafios, já a atuação como pesquisadora e colaboradora da empresa pode influenciar o comportamento dos envolvidos, levando a respostas ou comportamentos que não refletem a realidade cotidiana. Esse efeito, conhecido como viés de observador, é um problema recorrente em estudos que utilizam essa técnica, conforme indicado por Creswell (2014).

Essas limitações são inerentes a pesquisas que combinam abordagens qualitativas e quantitativas, como ressaltado por Minayo (2017) e Creswell (2014). É importante considerar esses fatores na análise dos resultados, uma vez que podem influenciar as conclusões e as propostas de melhoria na gestão de estoque da empresa.

3.5 Procedimentos Metodológicos

Os procedimentos metodológicos adotados neste estudo seguiram um passo a passo estruturado, com o objetivo de garantir uma análise coerente e detalhada do tema. A pesquisa foi desenvolvida em quatro etapas principais, conforme descrito no Quadro 3:

Quadro 3 - Estrutura dos métodos da pesquisa

Etapas	Descrição
Etapa I	Foram realizadas pesquisas bibliográficas em bases como Google Acadêmico, Scielo e Abepro. Utilizaram-se palavras-chave como Engenharia de Produção, Gestão de Estoques e Automação de Almoxarifado. A pesquisa resultou na análise de 42 artigos científicos e 18 livros, dos quais 28 artigos e 12 livros foram considerados relevantes e utilizados para a construção da fundamentação teórica.
Etapa II	A coleta de dados foi realizada por meio de entrevistas não estruturadas com o gestor de produção e o supervisor da produção, diretamente envolvidos com o controle de estoque. As entrevistas abordaram tópicos como: rotinas de contagem, principais dificuldades no controle manual, tempo gasto com o processo e falhas recorrentes. As entrevistas ocorreram em dezembro de 2024. Paralelamente, foram analisados relatórios extraídos do ERP (Logosystem) da empresa, incluindo relatórios de movimentação de estoque, entradas e saídas mensais, inventários passados e níveis de estoque por item. Os dados se referem ao período de janeiro de 2024 a dezembro de 2024. Durante esse período, a empresa mantinha em média 17 produtos acabados, 20 produtos semi-elaborados e 54 componentes ativos em estoque.
Etapa III	A análise de dados foi realizada com o auxílio do software Microsoft Excel. As informações extraídas do ERP foram organizadas e alimentadas manualmente pela pesquisadora, utilizando fórmulas específicas para o cálculo de estoque mínimo, ponto de reposição e <i>Lead Time</i> . Essas análises estão apresentadas nos Quadros 4, 5, 6, 7 e 8. Os dados qualitativos das entrevistas foram cruzados com os dados quantitativos para identificar padrões de falhas e gargalos.
Etapa IV	Na última etapa, foi habilitado um sistema automatizado de gestão de estoques, substituindo o processo manual anterior. O ERP (Logosystem) foi ajustado para permitir a leitura de códigos de barras e o registro automatizado das movimentações de materiais. O tagueamento dos produtos com códigos de barras personalizados facilitou a rastreabilidade e a contagem automatizada dos itens em estoque. Além disso, foram definidos novos procedimentos para o cálculo e monitoramento dos níveis de estoque mínimo e de segurança. A equipe foi treinada no uso do leitor de código de barras e nos novos fluxos operacionais, garantindo a adaptação ao sistema. Com isso, houve uma redução de erros, maior precisão nos registros e otimização dos processos de reposição de itens.

Fonte: Autora.

As etapas descritas no Quadro 3 permitiram conduzir a pesquisa de forma estruturada e alinhada aos objetivos propostos. A coleta e análise dos dados, aliadas à aplicação prática na empresa, possibilitaram compreender os desafios do controle

de estoque e propor melhorias efetivas. A habilitação do sistema automatizado, com uso de código de barras e ajustes no ERP, resultou em maior precisão, padronização dos processos e melhor desempenho operacional, evidenciando a contribuição da Engenharia de Produção na resolução de problemas reais.

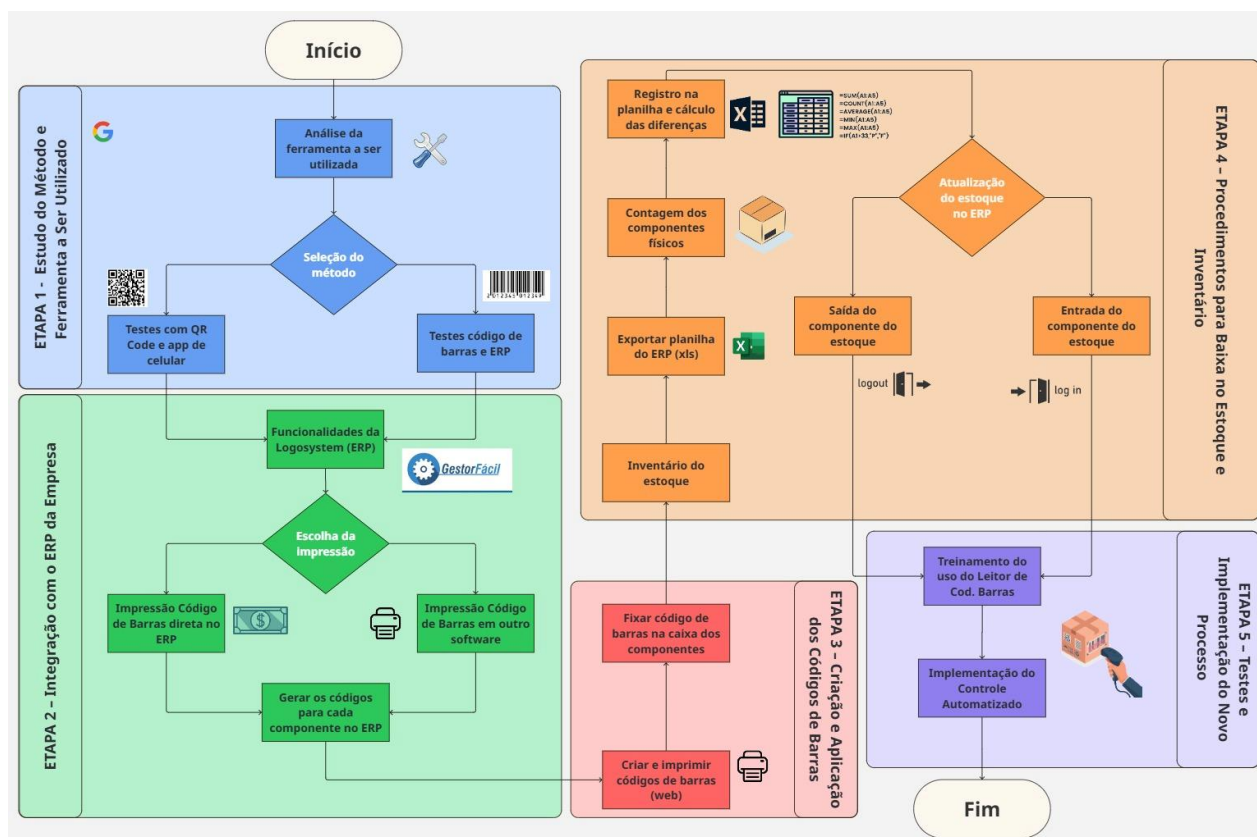
4 RESULTADOS E ANÁLISE DA PESQUISA

O desenvolvimento deste estudo se deu entre dezembro de 2024 até fevereiro de 2025, na empresa Sultech Sistemas Eletrônicos LTDA, que conta com uma equipe de sete colaboradores, a qual desenvolve produtos especializados como controladores de fator de potência, atendendo setores industriais, comerciais e prestadores de serviços que buscam otimizar o consumo de energia e reduzir custos operacionais. (SULTECH SISTEMAS ELETRÔNICOS LTDA, 2024).

Para coleta e análise de dados, foram utilizadas entrevistas não estruturadas, observação participante e análise documental de registros no ERP e planilhas de controle. O proprietário da empresa e o supervisor de produção participaram ativamente, contribuindo com informações e esclarecimentos ao longo do processo.

As atividades foram desenvolvidas seguindo uma sequência de etapas apresentadas conforme Figura 8 e, descritas conforme etapas que se seguem.

Figura 8 - Fluxo de Implantação do Controle de Estoque



Fonte: Autora.

O fluxograma ilustra as cinco fases do estudo: 1) escolha da metodologia e testes de ferramentas, 2) integração com o ERP da empresa, 3) criação e aplicação

dos códigos de barras, 4) procedimentos de inventário e atualização no sistema, além da 5) implementação final do processo automatizado.

Cada etapa foi conduzida com base nos procedimentos metodológicos, possibilitando uma abordagem prática e aplicada à realidade da empresa. Os resultados obtidos, analisados a seguir, refletem os ganhos em precisão, agilidade e organização no controle de estoques da Sultech.

4.1 Etapa 1 (Planejar) – Estudo do Método e Ferramenta a Ser Utilizado

A primeira etapa da pesquisa teve como objetivo analisar e definir a tecnologia mais adequada para a implementação de um sistema automatizado de controle de estoque na empresa, considerando as necessidades práticas da operação, bem como as limitações existentes relacionadas à infraestrutura, ao orçamento e à compatibilidade com o sistema ERP utilizado.

Ainda no início da proposta, foram realizadas conversas com o diretor e o supervisor de produção, com o intuito de apresentar a ideia de automação da contagem de estoque e verificar a viabilidade de sua implementação. Ambos demonstraram interesse na proposta e autorizaram o desenvolvimento do projeto, destacando a importância de modernizar os processos e buscar maior controle das movimentações. Durante o andamento da pesquisa, o supervisor de produção acompanhou de forma colaborativa a implementação, contribuindo com sugestões práticas a partir de sua experiência, por meio de conversas informais e trocas de informações no ambiente de trabalho.

