



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Ouro Preto
Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas
Colegiado do curso de Engenharia de Produção



Análise da Gestão de Materiais sob a Perspectiva do Lean Manufacturing: Um Estudo de Caso na Indústria de Móveis Escolares

Anderson Santos Pereira

João Monlevade, MG
2026

Anderson Santos Pereira

**Análise da Gestão de Materiais sob a Perspectiva do Lean
Manufacturing: Um Estudo de Caso na Indústria de Móveis
Escolares**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia de Produção do Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas da Universidade Federal de Ouro Preto, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Maressa Nunes Ribeiro Tavares

João Monlevade, MG

2026

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

P436a Pereira, Anderson Santos.

Análise da gestão de materiais sob a perspectiva do Lean Manufacturing [manuscrito]: um estudo de caso na indústria de móveis escolares. / Anderson Santos Pereira. - 2026.

50 f.: il.: color., gráf., tab., mapa.

Orientadora: Profa. Dra. Maressa Nunes Ribeiro Tavares.

Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto. Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas. Graduação em Engenharia de Produção .

1. Administração de material. 2. Administração do tempo. 3. Indústria e comércio de móveis. 4. Mapeamento de fluxo. 5. Produção enxuta. I. Tavares, Maressa Nunes Ribeiro. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU 658.7:674.2/.8(81)

Bibliotecário(a) Responsável: Flavia Reis - CRB6/2431



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
REITORIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E APLICADAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - ICEA



FOLHA DE APROVAÇÃO

Anderson Santos Pereira

**Análise da gestão de materiais sob a perspectiva do Lean
Manufacturing: um estudo de caso na indústria de móveis
escolares**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção

Aprovada em 03 de julho de 2026

Membros da banca

Dra - Maressa Nunes Ribeiro Tavares - Orientadora (Universidade Federal de Ouro Preto)
Dr - June Marques Fernandes - (Universidade Federal de Ouro Preto)
Dr - Samuel Martins Drei - (Universidade Federal de Ouro Preto)

Maressa Nunes Ribeiro Tavares, orientadora do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 10/07/2026



Documento assinado eletronicamente por **Maressa Nunes Ribeiro Tavares, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 14/07/2026, às 22:21, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1137691** e o código CRC **35B95C8F**.

Referência: Caso responda este documento, indicar expressamente o Processo nº 23109.007527/2026-08

SEI nº 1137691

R. Diogo de Vasconcelos, 122, - Bairro Pilar Ouro Preto/MG, CEP 35402-163
Telefone: (31)3808-0817 - www.ufop.br

Aos meus pais, Luci e Valdeci.
Meus Irmãos, Valdeir e André Lucas.
E aos meus amigos.

Agradecimentos

A Deus, por me conceder a saúde e a força diária para buscar meus objetivos e alcançar esta tão sonhada conquista.

Aos meus pais, Luci e Valdeci, por todos os sacrifícios, pelos valiosos exemplos e pela educação que me formou.

Aos meus irmãos, Valdeir e André Lucas, expresso minha profunda gratidão. O incentivo e o exemplo de suas próprias vitórias foram a minha maior inspiração para ir cada vez mais longe.

Aos professores do curso de Engenharia de Produção da UFOP, campus ICEA, que contribuíram para a minha formação. Um agradecimento especial às professoras Doutoras Maressa Nunes Ribeiro Tavares e Mônica do Amaral, por inspirarem com a força da mulher e demonstrarem a importância da presença feminina na formação de profissionais de excelência para o mercado de trabalho.

À minha Banca Examinadora, Prof. June Marques Fernandes e Prof. Samuel Martins Drei, os quais foram essenciais para a minha formação.

E, por fim, à República Beco, pelo apoio e amizade nesses anos de graduação.

“O êxito da vida não se mede pelo caminho que você conquistou, mas sim pelas dificuldades que superou no caminho.”
Abraham Lincoln

Resumo

O presente estudo analisa a gestão de materiais de uma indústria moveleira em João Monlevade - MG, especializada em mobiliário escolar, sob a perspectiva do *Lean Manufacturing*. O modelo de negócio da empresa apresenta um dualismo de demanda, operando com grandes volumes para licitações e pedidos fracionados para o setor educacional privado, o que gerava ineficiências no ressuprimento e um elevado tempo de espera. O objetivo central da pesquisa foi mapear o fluxo atual, identificar desperdícios informacionais e propor melhorias para a redução do *Lead Time*. Caracteriza-se como um estudo de caso quali-quantitativo e aplicado. A ferramenta de Mapeamento do Fluxo de Valor (VSM) foi utilizada para diagnosticar o estado atual (As-Is), evidenciando o fenômeno de "estoque cego" e longas filas de aprovação, resultando em um prazo de entrega de 38 dias para o produto-foco da linha escolar. A partir desse diagnóstico, o estado futuro (To-Be) foi projetado com intervenções pautadas na gestão enxuta, incluindo a estruturação do sistema de gestão atual para atuar como um ERP, reorganização do arranjo físico baseada na Curva ABC e FIFO, parcerias logísticas estratégicas e a implementação de um sistema Kanban visual nas estruturas de armazenagem. Os resultados demonstraram que a transição de um sistema empurrado para um fluxo contínuo tracionado permitiu elevar a consistência das informações e viabilizou a redução da previsão de entrega final para 20 dias, comprovando a eficácia da gestão de cadeias de suprimentos enxutas no aumento da competitividade industrial.

Palavras-chave: *Lean Manufacturing*. Gestão de Materiais. Mapeamento do Fluxo de Valor. Indústria Moveleira. *Lead Time*.

Abstract

This study analyzes the materials management of a furniture industry in João Monlevade - MG, specialized in school furniture, from the perspective of Lean Manufacturing. The company's business model presents a demand dualism, operating with large volumes for public biddings and fractional orders for the private educational sector, which generated inefficiencies in replenishment and high waiting times. The main objective of the research was to map the current flow, identify informational wastes, and propose improvements to reduce the Lead Time. It is characterized as a quali-quantitative and applied case study. The Value Stream Mapping (VSM) tool was used to diagnose the current state (As-Is), evidencing the phenomenon of "blind inventory" and long approval queues, resulting in a 38-day delivery time for the main school product. Based on this diagnosis, the future state (To-Be) was projected with interventions based on lean management, including structuring the current management system to act as an ERP, layout reorganization based on the ABC Curve and FIFO, strategic logistical partnerships, and the implementation of a visual Kanban system in the storage structures. The results demonstrated that the transition from a push system to a continuous pull flow allowed increasing information reliability and mathematically reduced the final delivery forecast to 20 days, proving the effectiveness of Lean Supply Chain management in increasing industrial competitiveness.

Keywords: Lean Manufacturing. Materials Management. Value Stream Mapping. Furniture Industry. Lead Time.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Exemplo estrutural de um Mapeamento do Fluxo de Valor (VSM)	8
Figura 2 – Ciclo <i>Kaizen</i> dos 5S	9
Figura 3 – Quadro Kanban e suas zonas de controle visual	11
Figura 4 – Representação Gráfica da Classificação ABC	13
Figura 5 – Cadência da Estrutura Metodológica e Integração de Ferramentas	16
Figura 6 – VSM As-Is e respectiva legenda	24
Figura 7 – Distribuição percentual das vendas por segmento (2023–2026)	26
Figura 8 – Curva ABC da Demanda Escolar por Família de Produtos	28
Figura 9 – Produtos escolares por nichos de venda 2023-2026 (Qtd.)	29
Figura 10 – Média do tempo de entrega do Conjunto Escolar Individual por nicho de venda (2023–2026)	30
Figura 11 – Média do tempo de entrega anual para o Conjunto Escolar Individual (2023– 2026)	31
Figura 12 – VSM To-Be	36
Figura 13 – Disposição do Arranjo Físico no Estado Atual (<i>As-Is</i>)	39
Figura 14 – Proposta de Reorganização do Arranjo Físico e Fluxo Logístico (<i>To-Be</i>)	39
Figura 15 – Placa de Identificação Visual e Controle <i>Kanban</i> (Estoque A)	43

Lista de tabelas

Tabela 1 – Vendas por Grupo de Produtos (2023 – 2026)	27
Tabela 2 – Índice de Consistência e Confiabilidade (%C&C) por Etapa do Processo . .	33
Tabela 3 – Síntese das Melhorias nos Indicadores de Tempo e Logística	35
Tabela 4 – Evolução do Índice de Consistência e Confiabilidade (C&C)	35

Lista de abreviaturas e siglas

%C&C Consistência e Confiabilidade

ABS Acrilonitrila Butadieno Estireno

BOM Bill of Materials

ERP Enterprise Resource Planning

FIFO First In, First Out

FOB Free on Board

JIT *Just-in-Time*

MDF Medium-density Fiberboard

NVA Non-Value Added

O.S Ordem de serviço

PP Polipropileno

PPCP Planejamento, Programação e Controle da Produção

SPT Shortest Processing Time

STP Sistema Toyota de Produção

UFOP Universidade Federal de Ouro Preto

VA Value Added

VSM Value Stream Mapping

Sumário

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Objetivo geral	2
1.1.1	Objetivos específicos	2
1.2	Contribuições	3
1.3	Organização do Trabalho	3
2	REVISÃO DA LITERATURA	5
2.1	Do STP ao Lean Manufacturing: Características principais	5
2.2	Ferramentas do Lean Manufacturing	7
2.2.1	Just in Time	7
2.2.2	Mapeamento de Fluxo	7
2.2.3	Cinco Sentidos	9
2.2.4	Poka-Yoke	10
2.2.5	Sistema Kanban	10
2.3	Arranjo Físico e Armazenagem	11
2.3.1	A Curva ABC na Gestão de Materiais	12
2.3.2	Sistema <i>FIFO</i> (<i>First In, First Out</i>)	14
3	METODOLOGIA	15
3.1	Classificação e Estratégia de Pesquisa	15
3.2	Protocolo de Pesquisa	16
3.2.1	Protocolo de Pesquisa e Estrutura Metodológica	16
3.3	Instrumentos de Coleta de Dados	17
3.4	Análise e Tratamento dos Dados	19
4	RESULTADOS	20
4.1	Diagnóstico do Estado Atual (As-Is)	20
4.1.1	Fluxo de Informações: Das Licitações às Requisições de Compras	22
4.1.2	Cadeia de Suprimentos: Identificação de Insumos e Fornecedores	23
4.1.3	Fragilidades no Controle de Inventário e Identificação de Desperdícios	23
4.1.4	Mapeamento do Fluxo de Valor (VSM) e Identificação de Desperdícios	24
4.2	Análise e Mensuração de Dados	26
4.2.1	O Dualismo da Demanda: Licitações versus Clientes Físicos	28
4.2.2	Quantificação dos Lead Times Internos e Externos	29
4.2.3	Avaliação de Inventário e Custos de Imobilização	32
4.2.4	Análise de Consistência e Confiabilidade (C&C) do Fluxo de Informações	33

4.3	Propostas de Melhoria e Estado Futuro (To-Be)	34
4.3.1	Mapeamento do Fluxo de Valor Futuro	34
4.3.2	Reorganização do Arranjo Físico e Armazenagem	38
4.3.3	Modelo de Agendamento de Compras e Seleção Estratégica de Fornecedores	40
4.3.4	Gestão Visual e Aplicação de Kanban de Materiais	42
4.3.5	Plano de Implantação e Viabilidade Operacional	44
5	CONCLUSÃO	47
	REFERÊNCIAS	49

1 Introdução

A acelerada globalização e a dinâmica do mercado contemporâneo tornam a competição entre as empresas cada vez mais acirrada, transformando a otimização da cadeia de suprimentos e da gestão logística em fatores críticos para a sobrevivência organizacional (Anaba; Kess-Momoh; Ayodeji, 2024). Nesse cenário, a eficiência e a responsividade não são apenas diferenciais, mas requisitos fundamentais para que as organizações alcancem uma vantagem competitiva sustentável (Khawka *et al.*, 2024). Segundo Gomaa (2024), a gestão da cadeia de suprimentos (SCM) envolve a coordenação sistemática de todas as atividades, desde a aquisição da matéria-prima até a entrega ao cliente final, garantindo que o produto certo chegue na quantidade correta e ao menor custo possível.

A adaptação dos processos de gestão de materiais visando a redução de desperdícios tornou-se indispensável, especialmente em setores que exigem alta variedade de produtos e flexibilidade (Krajewski; Malhotra, 2022). A implementação de práticas de *Lean Supply Chain Management* foca na eliminação de atividades que não agregam valor ao fluxo, permitindo a maximização do valor sob a perspectiva do cliente (Ionel, 2024). Ao tratar a gestão de materiais como um fluxo integrado, as empresas conseguem minimizar defeitos, reduzir o *lead time* e elevar significativamente a satisfação do consumidor (Gomaa, 2024).