A presente etapa foi desdobrada em quatro atividades, descritas a seguir:

A) Levantamento de Tecnologias Disponíveis

Inicialmente, foi realizado um levantamento das tecnologias comumente utilizadas em processos de automação de estoque com foco na identificação por meio de códigos. Duas alternativas principais foram consideradas: QR Code e código de barras. Ambas as tecnologias são amplamente aplicadas em sistemas de controle e rastreamento de itens, entretanto, apresentam distinções significativas quanto à complexidade, ao custo de implementação e à integração com sistemas pré-existentes.

B) Avaliação da Compatibilidade com o ERP da Empresa

Na sequência, foi avaliada a compatibilidade entre as tecnologias para identificação do estoque com o ERP adotado pela empresa. Constatou-se que o sistema ERP já possuía suporte nativo para leitura e registro automático de códigos de barras, possibilitando a baixa de materiais no sistema por meio da simples leitura do código. Por outro lado, a adoção de QR Codes exigiria modificações no sistema e o desenvolvimento de integrações adicionais, o que implicaria custos e complexidade técnica incompatíveis com os recursos disponíveis.

C) Análise de Ferramentas de Leitura: Aplicativos x Leitor Eletrônico

Definido o uso do código de barras como a tecnologia mais viável, foram analisadas as ferramentas disponíveis para sua leitura. Dois grupos de soluções foram verificados:

i) Aplicativos de leitura via celular: foram identificados diversos aplicativos disponíveis no mercado, como *QR Reader for iPhone*, *QR Code & Barcode Scanner*, *Scan to Excel*, *Scan-IT to Office* e *Barcode to PC: Wi-Fi Scanner*. Embora muitos desses aplicativos oferecessem funcionalidades como integração com planilhas e exportação de dados em tempo real, foram observadas as seguintes limitações:

- A empresa não dispõe de celulares corporativos;
- O uso de dispositivos pessoais para fins operacionais foi considerado inadequado, por questões de segurança, privacidade e responsabilidade;
- As versões completas dos aplicativos apresentavam custos mensais entre R\$ 12,90 e R\$ 59,90;
- Nenhum dos aplicativos analisados possuía integração direta com o ERP utilizado, inviabilizando a automação da baixa de estoque.

ii) Leitor eletrônico de código de barras: como alternativa, foram considerados leitores físicos específicos para essa finalidade. Um modelo com fio foi emprestado temporariamente para testes práticos, ilustrado na figura 9. Os resultados indicaram total compatibilidade com o ERP, permitindo a leitura dos códigos e a atualização automática no sistema.

Figura 9 - Leitor de código de barras com fio emprestado



Fonte: Autora.

D) Testes Práticos com Leitor Físico

Durante os testes com o leitor com fio, foi possível simular o processo de contagem de itens, leitura dos códigos e baixa no sistema. O desempenho do equipamento foi satisfatório; contudo, observou-se limitação na mobilidade devido à necessidade de conexão direta ao computador.

A partir dessa experiência, identificou-se que a melhor solução seria a aquisição de um leitor de código de barras com conexão via RF (rádio frequência), que dispensaria o uso de fio de conexão ao computador, na figura 9, capaz de manter a eficiência da leitura e integração com o sistema, mas com a vantagem adicional de mobilidade no ambiente de trabalho. Essa característica mostrou-se essencial, considerando que os componentes armazenados exigem movimentações frequentes para contagem, organização e reposição.

Figura 10 - Leitor de código de barras sem fio adquirido



Fonte: Autora.

Com base na análise das tecnologias disponíveis, da compatibilidade com o sistema ERP, da viabilidade prática e dos testes realizados, concluiu-se que a solução mais apropriada para a realidade da empresa consiste na implementação de leitores eletrônicos de código de barras sem fio. Essa escolha proporciona:

- Integração imediata com o ERP;
- Custo reduzido em comparação com adaptações para QR Code ou aquisição de aplicativos pagos;
- Facilidade de operação por parte dos colaboradores;
- Maior mobilidade e ergonomia nas operações internas de estoque.

A primeira etapa do estudo revelou-se fundamental para a identificação da tecnologia mais adequada à realidade da empresa, considerando aspectos de viabilidade técnica e financeira. Inicialmente, foi avaliada a utilização de QR Codes, por se tratar de uma tecnologia moderna, com maior capacidade de armazenamento de dados. Contudo, a análise da compatibilidade com o sistema ERP adotado pela organização indicou que a utilização de códigos de barras apresentava maior viabilidade, uma vez que o sistema já possuía suporte nativo para esse tipo de leitura, permitindo a baixa automática de itens diretamente no estoque.

No que se refere à possibilidade de utilização de aplicativos de leitura via dispositivos móveis, optou-se por não adotar essa alternativa, devido à inexistência de celulares corporativos e à inadequação do uso de dispositivos pessoais, em função

de questões relacionadas à segurança da informação e à responsabilidade operacional. Mesmo após a realização de testes com aplicativos que prometiam integração com planilhas eletrônicas ou outras plataformas, verificou-se que não havia compatibilidade com o ERP utilizado. Além disso, os aplicativos com maior número de funcionalidades apresentavam custos mensais, o que comprometeria a viabilidade econômica da solução.

Para a realização de testes práticos, foi utilizado um leitor de código de barras com fio, o qual demonstrou bom desempenho em conjunto com o ERP. Entretanto, observou-se que a mobilidade do operador ficava restrita à proximidade do computador. Diante dessa limitação, concluiu-se que a adoção de um leitor sem fio seria a alternativa mais apropriada, por proporcionar maior liberdade de movimentação e facilitar a operacionalização no ambiente de trabalho.

De modo geral, esta etapa contribuiu significativamente para a compreensão das necessidades da empresa, permitindo uma avaliação criteriosa com base em experimentações práticas. A escolha final pelo leitor de código de barras sem fio fundamentou-se na funcionalidade, apresentando um bom custo-benefício e compatibilidade com os processos organizacionais já existentes.

4.2 Etapa 2 (Executar) – Integração com o ERP da Empresa

Com a definição do código de barras como tecnologia a ser adotada para o controle de estoque, a etapa seguinte consistiu na verificação da viabilidade de integração com o sistema ERP utilizado pela empresa, denominado Gestor Fácil, fornecido pela empresa Logosystem.

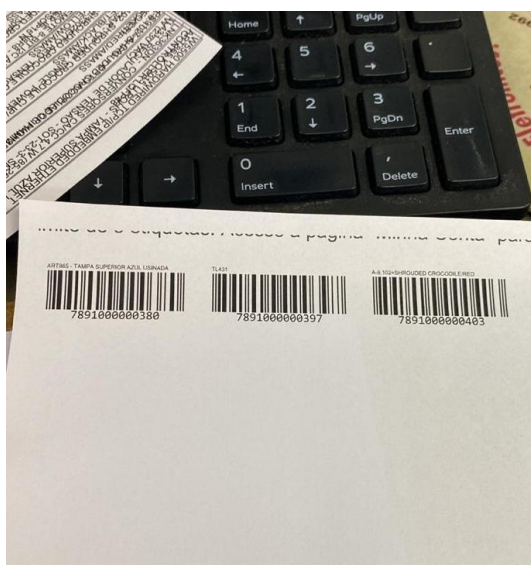
Para esse fim, foi estabelecido contato com o suporte técnico da Logosystem, por meio de abertura de atendimento via sistema de *tickets*, complementado por comunicações telefônicas. Durante esse processo, foi confirmada a compatibilidade do ERP com a leitura de códigos de barras, sendo o sistema apto a operar com leitores padrão e possibilitando a baixa automática de produtos nas telas de movimentação e controle de estoque.

O suporte técnico também informou que o sistema possui funcionalidade de geração automática de códigos de barras para cada item cadastrado, utilizando o padrão EAN (European Article Number) interno, destinado exclusivamente ao uso

interno da empresa — não se tratando, portanto, de código GTIN (Global Trade Item Number) utilizado comercialmente. No entanto, a ativação desse recurso exigia a configuração de parâmetros específicos e o pagamento de uma taxa adicional no valor de R\$ 50,00, uma vez que se trata de um serviço opcional.

Diante da necessidade de alternativas viáveis para a geração de códigos de barras, foram realizadas buscas por ferramentas online gratuitas. Identificaram-se dois sites com essa finalidade: o primeiro denominado Invertexto (Invertexto, 2025), com capacidade para gerar apenas três código por vez conforme figura 11, mostrou-se limitado para os objetivos do projeto.

Figura 11 - Código de barras impresso no site Invertexto



Fonte: Autora.

Já o segundo, denominado Barcode Generator (Barcode, 2025), permitiu a geração simultânea de múltiplos códigos, conforme figura 12. A ferramenta apresentou desempenho satisfatório, sendo compatível com o sistema ERP utilizado, uma vez que os códigos gerados foram corretamente lidos e processados pelo leitor de código de barras.

Figura 12 - Código de barras impresso do site Barcode Gerator



Fonte: Autora.

Nos testes realizados, utilizou-se um leitor com fio emprestado, sendo verificado que sua instalação no computador, acompanhada da simples posição do cursor no campo apropriado do sistema, foi suficiente para que a leitura ocorresse automaticamente. A integração demonstrou-se fluida, confirmando a plena compatibilidade do ERP com a tecnologia implementada.

Adicionalmente, foi esclarecida a forma correta de utilização da funcionalidade de "Inventário" no ERP. Conforme as orientações técnicas fornecidas pela Logosystem, em casos de contagens parciais de estoque, deve-se utilizar a tela de "Solicitação de Movimento" (Entrada ou Saída), e não a funcionalidade de "Inventário" diretamente. Isso se deve ao fato de que o uso inadequado da função "Inventário" pode ocasionar a zeragem dos saldos dos itens não lançados, comprometendo a integridade dos dados do sistema.

Dessa forma, com base nas orientações recebidas do suporte técnico e nas ferramentas testadas, conclui-se que a integração entre o código de barras e o sistema ERP utilizado é plenamente viável, sem necessidade de investimentos adicionais, desde que os códigos sejam gerados externamente e que o controle de estoque siga as boas práticas indicadas pelo fornecedor do sistema.

Essa etapa foi fundamental para garantir que a solução adotada para o controle de estoque operasse de forma integrada ao sistema já utilizado pela empresa. Uma das decisões relevantes foi o contato direto com o suporte técnico da Logosystem, responsável pelo ERP implementado, o que possibilitou maior segurança na condução da implementação e na prevenção de possíveis falhas futuras.

Durante o atendimento técnico, confirmou-se que o ERP já dispunha de suporte à leitura de códigos de barras e apresentava a funcionalidade de geração automática desses códigos. No entanto, foi informado que essa funcionalidade exigia configuração manual para cada item cadastrado e acarretava um custo adicional de R\$ 50,00. Considerando o contexto atual da empresa, que prioriza soluções de baixo custo e fácil aplicação, avaliou-se que a contratação do serviço não seria viável.

Com o objetivo de encontrar alternativas mais econômicas, foram testadas diferentes ferramentas gratuitas disponíveis na internet. Destacou-se uma plataforma online que possibilitou a geração simultânea de diversos códigos de barras, com exportação para impressão em folhas no formato A4. A ferramenta demonstrou ser eficaz, não comprometendo a qualidade do projeto, uma vez que os códigos gerados foram lidos corretamente pelo leitor e interpretados sem falhas pelo sistema ERP da empresa.

Outro ponto relevante foi o esclarecimento técnico a respeito da forma como o ERP interpreta os códigos de barras em suas diversas interfaces. Conforme orientação do suporte técnico, para ajustes parciais de estoque, recomenda-se o uso da função “Solicitação de Movimento” (entrada ou saída), em detrimento da função “Inventário”, pois esta, quando utilizada de forma inadequada, pode zerar os saldos dos itens não informados, comprometendo a integridade dos dados.

Dessa forma, conclui-se que a integração da tecnologia de código de barras ao ERP da empresa mostrou-se viável e funcional, sem a necessidade de investimento adicional, desde que sejam adotados os devidos cuidados operacionais e utilizadas ferramentas compatíveis com os processos internos.

4.3 Etapa 3 (Execução) – Criação e Aplicação dos Códigos de Barras

Após a verificação da compatibilidade e a habilitação das funções necessárias no sistema ERP (Gestor Fácil), iniciou-se a etapa de criação, impressão e aplicação dos códigos de barras nos componentes armazenados no estoque da empresa.

Considerando que a geração automática de códigos pelo ERP exigiria pagamento adicional e a criação individual de código para cada produto, optou-se por utilizar uma ferramenta online gratuita, a qual possibilitou a geração simultânea de múltiplos códigos de barras de maneira prática e eficiente. Os códigos foram organizados conforme os cadastros previamente existentes no sistema, respeitando a padronização e assegurando a identificação correta de cada item.

Posteriormente, os códigos foram impressos, plastificados, recortados e aplicados manualmente nas caixas correspondentes, conforme a figura 13, aos respectivos componentes, observando a disposição física do estoque. A plastificação foi adotada como medida de proteção, considerando-se o constante manuseio das embalagens e os riscos de desgaste no ambiente de armazenamento.

Figura 13 - Código de barras nas caixas de cada componente



Fonte: Autora.

Na sequência, foi adquirida pelo setor de compras a ferramenta de leitura: um leitor de código de barras sem fio, selecionado por oferecer maior mobilidade e praticidade durante a execução das atividades operacionais com o custo de R\$111,15

que viabilizou sua aquisição. O equipamento foi devidamente configurado, testado e validado em ambiente real de uso, apresentando compatibilidade e pleno funcionamento com o sistema ERP.

A utilização do leitor de código de barras mostrou-se essencial para a automação dos processos de entrada e saída de componentes no sistema. A leitura do código permite que o item seja identificado automaticamente, promovendo:

- a baixa automática de estoque no momento do consumo ou da saída de materiais;
- o registro de entrada de componentes, possibilitando a atualização em tempo real dos saldos;
- a redução de erros operacionais e o aumento da agilidade nas movimentações internas.

Essa etapa consolidou a aplicação prática da solução proposta, garantindo que todos os itens estivessem devidamente identificados e aptos a serem controlados de forma automatizada, contribuindo para a otimização do processo de gestão de estoque da organização.

Essa etapa marcou o momento em que a proposta do projeto passou a ser efetivamente materializada no ambiente físico da empresa. A geração, impressão, aplicação e validação dos códigos de barras representaram a concretização prática do planejamento previamente elaborado.

A decisão de gerar os códigos por meio de uma ferramenta externa revelou-se estratégica, uma vez que possibilitou a criação em lote, de forma ágil e funcional, sem a necessidade de incorrer nos custos adicionais associados à utilização do recurso interno do sistema ERP. Além disso, a organização dos códigos conforme o cadastro dos produtos contribuiu para a padronização e para a correta identificação dos itens. A plastificação e o recorte das etiquetas também se mostraram medidas relevantes, considerando que o ambiente de estoque está sujeito à poeira, manuseio frequente e outros fatores que podem comprometer a durabilidade das identificações.

A aquisição do leitor de código de barras sem fio foi outro ponto favorável. Durante os testes, observou-se que a mobilidade oferecida pelo equipamento facilitou a rotina operacional dos colaboradores, permitindo a leitura dos códigos diretamente nas prateleiras, sem a necessidade de deslocamentos ao computador. O dispositivo foi facilmente conectado e apresentou desempenho satisfatório, realizando as leituras

sem falhas e integrando-se plenamente ao sistema ERP, tanto para registro de entradas quanto para baixas automáticas de estoque. Essa automação reduziu significativamente o tempo gasto nas movimentações e minimizou a possibilidade de erros manuais.

Apesar de algumas etapas do processo envolverem ações manuais, como a colagem das etiquetas, a solução implantada demonstrou-se eficiente, de fácil execução e alinhada à realidade operacional da empresa. A sistemática adotada poderá ser mantida nas futuras movimentações de estoque, contribuindo para melhorias contínuas nos aspectos de organização, controle e agilidade dos processos logísticos.

Em síntese, verificou-se que é possível implementar melhorias simples, com baixo custo, que resultam em impactos positivos e concretos no desempenho das atividades da empresa.

4.4 Etapa 4 (Verificação) – Procedimentos para Baixa no Estoque e Inventário

Após a implementação do sistema de identificação por código de barras, tornou-se necessário estabelecer procedimentos padronizados para o registro das saídas e entradas de materiais no sistema ERP, bem como para a realização dos inventários periódicos.

Para esse fim, foi realizado um novo contato com o suporte técnico da Logosystem, com o objetivo de identificar a forma mais segura e integrada de realizar as baixas no estoque. A orientação recebida indicou o uso da funcionalidade “Solicitação de Movimento de Estoque”, disponível no módulo de Suprimentos do ERP. Essa função permite o lançamento de entradas e saídas de materiais de forma controlada, com geração de histórico de movimentações, assegurando a rastreabilidade dos registros.

Paralelamente, foi identificada uma limitação técnica no módulo “Inventário” do sistema: ao realizar uma contagem parcial, os itens não informados na tela eram automaticamente zerados, o que comprometia a integridade dos dados. Essa restrição inviabilizava a execução de inventários por etapas, prática comum na rotina operacional da empresa, sobretudo em categorias de componentes com diferentes frequências de uso e consumo.

Diante dessa limitação, buscou-se uma solução alternativa e segura para a conferência dos saldos de estoque. Como resultado, foi desenvolvida uma planilha padronizada no Microsoft Excel, estruturada com o propósito de comparar os dados físicos com os registros do sistema ERP.

A planilha foi elaborada com as seguintes funcionalidades:

- Listagem dos itens de estoque, organizados por categoria ou local de armazenagem;
- Associação de códigos de barras aos respectivos itens, possibilitando a leitura com o leitor sem fio;
- Campos destinados ao registro da quantidade física apurada;
- Cálculo automático da diferença entre o saldo físico e o saldo registrado no ERP, evidenciando divergências positivas (sobras) ou negativas (faltas);
- Destaque visual para itens com inconsistências, facilitando a tomada de decisão quanto aos ajustes necessários.

Essa abordagem permitiu à empresa realizar os inventários de maneira organizada, segura e eficiente, sem comprometer a base de dados do sistema. Após a identificação e correção das divergências na planilha, os ajustes são efetivados no ERP por meio da funcionalidade “Solicitação de Movimento”, garantindo a fidelidade entre o estoque físico e o digital.

Além disso, a utilização da planilha como ferramenta complementar gerou um benefício adicional: sua aplicação possibilitou a análise das causas das divergências, como falhas de lançamento, perdas de materiais ou entradas não registradas, contribuindo para a melhoria contínua do processo de controle de estoque.

A etapa descrita evidenciou, na prática, que os sistemas empresariais nem sempre oferecem soluções plenamente adequadas a todas as rotinas operacionais. A limitação observada no módulo de inventário do ERP revelou-se um ponto crítico: o sistema zerava automaticamente os itens não informados durante a contagem, o que tornava inadequado seu uso para inventários parciais, especialmente em organizações que trabalham com grande diversidade de componentes.

Como resposta a essa limitação, foi desenvolvida uma planilha personalizada com o objetivo de atender à necessidade de controle parcial e, simultaneamente, alinhar-se à lógica de funcionamento do ERP. O processo de elaboração dessa

ferramenta exigiu atenção não apenas ao registro das quantidades físicas, mas também à padronização de nomenclaturas, à automação de cálculos e à organização das informações, aspectos fundamentais para garantir a eficiência do controle.