Embora as filosofias de gestão tradicionais priorizassem a produção em massa e o acúmulo de estoques, as práticas modernas demonstram que a eficácia reside no equilíbrio entre oferta e demanda real (Monczka *et al.*, 2021). O gerenciamento estratégico de materiais envolve decisões precisas sobre o que, quanto e quando suprir, agindo diretamente sobre o processo de abastecimento para evitar custos operacionais excessivos (Dias, 2010). Para Krajewski e Malhotra (2022), a gestão de processos e cadeias de suprimentos é essencial para que as organizações, especialmente pequenas e médias empresas (SMEs), possam superar barreiras operacionais e melhorar sua eficiência global (Govender; Mavutha; Mabotja, 2025).

A aplicação de conceitos de fluxo e a redução de inventários são considerados universais, adaptando-se com sucesso a qualquer operação que manipule materiais físicos (Slack; Chambers; Johnston, 2002). Fabricantes de móveis escolares enfrentam o desafio logístico de gerir matérias-primas volumosas e de alto valor agregado, como chapas de Medium-density Fiberboard (MDF), componentes plásticos e tubos metálicos, onde qualquer falha na gestão de suprimentos corrói as margens de lucro (Tubino, 2009). Para essas organizações, a sincronização entre a requisição de materiais e as necessidades reais da linha de montagem é o que garante a sustentabilidade do negócio frente à instabilidade do mercado (Tubino, 2009).

No que tange ao seu modelo operacional, a empresa objeto deste estudo atua predominantemente via licitações públicas, operando sob a estratégia de produção sob encomenda (*Make-to-Order*). Essa característica impõe um ritmo singular à fábrica: a aquisição de materiais e a fabricação iniciam-se apenas após a confirmação da vitória nos certames, o que gera uma alternância entre picos de demanda urgente e períodos de ociosidade. Tal cenário exige um **Planejamento, Programação e Controle da Produção (PPCP)** extremamente flexível e ágil para cumprir prazos contratuais sem arcar com os custos elevados de manter grandes volumes de matérias-primas paradas (Cardoso *et al.*, 2016).

Frente a essa necessidade de flexibilidade operacional imposta pelo dualismo da demanda — dividida entre os grandes volumes do sistema de licitações e os pedidos fracionados de clientes escolares —, emerge a questão central desta pesquisa: como adaptar o *Lean Manufacturing* para reduzir o tempo de ressuprimento, superando gargalos de fornecedores externos e falhas de informação interna? Norteados por este problema, levanta-se a hipótese de que a transição para um sistema logístico puxado reduzirá o *lead time*, desde que combinada à eliminação do "estoque cego" e à reestruturação estratégica com fornecedores críticos. Para validar essa premissa, define-se a seguir o objetivo geral da pesquisa e seus respectivos desdobramentos específicos.

1.1 Objetivo geral

Este trabalho tem como objetivo analisar e propor melhorias à gestão de materiais de uma indústria Moveleira localizada em João Monlevade - MG, tendo como base o *Lean Manufacturing*.

1.1.1 Objetivos específicos

- Mapear o fluxo de valor atual (VSM) para compreender a dinâmica do estado inicial (*As-Is*) da gestão de materiais e informações;
- Identificar e categorizar os desperdícios logísticos e burocráticos presentes no processo de ressuprimento, fundamentando-se nos oito desperdícios do *Lean Manufacturing*;
- Analisar o *mix* de produtos, o comportamento da demanda e quantificar os *lead times* internos e externos;
- Propor melhorias para o sistema de ressuprimento baseadas nas ferramentas do *Lean Manufacturing*;
- Estimar o impacto estratégico e operacional gerado pelas melhorias propostas, mensurando o incremento percentual na capacidade de execução e atendimento de pedidos mensais.

1.2 Contribuições

A contribuição deste trabalho desdobra-se em duas vertentes principais: uma acadêmica e outra prática-social. Do ponto de vista acadêmico, esta pesquisa contribui para a literatura ao aplicar os princípios do *Lean Manufacturing* voltados à gestão de materiais e ao **PPCP** em um ambiente industrial específico: uma indústria moveleira de médio porte, cujo modelo de negócio é focado em licitações e produção sob encomenda (*Make-to-Order*). O trabalho detalha os desafios e as adaptações necessárias para implementar ferramentas do *Lean*, como o **Value Stream Mapping (VSM)** e o *Just-in-Time*, em um cenário de demanda reativa. A originalidade reside na análise da cadeia de suprimentos enxuta para garantir vantagem competitiva em organizações que operam com alta instabilidade de pedidos, servindo como um guia metodológico e analítico para futuros estudos em empresas com características semelhantes.

Do ponto de vista prático e social, o estudo apresenta uma relevância direta para a comunidade local de João Monlevade - MG. A pesquisa foi desenvolvida no âmbito do campus da **Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP)** situado na própria cidade e aplicada em uma indústria local. Esta sinergia entre universidade e indústria demonstra de forma concreta o potencial dos discentes em atuar como agentes de mudança. O trabalho serve como um exemplo tangível para os empreendedores da região de como o conhecimento acadêmico pode ser revertido em diagnósticos precisos e melhorias operacionais, fomentando a eficiência na requisição de insumos, a eliminação de desperdícios de materiais, a redução de custos e o fortalecimento do arranjo produtivo local.

1.3 Organização do Trabalho

A presente pesquisa está estruturada em cinco capítulos, organizados de forma a conduzir o leitor desde a fundamentação teórica até as proposições práticas fundamentadas na filosofia enxuta.

Capítulo 1 — **Introdução**: Apresenta o tema da pesquisa, o contexto da indústria moveleira e seu modelo de negócio baseado em licitações públicas. Este capítulo define o problema de pesquisa focado nos desperdícios na gestão de materiais e estabelece os objetivos geral e específicos. Por fim, apresenta a justificativa do estudo e detalha as contribuições acadêmicas e sociais da aplicação do *Lean Manufacturing* no arranjo produtivo local.

Capítulo 2 — **Revisão da Literatura**: Reúne o referencial bibliográfico que sustenta a análise, focando em obras atuais sobre *Lean Supply Chain Management* e otimização logística. O capítulo aborda os conceitos centrais do Sistema Toyota de Produção, a identificação dos oito desperdícios e a aplicação do **VSM**. Explora também técnicas modernas de Administração de Materiais e **PPCP** voltadas para a redução de estoques e eficiência no ressuprimento.