A estrutura da planilha permitiu a execução das contagens de forma parcial, com maior segurança e confiabilidade. A associação dos códigos de barras aos respectivos itens também contribuiu para a agilidade do processo de conferência, uma vez que a leitura por meio do leitor sem fio tornou-se mais prática e eficiente. A funcionalidade de destaque automático das divergências entre os dados físicos e os registros do sistema mostrou-se fundamental para a tomada de decisões com base em evidências objetivas.

Adicionalmente, foi consolidado o entendimento quanto ao procedimento adequado para a realização de ajustes no ERP, por meio da funcionalidade “Solicitação de Movimento”. Essa abordagem passou a ser adotada como padrão para a execução de saídas e ajustes de inventário, assegurando que todos os lançamentos fossem devidamente registrados e rastreáveis, conforme as boas práticas de controle interno.

De modo geral, essa fase foi decisiva para assegurar a precisão e a confiabilidade dos dados de estoque. Também demonstrou que, mesmo diante das limitações técnicas de um sistema, é possível desenvolver soluções complementares viáveis, de fácil aplicação e alta eficácia, por meio do uso de ferramentas acessíveis e da aplicação de análise crítica e criativa no contexto organizacional.

4.5 Etapa 5 (Aprendizado) – Testes, Treinamento e Implementação do Novo Processo

A etapa final do projeto consistiu na realização de testes práticos e na implementação efetiva do novo processo de controle de estoque com a utilização de leitor de código de barras. Após a aquisição do equipamento e a aplicação das etiquetas nos componentes armazenados, foram realizados testes simulando situações reais de entrada e saída de materiais.

Durante esses testes, o leitor de código de barras sem fio apresentou desempenho satisfatório, realizando leituras de forma rápida e precisa, com integração direta ao sistema ERP. Ao posicionar o cursor nos campos

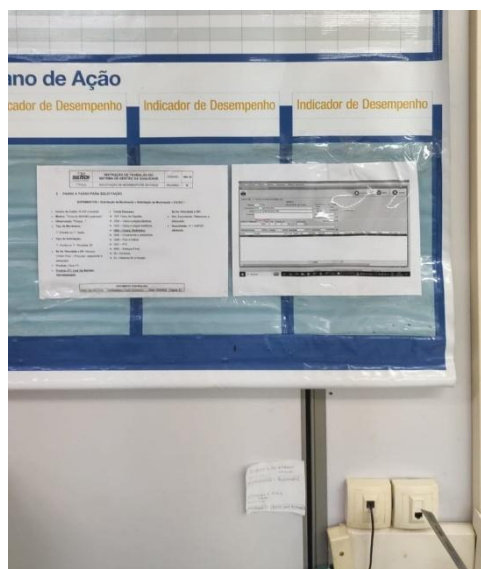
correspondentes no sistema, o código era reconhecido automaticamente, possibilitando o registro imediato das informações, sem necessidade de digitação manual. Esse processo de automação contribuiu para a redução significativa do tempo de execução das atividades, além de minimizar a ocorrência de erros operacionais, especialmente aqueles decorrentes de falhas humanas comuns em procedimentos manuais.

Com a validação do processo, os colaboradores responsáveis pelo controle de estoque foram instruídos quanto ao uso adequado do equipamento, à rotina de movimentação no sistema ERP e aos cuidados com as etiquetas e o leitor. A capacitação da equipe foi realizada em um treinamento de uma hora, conduzido no ambiente da própria empresa, conforme a instrução que foi afixada no mural da sala de produção, conforme ilustrado na figura 14 e no apêndice A para melhor entendimento, permitindo a consulta contínua durante a execução da atividade. Essa medida mostrou-se essencial para assegurar a correta aplicação do novo método e evitar possíveis desvios operacionais.

A implementação transcorreu conforme o planejamento estabelecido, com a realização das leituras no momento de cada movimentação seja entrada ou baixa, assegurando que os saldos registrados no sistema permanecessem atualizados e compatíveis com o estoque físico. O uso contínuo do leitor passou a proporcionar benefícios adicionais, como maior rastreabilidade das movimentações, agilidade nas contagens e melhoria na organização das informações.

Ressalta-se que o êxito da implementação está diretamente relacionado à conscientização da equipe sobre a importância da ferramenta. Quando os colaboradores compreendem que o uso do leitor de código de barras não constitui apenas uma etapa adicional do processo, mas sim uma medida de prevenção contra erros de provisionamento, perdas de materiais e inconsistências nos registros, a adesão ao novo procedimento torna-se mais eficaz, promovendo maior comprometimento com a acuracidade das informações.

Figura 14 - Mural de Orientações para Registro de Componentes



Fonte: Autora.

A realização dos testes práticos mostrou-se essencial para a validação das etapas anteriores e para a verificação da eficácia do sistema de controle de estoque em ambiente real. O leitor de código de barras sem fio demonstrou ser uma ferramenta eficiente, contribuindo diretamente para a agilidade nas operações e a redução de retrabalho. Aspectos aparentemente simples, como o correto posicionamento do cursor nos campos apropriados do ERP, influenciaram positivamente no desempenho geral do processo, evidenciando como a automação, quando bem planejada, pode ser implementada de forma funcional e eficaz.

O treinamento da equipe para incorporação da Instrução de Trabalho, desenvolvida nas rotinas de estoque foi identificado como fator determinante para o sucesso da implementação. Mais do que a introdução de uma nova ferramenta, foi necessário o engajamento dos colaboradores, que passaram a compreender os objetivos da mudança e os benefícios decorrentes da utilização da tecnologia, como a diminuição de erros operacionais e a simplificação das contagens de materiais. A compreensão desses ganhos práticos favoreceu a aceitação da nova metodologia de trabalho.

Ao longo do processo de implementação, constatou-se que a utilização correta do leitor de código de barras contribuiu diretamente para a confiabilidade das informações registradas no sistema. A prática evita erros de provisionamento, falhas de lançamento e retrabalhos, otimizando os fluxos de entrada e saída de

componentes. Dessa forma, o novo processo não apenas modernizou o controle de estoque, mas também fortaleceu uma cultura organizacional baseada na organização e na precisão dos registros, refletindo positivamente na eficiência da operação como um todo.

Essa etapa final reforçou a relevância da integração entre tecnologia, processos e pessoas como base para a obtenção de resultados consistentes e sustentáveis na gestão de estoques.

4.6 Controle de Estoque

O controle de estoque na empresa Sultech Sistemas Eletrônicos LTDA foi estruturado por meio de planilhas automatizadas desenvolvidas no software Microsoft Excel, utilizando dados reais extraídos do sistema ERP Gestor Fácil. A metodologia adotada permitiu calcular de forma eficiente os principais parâmetros logísticos: estoque mínimo, estoque de segurança, estoque de reposição e *Lead Time*, alinhando a prática organizacional aos fundamentos teóricos apresentados na fundamentação do presente trabalho.

As fórmulas utilizadas para o dimensionamento dos estoques estão descritas na fundamentação teórica deste TCC (fórmulas 1, 2 e 3), tendo sido aplicadas diretamente nas planilhas com base nos dados históricos de consumo, desvio padrão da demanda e níveis de serviço previamente estabelecidos.

Os componentes foram organizados em três grandes grupos, com *Lead Times* distintos, definidos conforme a origem e o processo de fornecimento dos itens:

- Matéria-prima (MP): Compreende os componentes eletrônicos utilizados na montagem dos circuitos. Foram classificados por nível de risco logístico, com a adoção de um sistema de cores que representa o tempo médio de reposição:
 - Cor A: 2 meses;
 - Cor B: 0,5 mês;
 - Cor C: 0,1 mês.

Essa classificação permitiu uma gestão diferenciada por tipo de item, contribuindo para a definição de margens de segurança proporcionais ao risco logístico, garantindo uma reposição mais adequada ao consumo real.

- Produto Semi-Elaborado (PE): Refere-se aos circuitos eletrônicos montados por empresas terceirizadas. O *Lead Time* médio estimado foi de 1 mês, considerando o tempo padrão de entrega das montadoras. Foi elaborada uma planilha específica para esse grupo, utilizando os mesmos critérios de cálculo, assegurando que a reposição ocorra em tempo hábil.
- Produto Acabado (PA): Compreende os equipamentos prontos para venda, montados e finalizados internamente. O *Lead Time* adotado foi de 0,17 mês, correspondente ao tempo médio necessário para a finalização do produto pelos técnicos da empresa. A gestão desse grupo visa controlar o estoque com base no histórico de vendas, garantindo disponibilidade imediata conforme a demanda do mercado.

O consumo mensal foi determinado a partir dos registros históricos de saída dos componentes. No entanto, a demanda foi ajustada com a aplicação de um fator multiplicativo de 1,8 sobre o consumo médio mensal. Tal decisão técnica baseia-se na lógica produtiva da empresa, que opera com lotes mínimos de 100 placas de circuito impresso. Para que esses lotes sejam montados sem interrupções, é necessário garantir previamente a existência em estoque de uma quantidade superior à média histórica consumida.

Em termos práticos, se o consumo médio mensal de determinado componente é de 100 unidades, a demanda utilizada para o cálculo do estoque de reposição foi ajustada para 180 unidades ($100 \times 1,8$). O acréscimo de 0,8 nesse fator representa a previsão de demanda adicional, necessária para assegurar que o lote mínimo de produção não seja comprometido pela ausência de componentes.

As planilhas foram desenvolvidas com dados fornecidos pelos setores de compras e almoxarifado e aplicaram os seguintes critérios:

- O estoque mínimo (fórmula 1) foi calculado com base no consumo mensal multiplicado pelo *Lead Time* (em meses), garantindo disponibilidade dos itens durante o período de reposição;
- O estoque de segurança (fórmula 2) foi definido com base no nível de serviço de 99%, utilizando o coeficiente $Z = 2,33$, multiplicado pelo desvio padrão da demanda e pela raiz quadrada do *Lead Time*. O desvio padrão foi obtido por meio da função *DESVPAD* no Excel, aplicada aos dados históricos de consumo mensal;

Figura 15 - Tabela com os valores do Nível de serviço

Nível de Serviço	Valor z_{NS}
85%	1,036
90%	1,282
95%	1,645
99%	2,326
99,5%	2,576

Fonte: Conhecimento Market (2025)

- O estoque de reposição (fórmula 3) foi determinado a partir da demanda média mensal ajustada (consumo 80%), multiplicada pelo *Lead Time*, garantindo margem adequada para iniciar o processo de compra antes que o estoque atinja o mínimo.

Esses valores foram automatizados nas planilhas, permitindo que, ao atualizar dados como consumo, *Lead Time* ou nível de serviço, os estoques mínimo, de segurança e de reposição sejam recalculados automaticamente. Isso possibilita a realização de simulações e ajustes rápidos conforme a realidade operacional da empresa.

Após o desenvolvimento das planilhas, os valores calculados foram implementados no sistema ERP da empresa. Com essa integração, o sistema passou a identificar automaticamente os itens cujo estoque se encontrava abaixo dos níveis definidos, facilitando a emissão de alertas para compra ou reposição. Essa funcionalidade permitiu que as planilhas se tornassem parte integrante da rotina operacional, otimizando os processos de compras e reduzindo o risco de faltas de materiais que poderiam causar paralisações na produção.

Além de organizadas de forma clara e sistemática, as planilhas possibilitam a visualização imediata dos itens que se encontram abaixo dos níveis recomendados. Isso contribui significativamente para a tomada de decisão na área de suprimentos, oferecendo ao setor de compras uma ferramenta precisa para priorização de pedidos.

Como resultado final, essa ação contribuiu diretamente para a melhoria da eficiência na gestão de materiais, agregando valor às atividades do almoxarifado e ao

planejamento de compras, ao mesmo tempo em que fortalece a padronização dos processos logísticos internos da Sultech.

Os resultados dos cálculos descritos nesta seção estão apresentados nos Quadros 4, 5, 6, 7 e 8 – Planilhas de Controle de Estoque, os quais reúnem as informações consolidadas para cada grupo de itens: matérias-primas (cores A, B e C), produtos semi-elaborados e produtos acabados. Esses quadros foram organizados com base nas planilhas desenvolvidas no Excel, respeitando a metodologia adotada neste trabalho, e apresentam de forma clara os valores calculados de estoque mínimo, estoque de segurança e estoque de reposição. Os dados demonstram a aplicação prática das fórmulas teóricas e reforçam a importância do planejamento logístico para garantir a disponibilidade de materiais e a continuidade da produção.

O Quadro 4 apresenta os dados do controle de estoque dos componentes classificados como Matéria-Prima Cor A, os quais possuem *Lead Time* de 2 meses, devido ao prazo de entrega mais elevado dos fornecedores. O consumo médio mensal foi calculado com base na média dos últimos 12 meses. Para o cálculo da demanda média mensal ajustada, foi aplicado um fator de 80% sobre o consumo, considerando a produção em lotes mínimos de 100 unidades e a necessidade de atender variações na demanda dos clientes.

Com base nesses dados, foram definidos os níveis de estoque mínimo, estoque de segurança e estoque de reposição, conforme as fórmulas (1), (2) e (3) apresentadas na fundamentação teórica. O Quadro permite visualizar de forma clara os parâmetros essenciais para a gestão de itens críticos, contribuindo para um controle de estoque mais preciso, seguro e alinhado à realidade operacional da empresa.

Quadro 4 - Planilha Controle de Estoque MP A

Produto	Descrição	Estoque de Segurança	Estoque Mínimo	Estoque Reposição	Desvio padrão	Z = 99%	Saída Anual	Consumo Mensal	Demanda média mensal	Lead Time (mensal)
05080100019	74HC574D	223	199,3	359	67,8	2,33	1.196	99,7	179	2
05080100093	H11L1-M	409	165,0	297	124,25	2,33	990	82,5	149	\sqrt{L}
05050100040	PC817 OPTO ISOLADOR	390	208,3	375	118,60	2,33	1.250	104,2	188	1,41
05180100127	TC 5A/5MA	666	235,0	423	202,50	2,33	1.410	117,5	212	

1547	PIC 18F67K22	266	115,0	207	80,90	2,33	690	57,5	104
05060500250	DF10M- PONTE RETIFICADORA	264	110,0	198	80,24	2,33	660	55,0	99
05080100563	TNY277GN-TL	258	108,3	195	78,42	2,33	650	54,2	98
05030400040	SST25VF080B MEMORIA(1MB)	287	96,7	174	87,28	2,33	580	48,3	87
05080100415	MCP1700- 3302E/TO REG. TENSAO 3,3V	265	91,7	165	80,68	2,33	550	45,8	83
05110200017	LBV150 OU TR600	263	113,3	204	79,97	2,33	680	56,7	102
05080100032	74HC14D - SMD	122	83,3	150	37,07	2,33	500	41,7	75

Fonte: Autora

O Quadro 5 apresenta o controle de estoque dos componentes classificados como Matéria-Prima Cor B, os quais possuem *Lead Time* médio de 0,5 mês, representando itens com prazo de entrega intermediário. O consumo médio mensal foi calculado com base nos dados históricos dos últimos 12 meses, extraídos do sistema ERP.

Da mesma forma que no grupo Cor A, foi aplicada a projeção de demanda ajustada em 80% vezes o consumo médio, considerando a organização da produção em lotes mínimos e a necessidade de antecipação no abastecimento. A partir desses dados, foram definidos os níveis de estoque mínimo, estoque de segurança e estoque de reposição, conforme as fórmulas (1), (2) e (3) estabelecidas na metodologia.

O Quadro consolida as informações necessárias para a tomada de decisão no planejamento de compras dos itens com risco logístico moderado, promovendo agilidade na reposição e evitando excessos ou faltas no estoque.

Quadro 5 - Planilha Controle de Estoque MP B

Produto	Descrição	Estoque de Segurança	Estoque Mínimo	Estoque Reposição	Desvio padrão	Z = 99%	Saída Anual	Consumo Mensal	Demand a média mensal	Lead Time (mensal)
05060700018	LED VERMELHO	271	204,0	367	164,7	2,33	4.897,0	408,1	735	0,5
05070100014	BT138	677	172,1	310	411,5	2,33	4.131,0	344,3	620	√L
05050100015	MOC3063	672	170,6	307	408,5	2,33	4.094,0	341,2	614	0,71
05110100010	INDUTOR PTH 150UH	567	119,5	215	344,6	2,33	2.869,0	239,1	430	
05060600023	BC817-40 - TRANSISTOR	347	94,1	169	210,8	2,33	2.259,0	188,3	339	
05130100010	TECLA TACT SWITCH	147	69,5	125	89,4	2,33	1.667,0	138,9	250	
05120100088	TL431B - REGULADOR DE TENSAO	171	41,8	75	103,8	2,33	1.002,0	83,5	150	
01060200141	1N5819/SB140 - DIODO	265	51,6	93	161,1	2,33	1.238,0	103,2	186	

01120100842	MOLDURA PARA CAIXA DIN	16	62,4	112	10,0	2,33	1.498,0	124,8	225
05080100044	ULN2003D/MC1413D	440	36,8	66	267,6	2,33	882,0	73,5	132
05060700020	LED VERDE	54	26,0	47	32,6	2,33	624,0	52,0	94
01049914520	SELO/LACRE GARANTIA DESTRUTIVEL	150	38,2	69	91,2	2,33	916,0	76,3	137

Fonte: Autora

O Quadro 6 apresenta os dados de controle de estoque dos componentes classificados como Matéria-Prima Cor C, que possuem *Lead Time* reduzido de 0,1 mês, ou seja, são itens de reposição rápida, com menor risco logístico. O consumo médio mensal foi calculado a partir da média dos últimos 12 meses, conforme dados extraídos do ERP da empresa.

Assim como nos demais grupos, aplicou-se o fator de ajuste de 80% sobre o consumo médio para estimar a demanda mensal projetada, garantindo margem de segurança suficiente para atender à produção em lotes mínimos de 100 unidades.

Com base nesses dados, foram calculados o estoque mínimo, o estoque de segurança e o estoque de reposição, seguindo as fórmulas (1), (2) e (3) definidas na fundamentação teórica.

Mesmo com um tempo de reposição curto, o controle desses itens é fundamental para evitar interrupções operacionais, especialmente em cenários de variação de consumo ou indisponibilidade pontual. O Quadro contribui para a gestão eficiente dos insumos de menor criticidade, sem renunciar à precisão no planejamento.