Capítulo 3 — **Metodologia**: Descreve o delineamento da pesquisa, classificando-a como um estudo de caso de natureza quali-quantitativa e aplicada. Detalha o protocolo de condução do estudo, incluindo as técnicas de coleta de dados como a pesquisa documental em históricos de vendas, a observação direta no *Gemba*, as entrevistas com os encarregados e a cronoanálise para a mensuração de tempos de ciclo e *lead times*.

Capítulo 4 — **Resultados e Discussões**: Constitui o núcleo prático do trabalho. A seção inicial apresenta o diagnóstico do estado atual (*As-Is*) através do **VSM**, evidenciando o fluxo de informações das licitações e o fluxo físico dos insumos (**MDF** e Componentes plásticos). Analisa-se o *mix* de produtos, a variabilidade da demanda e a performance dos fornecedores. A seção seguinte detalha as melhorias propostas (*To-Be*) baseadas no *Lean Manufacturing*, focando na otimização das requisições de materiais, seleção estratégica de fornecedores e reorganização do *layout* de armazenamento para eliminação de desperdícios.

Capítulo 5 — **Conclusão**: Sintetiza os resultados alcançados, verificando o atendimento aos objetivos propostos e validando a hipótese de que a gestão enxuta de materiais amplia a competitividade da indústria. Discute as limitações do estudo, as implicações práticas para a empresa e sugere recomendações para trabalhos futuros, como a implementação de sistemas *Kanban* e a medição de indicadores de desempenho a longo prazo.

2 Revisão da Literatura

2.1 Do STP ao Lean Manufacturing: Características principais

O **Sistema Toyota de Produção (STP)**, cujos conceitos fundamentam o *Lean Manufacturing*, remonta ao período pós-Segunda Guerra Mundial no Japão. Em um cenário de escassez de recursos e mercado restrito, a Toyota não podia adotar o modelo de produção em massa, que dependia de grandes lotes e estoques elevados. [Ohno \(1997\)](#), o principal idealizador do sistema, inverteu a lógica convencional ao estabelecer que a produção não deveria ser empurrada pela capacidade das máquinas, mas sim puxada pela demanda, no qual as partes corretas alcançam a linha de montagem no momento necessário e somente na quantidade necessária.

A evolução dessas práticas consolidou o *Lean* como uma filosofia de gestão abrangente, que transcende o ambiente interno da fábrica para integrar toda a gestão da cadeia de suprimentos. Atualmente, o *Lean Supply Chain Management* é definido como uma estratégia essencial para sincronizar a oferta com a demanda real, visando atender às necessidades dos clientes instantaneamente, com qualidade e sem desperdícios. Segundo [Khawka et al. \(2024\)](#), a aplicação desses princípios é fundamental para a obtenção de vantagem competitiva, permitindo que as organizações melhorem seu desempenho produtivo através da eliminação de processos que não agregam valor.

O foco central dos sistemas enxutos é justamente a identificação e a eliminação sistemática desses desperdícios, denominados como *muda* na terminologia japonesa. Segundo [Gomaa \(2024\)](#), a eficácia operacional é alcançada através da melhoria contínua dos processos, focando na eliminação de tudo aquilo que consome recursos sem agregar valor sob a perspectiva do cliente final. Nesse contexto, a filosofia *Lean* busca maximizar o fluxo de valor ao reduzir defeitos, tempos de espera e inventários desnecessários, dentre outros.

A literatura clássica do *Lean Manufacturing* categorizava inicialmente as ineficiências operacionais em sete perdas fundamentais ([Ohno, 1997](#); [Dias, 2010](#)). Contudo, com a modernização das práticas de gestão, a literatura atualizou esse conceito para abranger **oito desperdícios**, reconhecendo o impacto crítico do fator humano na melhoria contínua ([Krajewski; Malhotra, 2022](#)). Estas perdas, que foram mapeadas e observadas diretamente na realidade logística e no processo de ressuprimento da empresa de estudo, são:

- **Superprodução:** É considerado como o pior dos desperdícios, pois gera estoques que ocultam problemas de qualidade e desbalanceamentos de linha. Em ambientes modernos, a superprodução é combatida através da sincronização rigorosa entre suprimento e demanda.

- **Espera:** Refere-se aos tempos de inatividade de operadores ou máquinas que aguardam por materiais, informações ou pela conclusão de processos anteriores.
- **Transporte:** Movimentação desnecessária de materiais e insumos que não altera o estado do produto, gerando custos logísticos sem agregação de valor.
- **Processamento Excessivo:** Realização de etapas produtivas além do que é estritamente exigido pelas especificações do cliente ou o uso de ferramentas inadequadas para a tarefa.
- **Estoque:** Refere-se ao acúmulo de matérias-primas, componentes em processo ou produtos acabados além da necessidade real da operação. Quando mal administrados, os estoques imobilizam capital, elevam os custos de armazenagem e comprometem a saúde financeira da organização.
- **Movimentação:** Deslocamentos físicos desnecessários dos colaboradores durante a execução de suas atividades nos postos de trabalho.
- **Defeitos:** Produção de itens fora dos padrões de qualidade, o que resulta em desperdício de materiais, energia e tempo através de retrabalhos ou descartes.
- **Potencial Humano (Subutilização de Talentos):** Desperdício de habilidades, ideias e engajamento dos colaboradores. Ocorre quando a organização não envolve ativamente a sua força de trabalho na resolução de problemas, perdendo oportunidades cruciais de inovação e melhoria contínua no chão de fábrica ([Krajewski; Malhotra, 2022](#)).

Para [Krajewski e Malhotra \(2022\)](#), a gestão enxuta exige que a organização monitore constantemente esses desperdícios ao longo de toda a cadeia de suprimentos, garantindo que o fluxo de materiais seja responsivo e eficiente. A redução dessas perdas é apontada como um dos principais caminhos para a obtenção de vantagem competitiva sustentável no cenário industrial atual.