Quadro 6 - Planilha Controle de Estoque MP C

Produto	Descrição	Estoque de Segurança	Estoque Mínimo	Estoque Reposição	Desvio padrão	Z = 99%	Saída Anual	Consumo Mensal	Demanda média mensal	Lead Time (mensal)
05020700010	CAP. POL. MET. 10NF/400V	324	38,7	70	440,6	2,33	4.643	386,9	696	0,1
05020800016	CAP. ELET. 100UF/25V	230	27,8	50	313,4	2,33	3.334	277,8	500	√L
01110300234	TERMINAL BLOCK 3 VIAS	61	23,8	43	82,9	2,33	2.861	238,4	429	0,32
05020700069	CAP. ELET. 10UF/50V B41821	154	15,0	27,1	209,8	2,33	1.805	150,4	271	
01110300246	TERMINAL BLOCK 4 VIAS	18	9,2	16,5	23,9	2,33	1.099	91,6	165	
01049914972	REBITE TUBULAR	110	18,5	33,3	149,8	2,33	2.222	185,2	333	
01090100382	PARAFUSO FE CHATA	50	18,6	34	67,9	2,33	2.235	186,3	335	
05040300148	TERMINAL BLOCK 90 - 3 VIAS	144	15,5	28	195,7	2,33	1.863	155,3	279	
05020700279	CAP. ELET. 10UF/400V	117	10,6	19,1	159,7	2,33	1.270	105,8	191	

05020700057	CAP. ELET. 1000UF/16V	105	9,8	18	143,0	2,33	1.178	98,2	177
05040300161	TERMINAL BLOCK 180 3 VIAS	36	10,1	18,1	48,4	2,33	1.209	100,8	181
05040300150	TERMINAL BLOCK 90 - 4 VIAS	76	8,5	15,3	103,2	2,33	1.018	84,8	153
05040300136	TERMINAL BLOCK 90 - 2 VIAS	70	6,1	11,0	95,3	2,33	733	61,1	110
05110300025	S14K275 VARISTOR	58	6,0	11	78,9	2,33	724	60,3	109
05040300025	L14 - CONECTOR IDC 14 VIAS	33	6,0	11	44,5	2,33	721	60,1	108
01120100644	PRESILHA PLASTICA (CURTA)	13	5,5	10	17,3	2,33	658	54,8	99
01110300155	TERMINAL BLOCK 2 VIAS	11	5,6	10	14,3	2,33	667	55,6	100
05040300013	L10 = CONECTOR IDC 10 VIAS	12	5,2	9,3	16,8	2,33	620	51,7	93
01040400033	LCD 16X2 - FUNDO AZUL	8	4,1	7,3	10,5	2,33	486	40,5	73
5040100071	BARRA DE PINOS 1X40 90G	22	3,1	6	30,6	2,33	372	31,0	56
05040100034	BARRA PINOS 2X40 90	30	3,3	6	41,5	2,33	401	33,4	60
05040100095	BARRA DE PINOS 1X40 18	13	2,2	4	18,2	2,33	269	22,4	40
05040300200	TERMINAL BLOCK 180 4 VIAS	11	2,5	4,4	14,6	2,33	296	24,7	44
05040100083	BARRA PINOS 2X40 180	13	1,6	3	17,2	2,33	195	16,3	29
01049900640	KIT RETENÇÃO FEMEA	5	1,7	3,1	7,2	2,33	207	17,3	31
01049915834	ABRACADEIRA NYL.	24	2,3	4,2	32,1	2,33	281	23,4	42
01041000341	TERMINAL PINO	10	1,4	3	13,9	2,33	167	13,9	25
01130300088	CABO AFE 4X26	7	1,2	2,1	9,7	2,33	143	11,9	21
05140100014	FLAT CABLE 10 VIAS	1	0,4	1	1,2	2,33	48	4,0	7
01049901166	BATERIA 9V	1	0,2	0,35	1,9	2,33	23	1,9	3
01130100020	FLAT CABLE 14 VIAS	1	0,3	1	1,7	2,33	34	2,8	5

Fonte: Autora

O Quadro 7 apresenta o controle de estoque dos Produtos Semi-Elaborados (PE), que correspondem aos circuitos eletrônicos enviados a empresas terceirizadas para montagem. Esses itens possuem *Lead Time* médio de 1 mês, considerando o tempo necessário para a produção e devolução dos conjuntos montados.

Os dados do Quadro foram estruturados com base no consumo médio mensal, calculado a partir do histórico de saídas no último ano. A demanda mensal projetada foi estimada com o uso do fator de ajuste de 80%, adotado para antecipar necessidades futuras e garantir a disponibilidade dos componentes para novos lotes de produção. Com essas informações, foram determinados os níveis de estoque mínimo, estoque de segurança e estoque de reposição, conforme os critérios estabelecidos nas fórmulas (1), (2) e (3). Este Quadro permite visualizar de forma clara o controle dos insumos em processo, promovendo maior previsibilidade na reposição

e assegurando que os prazos de entrega das montadoras não comprometam o ritmo de produção da empresa.

Quadro 7 - Planilha Controle de Estoque PE

Produto	Descrição	Estoque de Segurança	Estoque Mínimo	Estoque Reposição	Desvio padrão	Z = 99%	Saída Anual	Consumo Mensal	Demanda média mensal	Lead Time (mensal)
01100101124	CIRCUITO ST8200C - PAINEL	21	32,1	57,8	8,9	2,33	385	32,1	58	1
01100101445	CIRCUITO ST8200C - ACIONAMENTO	17	25,3	45,6	7,1	2,33	304	25,3	46	√L
01100101322	CIRCUITO ST8200C - INTERFACE	15	16,8	30,3	6,6	2,33	202	16,8	30	1,00
01100102087	CIRCUITO ST8200C - FONTE	17	16,8	30,3	7,4	2,33	202	16,8	30	
01100101051	CIRCUITO ST8200C - CONTROLE	17	17,1	30,8	7,3	2,33	205	17,1	31	
01100101619	CIRCUITO ST8300I/8 INTERFACE	17	15,3	27,6	7,5	2,33	184	15,3	28	
01100100981	CIRCUITO ST8300C CONTROLE	11	15,3	27,6	4,9	2,33	184	15,3	28	
01100101152	CIRCUITO ST8300F - FONTE	11	15,3	27,6	4,9	2,33	184	15,3	28	
01101900355	CIRCUITO ST9250R CONTROLE	12	9,4	17,0	5,1	2,33	113	9,4	17	
01101903054	CIRCUITO ST9250R - FONTE	12	9,3	16,8	5,1	2,33	112	9,3	17	
0110190356	CIRCUITO ST9250R INT	12	9,3	16,8	5,1	2,33	112	9,3	17	
01101903077	CIRCUITO ST9250R - PAINEL	12	6,5	11,7	5,1	2,33	78	6,5	12	
01100101878	CIRCUITO ST6250F01	9	3,2	5,7	3,9	2,33	38	3,2	6	
01101902921	CIRCUITO ST6500F - FONTE	8	2,8	5,0	3,5	2,33	33	2,8	5	
01100101865	CIRCUITO ST6250T - PAINEL	9	3,2	5,7	3,9	2,33	38	3,2	6	
01101902910	CIRCUITO ST6500T - CPU / PAINEL	8	2,9	5,3	3,4	2,33	35	2,9	5	
01100101071	CIRCUITO ST7500 / ST7900	3	1,3	2,4	1,2	2,33	16	1,3	2	
01101903226	CIRCUITO ST9450P	9	3,0	5,4	3,9	2,33	36	3,0	5	
01100102100	CIRCUITO ST8700C	16	4,5	8,1	7,0	2,33	54	4,5	8	

Fonte: Autora

O Quadro 8 apresenta o controle de estoque dos Produtos Acabados (PA), correspondentes aos itens fabricados pela empresa. Esses produtos possuem um *Lead Time* médio de 0,17 meses, considerando o tempo necessário para integração, montagem e testes realizados pelos técnicos eletrônicos durante o processo produtivo.

Os dados foram organizados com base no consumo médio mensal, calculado a partir do histórico de saídas ao longo do ano de 2024. A demanda mensal projetada foi estimada utilizando um fator de ajuste de 80%, adotado para antecipar as

necessidades futuras e assegurar a disponibilidade dos componentes para a produção de novos lotes.

Com base nessas informações, foram definidos os níveis de estoque mínimo, estoque de segurança e estoque de reposição, conforme os critérios estabelecidos nas fórmulas (1), (2) e (3). Esse controle permite que a empresa mantenha um volume adequado de produtos acabados em estoque, garantindo pronta entrega aos clientes e evitando atrasos.

Quadro 8 - Planilha Controle de Estoque PA

Produto	Descrição	Estoque de Segurança	Estoque Mínimo	Estoque e Reposição	Desvio padrão	Z = 99%	Saída Anual	Consumo Mensal	Demand a média mensal	Lead Time (mensal)
01100101581	ST8200C/12 - CONTROLADOR DE FATOR DE POTENCIA	5	2,4	4,3	5,13	2,33	168	14,0	25	0,17
01100101050	ST8200C/06 - CONTROLADOR DE FATOR DE POTENCIA	2	0,9	1,7	1,98	2,33	65	5,4	10	√L
01101903030	ST9250R - MULTIMEDIDOR DE GRANDEZAS ELÉTRICAS	6	1,3	2,3	6,30	2,33	89	7,4	13	0,41
01101902600	ST8500C/16/TC - CONTROLADOR DE DEMANDA	4	1,1	1,9	4,15	2,33	75	6,3	11	
01101903238	ST9430R - MULTIMEDIDOR DE GRANDEZAS ELÉTRICAS	5	0,5	0,8	5,10	2,33	32	2,7	5	
01101902177	ST8300C/16 - CONTROLADOR DE FATOR DE POTÊNCIA	2	0,9	1,7	1,98	2,33	67	5,6	10	
01101500016	ST7500 - MEDIDOR DE UMIDADE PARA MADEIRA	2	0,3	0,6	2,02	2,33	23	1,9	3	
01101902499	ST8500C/16/IU - CONTROLADOR DE DEMANDA	1	0,3	0,5	1,04	2,33	18	1,5	3	
01101500017	ST7900 - MEDIDOR DE UMIDADE PARA CONCRETO	1	0,1	0,1	0,64	2,33	5	0,4	1	
01130400290	CABO OPTOACOPLADO	2	0,4	0,7	1,80	2,33	29	2,4	4	
01100101889	ST6250T - CONVERSOR	2	0,3	0,6	1,82	2,33	22	1,8	3	

01101902390	ST6500T - GATEWAY	2	0,6	1,0	2,14	2,33	41	3,4	6
01101902179	ST8300C/08 - CONTROLADOR DE FATOR DE POTÊNCIA	1	0,4	0,8	1,38	2,33	30	2,5	5
01101902176	ST8300C/16/IU CONTROLADOR DE FATOR DE POTENCIA	1	0,2	0,4	1,07	2,33	14	1,2	2
01101903388	ST6450T-CONVERSOR	2	0,2	0,4	1,70	2,33	16	1,3	2
01101903399	ST9250RZA - MULTIMEDIDOR ZAFFARI	1	0,1	0,2	0,64	2,33	7	0,6	1
01101908700	ST8700C - CONTROLADOR ZERO GRID INVERSOR SOLAR	3	0,7	1,3	3,44	2,33	51	4,3	8

Fonte: Autora.