2.2 Ferramentas do Lean Manufacturing

A transição de um modelo de gestão tradicional para o *Lean Manufacturing* exige mais do que uma mudança de mentalidade organizacional; requer a implementação de um conjunto de ferramentas operacionais que sustentem a estabilidade e o fluxo contínuo dos processos. Conforme destaca [Gomaa \(2024\)](#), a eficácia operacional na cadeia de suprimentos é potencializada pela integração de metodologias que visam a melhoria contínua e a eliminação sistemática de desperdícios em todas as etapas produtivas. Para operacionalizar essa filosofia e garantir a flexibilidade necessária em ambientes de demanda instável, utilizam-se ferramentas fundamentais como o [VSM](#), o programa 5S, mecanismos *Poka-Yoke*, o sistema *Kanban* e o arranjo físico celular ([Ionel, 2024](#)). Essas técnicas permitem que a organização identifique ineficiências e alinhe seus esforços para otimizar o fluxo de materiais e informações, garantindo que o valor seja maximizado sob a perspectiva do cliente final ([Krajewski; Malhotra, 2022](#)).

2.2.1 Just in Time

O sistema *Just-in-Time (JIT)* é um dos pilares centrais do *Lean Manufacturing*, concebido originariamente no Sistema Toyota de Produção para erradicar o desperdício de superprodução. Em sua essência, o [JIT](#) representa uma ruptura com os modelos tradicionais de manufatura baseados em estoques empurrados, operando sob a mecânica de um sistema puxado (*pull system*). Nessa abordagem, o consumo real no final da cadeia produtiva atua como o gatilho exclusivo que autoriza o ressuprimento e a movimentação de materiais nas etapas anteriores, garantindo que os insumos sejam entregues estritamente na quantidade exata, com a qualidade assegurada e no momento em que são necessários ([Ohno, 1997](#)).

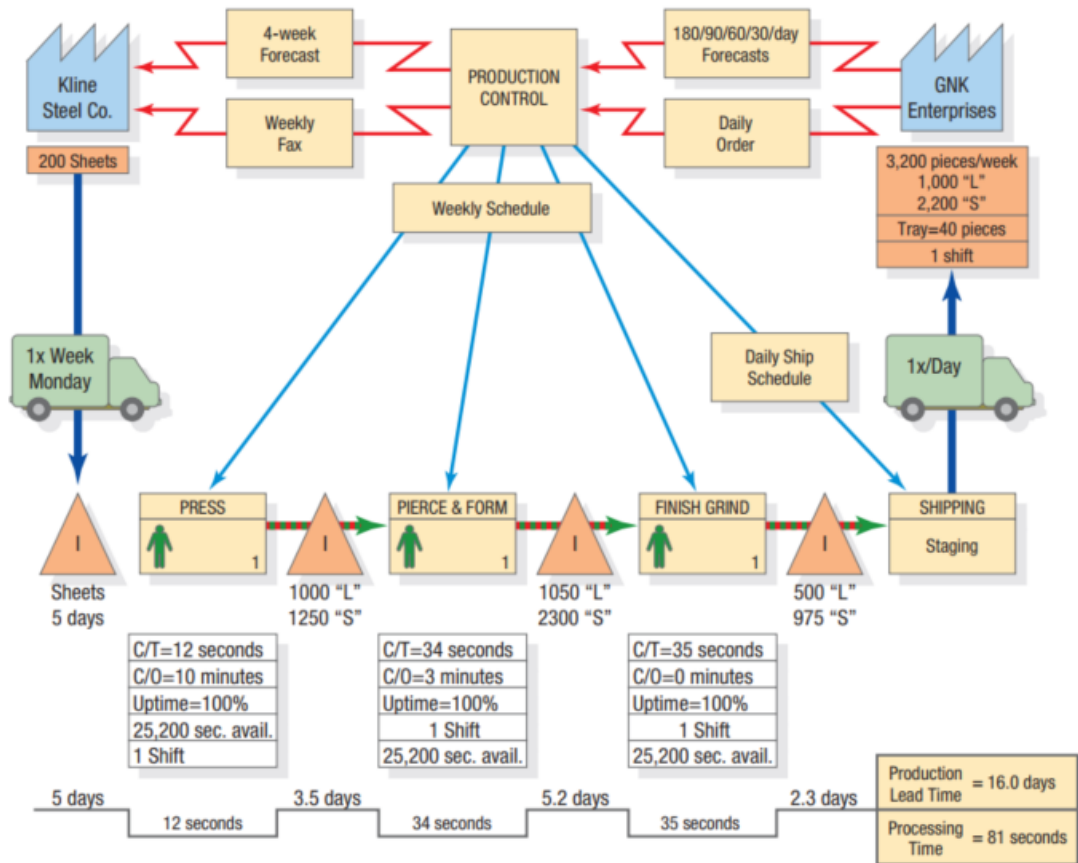
No contexto da gestão de materiais, a implementação do [JIT](#) transforma o estoque físico — tradicionalmente visto como uma proteção contra as incertezas operacionais — em um alvo de redução contínua. Ao enxugar o inventário e utilizar ferramentas de controle visual, como o *Kanban*, para coordenar as requisições, o sistema força a exposição de problemas crônicos antes ocultos pela abundância de peças, como burocracias de aprovação e atrasos de fornecedores. Consequentemente, a filosofia exige uma sincronização rigorosa do setor de suprimentos, eliminando o capital imobilizado e garantindo um fluxo de valor responsivo às reais oscilações da demanda ([Slack; Chambers; Johnston, 2002](#)).

2.2.2 Mapeamento de Fluxo

Para eliminar desperdícios, é necessário primeiro enxergar o fluxo do processo como um todo. O [VSM](#) é uma ferramenta qualitativa essencial nos sistemas enxutos. Segundo [Krajewski e Malhotra \(2022\)](#), o [VSM](#) permite criar uma representação visual de todas as etapas que compõem o processo, desde o recebimento da matéria-prima até a entrega ao cliente, distinguindo claramente as atividades que agregam valor daquelas que não agregam.

A Figura 1 exemplifica a estrutura clássica de um Mapeamento do Fluxo de Valor, evidenciando a interligação entre o fluxo de informações e o fluxo de materiais.

Figura 1 – Exemplo estrutural de um Mapeamento do Fluxo de Valor (VSM)



Fonte: Krajewski e Malhotra (2022).

Conforme ilustrado, a construção do mapa divide-se tipicamente em áreas distintas: o fluxo de informações na parte superior (ditando o ritmo de controle), as etapas físicas de manufatura no centro (separadas por triângulos que representam o inventário acumulado) e a linha do tempo na base.