A aplicação do modelo de controle de estoque por meio de planilhas estruturadas em Microsoft Excel, com base em dados extraídos do ERP da empresa, proporcionou avanços significativos na gestão de materiais da Sultech Sistemas Eletrônicos LTDA.

Os principais benefícios observados foram:

- Redução do risco de ruptura de estoque, ao permitir uma visão antecipada da necessidade de reposição, evitando atrasos na produção e na entrega de pedidos;
- Otimização dos níveis de reposição, por meio do dimensionamento adequado dos estoques mínimo e de segurança, evitando tanto o excesso quanto a escassez de materiais;
- Planejamento da produção mais preciso, possibilitado pela categorização dos itens conforme o *Lead Time* e pela análise histórica do consumo mensal;
- Aumento da acuracidade das informações de inventário, com registros atualizados e compatíveis com os movimentos reais de entrada e saída dos itens.

Destaca-se que essa abordagem permitiu maior previsibilidade e suporte técnico à tomada de decisões, promovendo uma gestão mais eficiente, integrada e orientada por dados.

A proposta desenvolvida neste trabalho representa a implementação de um modelo estruturado e fundamentado de controle de estoque, adaptado à realidade da Sultech. A sistematização dos dados por meio de planilhas automatizadas e o uso de

indicadores logísticos padronizados contribuem de forma direta para o aprimoramento da gestão de materiais, promovendo maior controle, precisão e confiabilidade nos processos de suprimento da organização.

Embora o ERP da empresa (Logosystem) seja utilizado para o controle operacional do estoque, sua versão atual não dispõe de funcionalidades analíticas avançadas para o cálculo automático de parâmetros logísticos, como o estoque mínimo, ponto de reposição e estoque de segurança, com base em fórmulas estatísticas e simulações.

Diante dessa limitação, as planilhas em Excel foram desenvolvidas como ferramenta complementar para realizar análises mais profundas, com fórmulas dinâmicas e simulações ajustáveis. Essa integração é realizada manualmente pela autora que é funcionário da empresa, que dá sequência ao controle na Sultech. Que é responsável por atualizar periodicamente os dados de consumo, os quais são extraídos do ERP e inseridos no Excel para o recálculo automático dos estoques.

Vale destacar que o uso do Excel neste contexto não representa uma falha do sistema ERP, mas sim uma estratégia temporária e de apoio à tomada de decisão, enquanto o ERP não é atualizado ou customizado para incorporar essas funcionalidades de forma nativa. Segundo Ballou (2019), é comum que sistemas ERP exijam complementações com outras ferramentas de apoio, especialmente em empresas de pequeno e médio porte, que muitas vezes não possuem módulos avançados de planejamento logístico totalmente integrados.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa, buscou realizar a aplicação de conhecimentos adquiridos ao longo do curso de Engenharia de Produção para a melhoria no gerenciamento do estoque de uma empresa focada no desenvolvimento de tecnologias para controle do consumo de energia elétrica na região metropolitana de Porto Alegre (RS).

Dentre os objetivos específicos, o primeiro consistiu na averiguação da adequação do ERP utilizado pela empresa (Logosystem) para suportar um gerenciamento autônomo de estoque. A análise demonstrou que o sistema era tecnicamente compatível com a leitura de códigos de barras e com o registro automatizado das movimentações, permitindo sua adaptação para os novos procedimentos.

O segundo objetivo específico — o tagueamento dos produtos — foi executado por meio do desenvolvimento de etiquetas com códigos de barras personalizados, conforme as características de cada item. Essa prática facilitou a rastreabilidade, a contagem e a localização dos produtos, agregando valor à organização do estoque e promovendo maior controle.

O terceiro objetivo visava à criação de procedimentos voltados ao cálculo e monitoramento dos níveis de estoque mínimo e de segurança. Através da análise histórica do consumo de materiais e da definição de critérios de reposição, foi possível estabelecer parâmetros claros que auxiliam na tomada de decisão sobre compras e reposições, reduzindo os riscos de ruptura ou excesso de estoque.

Por fim, o treinamento da equipe foi essencial para a consolidação das mudanças implementadas. As capacitações realizadas abordaram o uso correto do leitor de códigos, os novos fluxos de entrada e saída de materiais, e as rotinas de conferência no sistema. A adoção de uma abordagem prática durante os treinamentos permitiu que os colaboradores se familiarizassem com a nova realidade operacional, garantindo a efetividade do projeto.

Vencidas as etapas iniciais, alcançou-se o objetivo principal da pesquisa — habilitar um sistema de gerenciamento de estoque para a Sultech Sistemas Eletrônicos LTDA, com foco na automação e na eficiência do controle de inventário — foi integralmente alcançado. Por meio da análise e integração de um sistema ERP (Enterprise Resource Planning), da aplicação de códigos de barras nos itens estocados, e da elaboração de novos procedimentos internos de movimentação de

materiais, foi possível automatizar tarefas que anteriormente eram manuais, suscetíveis a erros e demoradas.

Além dos objetivos específicos contemplados, destaca-se como resultado relevante da pesquisa o desenvolvimento e aplicação das planilhas automatizadas de controle de estoque. A utilização do Microsoft Excel como ferramenta de apoio à gestão permitiu o cálculo sistematizado dos níveis de estoque mínimo, de segurança e de reposição, conforme fórmulas padronizadas previamente descritas. A estruturação dessas planilhas com base nos dados reais da empresa, obtidos via sistema ERP, possibilitou a automatização dos cálculos, a análise individual por categoria de produto e a simulação de diferentes cenários operacionais.

A classificação dos itens por nível de risco logístico, o agrupamento por *Lead Times* e a aplicação de um fator de ajuste de 80% sobre o consumo mensal contribuíram para a personalização do controle de estoque de acordo com a realidade produtiva da empresa. Essa abordagem permitiu antecipar demandas futuras, garantir maior previsibilidade no abastecimento e evitar rupturas no processo produtivo, sobretudo em função da produção ser realizada em lotes mínimos de 100 unidades.

A integração das planilhas ao sistema ERP, por meio do cadastro dos valores calculados de estoque mínimo, ponto de reposição e estoque de segurança, fortaleceu a estrutura de controle interno. A partir dessa integração, tornou-se possível identificar rapidamente os itens com estoque abaixo dos parâmetros definidos, facilitando o planejamento de compras e otimizando o uso dos recursos disponíveis.

Consolida-se, que o aprimoramento do controle de estoque foi fundamental para alcançar o objetivo geral da pesquisa, promovendo ganhos diretos em eficiência operacional, acuracidade dos dados e tomada de decisão. A proposta desenvolvida apresentou baixo custo de implementação, rápida adaptação por parte da equipe e alta aplicabilidade na rotina da empresa, tornando-se um diferencial competitivo para a Sultech.

Desta maneira, ao se verificar a questão norteadora: “*Como a implementação de um sistema automatizado para controle e apoio à gestão de estoque pode reduzir erros de provisionamento de produtos?*”, foi possível comprovar, ao longo do trabalho, que a automação da gestão de suprimentos por meio da adoção de tecnologias como a leitura de códigos de barras contribui significativamente para a

redução de falhas, o aumento da rastreabilidade dos itens e a otimização dos processos operacionais

Conclui-se que a pesquisa atendeu plenamente à questão proposta, evidenciando que a implementação de um sistema automatizado para controle de estoque contribui diretamente para a modernização da gestão de suprimentos apresentando um excelente custo-benefício para a solução implementada. A redução de erros, o aumento da acuracidade dos dados, a padronização dos processos e a maior integração entre os setores refletem o sucesso da solução proposta. Além disso, a implementação efetiva desta proposição fortaleceu a cultura de melhoria contínua na organização, alinhando-se aos princípios da Engenharia de Produção e às exigências de um mercado cada vez mais competitivo e tecnológico.

5.1 Limitações da Pesquisa

Uma das principais limitações encontradas foi a impossibilidade de utilizar a funcionalidade de inventário automático do ERP, que exige a contagem completa de todos os itens em estoque, incluindo componentes inativos. Caso a contagem não fosse realizada integralmente, o sistema zeraria automaticamente os itens não contados, inviabilizando a conferência parcial, que é o método adotado pela empresa.

Diante dessa restrição, manteve-se o processo de "Solicitação de Movimento de Estoque" que, no entanto, não realiza automaticamente a baixa dos itens. Como solução alternativa, foi desenvolvida uma planilha no Excel para contagem automatizada, permitindo a comparação com os dados do ERP e a inserção manual das quantidades para atualização do estoque. Essa necessidade de ajuste manual representou uma limitação no processo de automação desejado.

5.2 Sugestões para pesquisas futuras

Para aprimorar ainda mais a gestão de estoques e reduzir a necessidade de operações manuais, recomenda-se a ampliação da automação por meio da adoção de *tablets* para a contagem, permitindo maior mobilidade e agilidade nas conferências. A integração desses dispositivos móveis ao sistema ERP, por meio de aplicativos que possibilitem a inserção de dados em tempo real, representa um avanço relevante na modernização dos processos logísticos.

Sugere-se também a instalação de um computador no almoxarifado, posicionado estrategicamente na altura dos olhos, a fim de facilitar o registro direto das informações no sistema durante a movimentação e contagem dos itens.

Além disso, é importante avaliar alternativas de ERP que ofereçam maior flexibilidade, especialmente no que se refere à realização de contagens parciais, evitando o risco de zeramento automático dos saldos.

Por fim, a implementação de softwares que realizem cálculos automáticos dos níveis de estoque mínimo, ponto de reposição e estoque de segurança pode proporcionar maior controle, previsibilidade e eficiência na gestão dos suprimentos.

REFERÊNCIAS

- ABEPRO. **A Profissão da Engenharia de Produção**. Disponível em: <https://portal.abepro.org.br/profissao/>. Acesso em: 05 nov. 2024.
- ALMEIDA, Ricardo. **Riscos e Desafios na Automação dos Almojarifados**. Journal of Supply Chain Management, 2019.
- ANDRADE, Leonardo Felix de; OLIVEIRA, Itamar Pereira de. **Controle de estoque**. Revista Faculdade Montes Belos, v. 4, n. 2, nov. 2011.
- BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos: logística empresarial**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- BARCODE GENERATOR. **Gerador simples para todos os códigos de barras**. Disponível em: <https://www.barcode-generator.de/pt-BR/gerador-simples-para-todos-os-codigos-de-barras>. Acesso em: 11 abr. 2025.
- BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J.; COOPER, M. B. **Supply Chain Logistics Management**. 5. ed. McGraw-Hill Education, 2012.
- BOWERSOX, Donald J.; CLOSS, David J.; COOPER, B. Edward. **Gestão da Cadeia de Suprimentos**. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 2010.
- BOWERSOX, Donald J.; CLOSS, David J.; COOPER, M. Bixby. **Logística Empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimento**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2019.
- BRAIDO, Gabriel Machado; MARTENS, Cristina Dai Prá. **Gestão de estoques em uma pequena empresa varejista de autopeças: proposição de um controle computadorizado de estoques**. Revista Acadêmica São Marcos, Alvorada, ano 3, n. 1, p. 103-119, jan./jun. 2013. Disponível em: <http://www.saomarcos.com.br/ojs>. Acesso em: 25 set. 2024.
- CACHON, G.; TERWIESCH, C. **Matching Supply with Demand: An Introduction to Operations Management**. 4. ed. McGraw-Hill, 2012.
- CÂMARA, Vanessa de Araújo; ALMEIDA, Fernanda Santos de; CRISOSTOMO DE OLIVEIRA, Ana Paula; DO PRADO, Vaner Jose. **Proposta de automação de estoque com aplicação do DMAIC em uma empresa de cosméticos**. Revista Gestão Industrial, v. 11, n. 2, 2015. Disponível em: https://abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_291_1641_38187.pdf. Acesso em: 9 out. 2024.
- CHOPRA, Sunil; MEINDL, Peter. **Administração da Cadeia de Suprimentos: Estratégia, Planejamento e Operação**. 7. ed. São Paulo: Pearson, 2021.

COSTA, Maria. **A Importância da Automação no Almojarifado**. *Revista de Logística*, vol. 15, nº 2, 2021.

COYLE, J. J.; LANGLEY, C. J.; NOVACK, R. A.; GIBSON, B. J. **Supply Chain Management: A Logistics Perspective**. 10. ed. Boston: Cengage Learning, 2016.

CRESWELL, John W. **Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches**. 4th ed. Thousand Oaks: SAGE Publications, 2014.

DANDARO, Fernando; MARTELLO, Leandro Lopes. **Planejamento e controle de estoque nas organizações**. *Revista Gestão Industrial*, v. 11, n. 2, 2015. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/revistagi/article/view/2733>. Acesso em: 9 out. 2024.

DIAS, Marco Aurélio P. **Administração de Materiais: Princípios, Conceitos e Gestão**. 7ª edição. Rio de Janeiro: Atlas, 2023. E-book. pag.55. ISBN 9786559774784. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9786559774784/>. Acesso em: 27 nov. 2024.

GIANAKIS, G. A.; KOUTSOUMANIS, R. **Inventory Management: A Study of Decision Support Systems**. Springer, 2006.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

HEIZER, Jay; RENDER, Barry; MUNSON, Chuck. **Administração da Produção e Operações**. 12. ed. São Paulo: Pearson, 2020.

HENDRICKS, K.; SINGHAL, V. **The Effect of Supply Chain Damage on Shareholder Wealth**. *Journal of Operations Management*, 2003.

INVERTEXTO. **Ferramentas e aplicativos online**. Disponível em: <https://www.invertexto.com/codigo-barras-lote>. Acesso em: 11 abr. 2025.

JACOBS, F. R.; CHASE, R. B. **Administração da Produção e Operações**. 15. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2018.

JACOBS, Frances, R.; CHASE, Richard, B. **Operações e Gestão da Cadeia de Suprimentos**. 15. ed. McGraw-Hill Education, 2018.

KRAJEWSKI, Lee J.; RITZMAN, Larry P.; MALHOTRA, Mohan. **Administração de Operações: Processos e Cadeias de Suprimento**. 10. ed. São Paulo: Pearson, 2013.

KUMAR, Ashish; SAINI, Meenakshi. **RFID and Barcode Technology in Inventory Control: A Comparative Study**. *International Journal of Inventory Management*, v. 10, n. 2, p. 45–58, 2020.

KUMAR, S.; SONI, P. **Gestão de estoques: princípios e práticas**. [sl] CRC Press, 2020.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

LAUGENI, Fernando P.; Petrônio Garcia. **Administração da produção**. 3rd ed. Rio de Janeiro: Saraiva Uni, 2015. E-book. p.280. ISBN 9788502618367. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788502618367/>. Acesso em: 13 nov. 2024.

LOBO, Renato N.; SILVA, Damião Limeira da. **Planejamento e controle da produção**. 2. ed. Rio de Janeiro: Érica, 2021. E-book. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788536533780/>. Acesso em: 18 nov. 2024. ISBN 9788536533780.

MANDAE. **O que são etiquetas RFID e como elas otimizam sua logística**. Disponível em: <https://www.mandae.com.br/blog/etiquetas-rfid-como-funcionam-e-quais-sao-as-suas-vantagens/>. Acesso em: 05 nov. 2024.

MARKET BASE DE CONHECIMENTO, **Nível de serviço e estoque de segurança**. Disponível em: www.conhecimento.market.com.br/artigo/453. Acesso em: 26 abr. 2025.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. **O Desafio do Conhecimento: Pesquisa Qualitativa em Saúde**. 14. ed. São Paulo: Hucitec, 2017.

OLIVEIRA, Rafael Jeferson de. **Criptografia: Aplicabilidade dos Códigos de Barras**. Goiás: Universidade Estadual de Goiás, 2017.

PAOLESCHI, Bruno. **ALMOXARIFADO E GESTÃO DE ESTOQUES**. 3ª edição. Rio de Janeiro: Érica, 2019. E-book. pág.72. ISBN 9788536532400. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788536532400/>. Acesso em: 10 out. 2024.

UMOV.ME. **Curva ABC: o que é, para que serve e como calcular, 2020**. <https://www.umov.me/curva-abc-um-guia-completo-sobre/>. Acesso em: 26 out. 2024.

SAMPAIO, José. **Gestão de Almojarifados: Práticas e Tecnologias**. São Paulo: Editora Atlas, 2020.

SEBRAE, **Gestão de estoque – item indispensável para o sucesso dos negócios.**

Disponível em: <https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/gestao-de-estoque-item-indispensavel-para-o-sucesso-dos->

[negocios,ee27f253be2a6810VgnVCM1000001b00320aRCRD](https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/gestao-de-estoque-item-indispensavel-para-o-sucesso-dos-negocios,ee27f253be2a6810VgnVCM1000001b00320aRCRD), 2023. Acesso em: 26 abr. 2025

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção e operações.** 9. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2019.

SULTECH. **Tecnologia em Expansão.** Disponível em: <<https://sultech.com.br/>>. Acesso em: 12 set. 2024.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da Pesquisa-Ação.** 18. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

TOTVS, **Controle de estoque: o que é, para que serve, tipos e como fazer.** 2022.

Disponível em: <https://www.totvs.com/blog/gestao-industrial/controle-de-estoque/>

Acesso em: 26 abr. 2025.

TRIVIÑOS, Augusto Nivaldo Silva. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação.** São Paulo: Atlas, 1987.

TURELLA, Moacir; SAMPAIO, Felipe. **Controle de Estoque Através de Prateleira Automatizada Utilizando o Conceito da Internet das Coisas.** Farroupilha: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, jul. 2019.

Disponível em: <https://repositorio.ifrs.edu.br/bitstream/handle/123456789/1385/1234567891385.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 25 set. 2024.

APÊNDICE A

Escrita que está no mural com a Instrução de Trabalho para realização do registro de componentes no sistema ERP.

3 PASSO A PASSO PARA SOLICITAÇÃO

SUPRIMENTOS>Solicitação de Movimento>Solicitação de Movimento>ENTER

- **Centro de Custo:** 30.000 Industrial
- **Motivo:** “Troca do MAX485 queimado”
- **Observação:** “Porque...”
- **Tipo de Movimento:**
 - Entrada ou Saída
- **Tipo de Solicitação:**
 - Avulsa ou Vinculada OP
- **Se for Vinculada a OP:** Número Ordem Prod. > Procurar> ‘selecionar a adequada’.
- **Produto:** Clicar F7:
- **Produto (F7- Cod. De Barras): 7891000000830**
- **Conta Despesa:**
 - ❖ 1201 Caixa de Papelão
 - ❖ 1202 – Caixa e peças plásticas
 - ❖ 1203 – Caixa e peças metálicas
 - ❖ **1204 – Comp. Eletrônico**
 - ❖ 1205 – Conectores e acessórios
 - ❖ 1206 – Fios e Cabos
 - ❖ 1207 – PCI
 - ❖ 3063 – Estoque Final
 - ❖ 36 – Diversos
 - ❖ 52 – Material de produção
- **Se for Vinculada a OP:**
 - Mat. Equivalente: ‘Selecionar a adequada’.
 - **Quantidade:** ‘X’ > ENTER > **GRAVAR.**