De acordo com Krajewski e Malhotra (2022), esta linha inferior é crucial para identificar os tempos de ciclo (*cycle time*) versus os tempos de espera, permitindo o cálculo do *lead time* total. No exemplo da figura, fica evidente a desproporção gerada pelo sistema empurrado, onde o *lead time* de produção consome 16 dias, enquanto o tempo de processamento que efetivamente agrega valor soma apenas 81 segundos. É justamente para combater essa distorção que a ferramenta é utilizada: ao mapear o estado atual (*As-Is*) e projetar o estado futuro (*To-Be*), a empresa pode focar seus esforços de melhoria (*Kaizen*) nos pontos onde o fluxo é interrompido, eliminando estoques intermediários e sincronizando a produção com o ritmo da demanda (*Takt Time*).

2.2.3 Cinco Sentos

A base para a estabilidade dos processos sob a perspectiva do *Lean Manufacturing* é a organização e padronização do ambiente de trabalho. O programa 5S, originário do Japão, não se limita à limpeza, mas visa uma mudança comportamental profunda, atuando como um pré-requisito fundamental para a identificação visual e a eliminação de desperdícios. Conforme descreve [Tubino \(2009\)](#), a metodologia se divide em cinco sentos:

- **1. Seiri (Utilização):** Separar o necessário do desnecessário, eliminando o que não é usado.
- **2. Seiton (Ordenação):** "Um lugar para cada coisa e cada coisa em seu lugar", facilitando o fluxo visual e reduzindo o tempo de busca.
- **3. Seiso (Limpeza):** Manter o ambiente limpo para inspecionar equipamentos e detectar falhas precocemente (vazamentos, parafusos soltos).
- **4. Seiketsu (Padronização/Saúde):** Criar normas para manter os três primeiros "S" e garantir a segurança.
- **5. Shitsuke (Autodisciplina):** Transformar os procedimentos em hábito.

A Figura 2 ilustra a interdependência desses princípios na forma de um ciclo de melhoria contínua (*Kaizen*). Conforme o modelo apresentado por [Krajewski e Malhotra \(2022\)](#), a autodisciplina (*Shitsuke*) posiciona-se estrategicamente no centro do diagrama, atuando como a força motriz e o núcleo que sustenta a aplicação dos demais sentos ao longo do tempo.

Figura 2 – Ciclo *Kaizen* dos 5S



Fonte: [Krajewski e Malhotra \(2022\)](#).

A implementação do **JIT**, conforme discutido anteriormente, pressupõe um ambiente onde o fluxo de materiais seja visual, rítmico e livre de interrupções. É exatamente neste ponto que o programa 5S atua como o alicerce metodológico necessário. **Sumi (2017)** reforça que, sem a disciplina estabelecida pelos cinco sentidos, as ferramentas mais avançadas do **JIT** falham, pois a desorganização física e informacional esconde os problemas de suprimento que o sistema puxado tenta expor. **Corrêa, Giansesi e Caon (2010)** corroboram essa conexão ao elencar a "visibilidade" como uma das técnicas inerentes ao **JIT**, destacando que anomalias, faltas de estoque e padrões devem estar imediatamente claros para todos os funcionários, uma condição inalcançável em um ambiente logístico desorganizado.

2.2.4 Poka-Yoke

A qualidade na fonte é um pilar do **JIT**, diretamente ligada ao conceito de Automação (Jidoka). **Ohno (1997)** define a automação como dar à máquina a inteligência para parar automaticamente quando uma anormalidade ocorre, impedindo a produção de peças defeituosas.

Para viabilizar isso, utilizam-se dispositivos Poka-Yoke (à prova de erros). **Shingo (1996)** e **Krajewski e Malhotra (2022)** descrevem o Poka-Yoke como mecanismos simples que previnem erros humanos ou detectam o erro imediatamente. **Corrêa, Giansesi e Caon (2010)** alertam que, na filosofia *Lean Manufacturing*, a confiabilidade é um pré-requisito essencial. Se os processos e o fluxo de suprimentos não forem confiáveis e à prova de falhas, a organização torna-se dependente de altos estoques de segurança. Contudo, manter grandes volumes de materiais não apenas imobiliza capital, mas também eleva os riscos de obsolescência e deterioração dos insumos (**Anaba; Kess-Momoh; Ayodeji, 2024; Gomaa, 2024**).

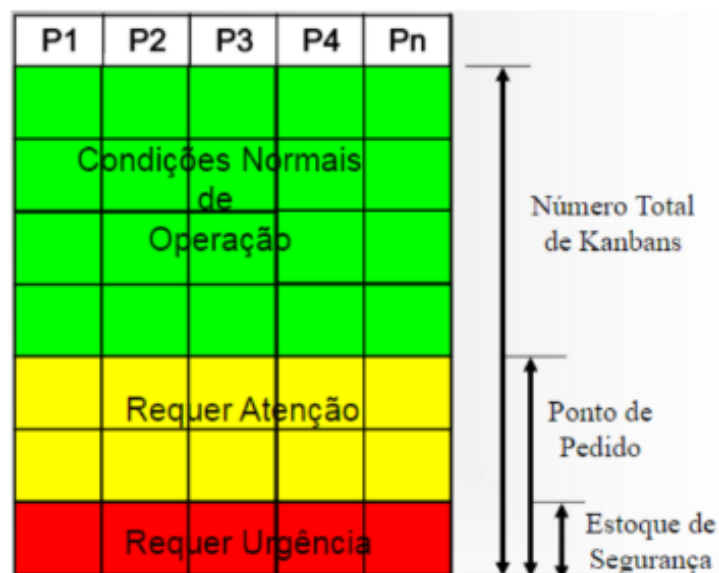
2.2.5 Sistema Kanban

O Kanban é a ferramenta operacional que faz o sistema "puxado" funcionar. **Ohno (1997)** concebeu a ideia inspirado nos supermercados americanos, onde o cliente (processo seguinte) retira o que precisa e o repositor (processo anterior) repõe apenas o que foi consumido. O Kanban carrega a informação de produção e retirada, conectando e sincronizando todos os processos.

Segundo **Corrêa, Giansesi e Caon (2010)**, o Kanban é um sistema de informação manual e visual que "controla a transferência de materiais de um estágio para outro na produção". Os autores detalham que o sistema geralmente utiliza dois tipos de cartões: o Kanban de produção, que autoriza a fabricação de um item, e o Kanban de transporte (ou movimentação), que autoriza o deslocamento de materiais entre postos de trabalho. **Vicente (2022)** destaca que essa ferramenta elimina a necessidade de ordens de produção complexas para cada etapa, descentralizando o controle. **Ohno (1997)** estabelece a regra de ouro: nenhum item deve ser movido ou produzido sem um Kanban, garantindo que a produção jamais ultrapasse a demanda imediata.

Para complementar a dinâmica de movimentação, [Tubino \(2009\)](#) ilustra a aplicação do Kanban através de painéis de gestão visual (frequentemente estruturados em formato de semáforo), que facilitam o monitoramento contínuo do inventário. Nesse modelo, o dimensionamento total de Kanbans é subdividido em três zonas de cores: a zona verde, que indica "condições normais de operação"; a zona amarela, que sinaliza que o item "requer atenção", demarcando fisicamente o atingimento do Ponto de Pedido; e a zona vermelha, que alerta para uma situação de "urgência", indicando que o processo já começou a consumir o Estoque de Segurança. Essa configuração permite que qualquer colaborador compreenda instantaneamente o *status* do ressurgimento com um simples olhar, agilizando a tomada de decisão sem a necessidade de relatórios complexos.

Figura 3 – Quadro Kanban e suas zonas de controle visual



Fonte: [Tubino \(2009\)](#).

2.3 Arranjo Físico e Armazenagem

A disposição física das instalações (*Layout*) desempenha um papel fundamental na eficiência do fluxo logístico interno e na integração da cadeia de suprimentos. Sob a ótica do *Lean Manufacturing*, o arranjo físico deixa de focar apenas no agrupamento de máquinas e passa a priorizar a fluidez na recepção, estocagem e abastecimento de insumos, visando a eliminação de atividades que não agregam valor ([Dias, 2010](#); [Ionel, 2024](#)).

Sistemas de armazenagem mal planejados resultam em desperdícios de transporte e movimentação excessiva, impactando negativamente a rentabilidade. Para viabilizar uma cadeia de suprimentos enxuta e responsiva, [Krajewski e Malhotra \(2022\)](#) e [Anaba, Kess-Momoh e Ayodeji \(2024\)](#) sugerem layouts que facilitem o fluxo contínuo, como a estocagem no ponto de uso (*point-of-use storage*) e o uso de "supermercados" de componentes. Essas estratégias minimizam a necessidade de grandes almoxarifados e reduzem o capital imobilizado, evitando riscos de deterioração de materiais ([Gomaa, 2024](#)).

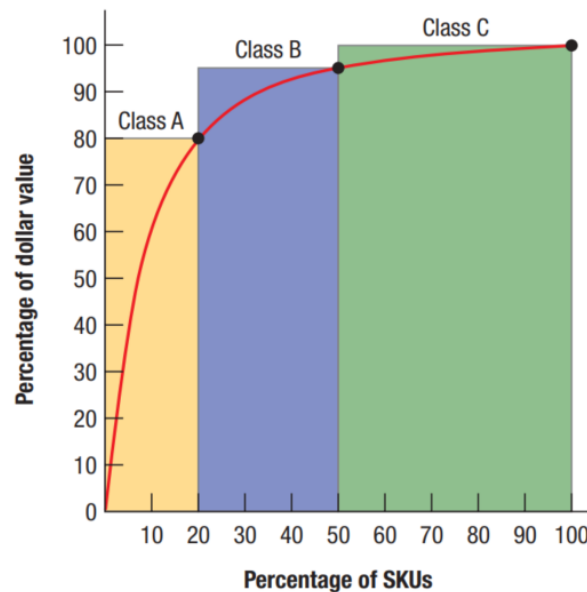
De acordo com [Khawka et al. \(2024\)](#), um arranjo físico otimizado é um pilar para a obtenção de vantagem competitiva, pois reduz o *lead time* interno e permite uma gestão visual eficiente. Ao posicionar materiais de alto giro próximo às estações de consumo e organizar itens volumosos para facilitar o ressuprimento, a organização sincroniza sua logística interna com a demanda real, impedindo o acúmulo de estoques obsoletos e garantindo a sustentabilidade operacional ([Zijm et al., 2019](#)).

2.3.1 A Curva ABC na Gestão de Materiais

A Curva ABC, também conhecida como Análise de Pareto ou Regra 80/20, é uma das ferramentas gerenciais mais consagradas para o controle de estoques e priorização de esforços logísticos. Segundo [Dias \(2010\)](#), este método consiste em classificar os itens de um inventário com base na sua importância relativa — seja por valor financeiro, volume de movimentação ou impacto estratégico —, permitindo que a administração abandone abordagens generalistas e foque sua atenção naquilo que realmente afeta a operação da organização.

O princípio fundamenta-se na divisão do estoque em três categorias distintas ([Krajewski; Malhotra, 2022](#)):

Figura 4 – Representação Gráfica da Classificação ABC



Fonte: [Krajewski e Malhotra \(2022\)](#).

- **Classe A:** Representa o grupo de itens de maior criticidade e giro. Quantitativamente, costumam corresponder a uma pequena parcela do total de referências em estoque (cerca de 20%), mas representam a esmagadora maioria do volume de movimentação ou valor financeiro (aproximadamente 80%). Por serem o "motor" da produção, exigem controles rigorosos, contagens frequentes e um relacionamento estratégico com os fornecedores visando a redução de *Lead Times*.
- **Classe B:** Compreende itens de importância intermediária. Correspondem a cerca de 30% dos itens e 15% do impacto total. O controle é mais brando do que o aplicado à Classe A, operando muitas vezes com regras de ressuprimento padrão e estoques de segurança convencionais.
- **Classe C:** Representa a grande maioria dos itens estocados (cerca de 50%), mas que possuem baixíssimo impacto financeiro ou produtivo (apenas 5%). O modelo de gestão para essa classe é simplificado, admitindo maiores volumes de compra espaçados para evitar a burocracia de ressuprimentos constantes e não onerar a equipe de compras.

A integração da Curva ABC com o *Lean Manufacturing* ocorre de maneira tática. Conforme [Tubino \(2009\)](#), ao isolar os itens de Classe A, a organização pode direcionar a implementação de sistemas *pull* (puxados) e ferramentas visuais como o *Kanban* exclusivamente para as matérias-primas críticas, garantindo a cadência do fluxo sem onerar o controle dos itens de menor relevância. Além disso, a classificação ABC é determinante para a reorganização do arranjo físico logístico. Itens de maior giro diário (Classe A) devem ser posicionados nas áreas de maior acessibilidade e ergonomia, próximos ao ponto de uso, minimizando drasticamente o desperdício de transporte e a movimentação excessiva dos operadores mapeados pelo Sistema Toyota de Produção ([Dias, 2010](#)).

2.3.2 Sistema *FIFO* (*First In, First Out*)

O controle físico da movimentação de estoques exige métodos padronizados para garantir a integridade dos materiais. O método [First In, First Out \(FIFO\)](#), amplamente conhecido no Brasil pela sigla PEPS (Primeiro a Entrar, Primeiro a Sair), estabelece uma regra de roteamento e consumo de inventário onde os lotes mais antigos armazenados devem ser os primeiros a serem requisitados pelo processo produtivo ([Dias, 2010](#)).

No contexto da administração de materiais e do *Lean Manufacturing*, a adoção do sistema [FIFO](#) é crucial para o combate aos desperdícios de estoque e defeitos. Conforme destaca [Tubino \(2009\)](#), a estocagem sem uma rotatividade rigorosa provoca a obsolescência e a deterioração física dos insumos. Dessa forma, para que o fluxo seja eficiente, o arranjo físico e as diretrizes do almoxarifado devem forçar essa dinâmica sistematicamente — operando, por exemplo, através de estruturas de armazenagem que garantam o fluxo direcional dos itens — assegurando que o capital da empresa não seja perdido pelo envelhecimento do inventário ([Krajewski; Malhotra, 2022](#)).

3 Metodologia

Este capítulo descreve o delineamento da pesquisa, a caracterização do estudo, os instrumentos de coleta de dados e o roteiro metodológico adotado. A estrutura foi desenvolvida para garantir a rastreabilidade das informações e permitir que o estudo possa ser replicado ou utilizado como base para futuras investigações na mesma organização ou em indústrias similares.

3.1 Classificação e Estratégia de Pesquisa

Quanto à sua natureza, este trabalho classifica-se como uma pesquisa aplicada, pois objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos (Gil, 2010). Este trabalho visa a redução de desperdícios e a otimização do fluxo de materiais e suprimentos na empresa em estudo, sob a perspectiva do *Lean Manufacturing*.

Em relação à forma de abordagem do problema, a pesquisa é classificada como qualitativa.

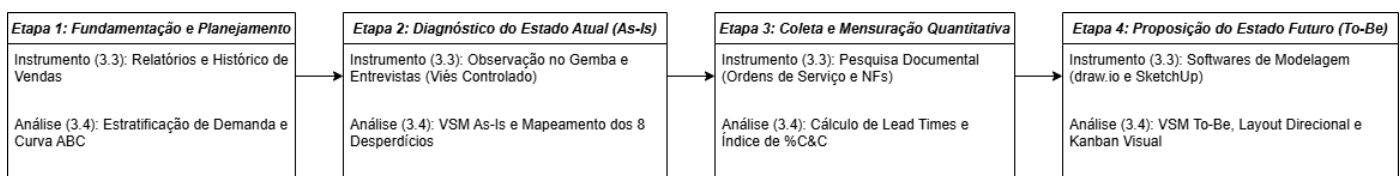
- **Abordagem Qualitativa:** Segundo Gil (2010), esta abordagem preocupa-se com aspectos da realidade que não podem ser quantificados, centrando-se na compreensão e explicação da dinâmica das relações sociais. Neste estudo, a pesquisa qualitativa foi empregada para compreender a dinâmica organizacional e mapear o fluxo de informações. A análise foi direcionada ao entendimento das políticas de abastecimento adotadas pela empresa, visando identificar as ineficiências e os gargalos existentes no processo de requisição de matérias-primas. A interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados aos processos observados são fundamentais nesta etapa.
- **Abordagem Quantitativa:** Conforme Gil (2010), este método caracteriza-se pelo emprego de quantificação, traduzindo opiniões e informações em números para garantir a precisão dos resultados e evitar distorções de análise. Nesta pesquisa, foram utilizadas para traduzir os processos em indicadores mensuráveis, tais técnicas como: cronoanálise dos tempos de ciclo, levantamento do volume de demanda histórica, cálculo de *lead times* de fornecedores e dimensionamento de estoques.

3.2 Protocolo de Pesquisa

3.2.1 Protocolo de Pesquisa e Estrutura Metodológica

Para atender aos objetivos propostos e garantir uma cadência lógica que sirva de guia para futuras intervenções na empresa, a metodologia foi estruturada em quatro etapas sequenciais contínuas. A Figura 5 ilustra o macrofluxo desta pesquisa, integrando visualmente as fases do protocolo (detalhadas nesta seção) com os respectivos instrumentos de coleta de dados (Seção 3.3) e as técnicas de análise e tratamento (Seção 3.4) empregadas em cada momento do estudo.

Figura 5 – Cadência da Estrutura Metodológica e Integração de Ferramentas



Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

Conforme ilustrado no fluxo, a primeira etapa (**Fundamentação e Planejamento**) consistiu na revisão bibliográfica e na delimitação do escopo da pesquisa. Nesta fase, empregou-se a pesquisa documental sobre o histórico de vendas para aplicar a análise da Curva ABC, definindo cientificamente o produto-foco do estudo com base na representatividade da demanda.

A **primeira etapa (Fundamentação e Planejamento)** consistiu na revisão bibliográfica sobre os princípios do *Lean Manufacturing*, a gestão da cadeia de suprimentos enxuta (*Lean Supply Chain Management*) e a administração estratégica de materiais. Nesta fase, também foi realizada a definição do produto-foco para a análise, selecionado com base na sua representatividade no volume de vendas e na complexidade do fluxo de seus insumos.

Na sequência, a **segunda etapa (Diagnóstico do Estado Atual – As-Is)** envolveu a imersão no ambiente fabril (*Gemba*) para a observação direta das práticas de gestão de materiais. O trabalho focou no mapeamento do fluxo de informações, acompanhando desde a demanda gerada pela licitação e emissão da **Ordem de serviço (O.S)** até o gatilho para os pedidos de compra com os fornecedores. Foi analisada a sistemática de controle de inventário, identificando como o esgotamento dos materiais é percebido (pontos de pedido) e como as requisições fluem para atender às necessidades diárias de cada setor. Simultaneamente, ocorreu o levantamento do fluxo físico, mapeando como o estoque é recebido, armazenado, retirado e movimentado para alimentar as áreas de corte, solda, pintura, marcenaria e montagem. Esse diagnóstico permitiu a identificação de desperdícios sob a ótica do *Lean Manufacturing*, com ênfase no excesso de inventário imobilizado, tempos de espera por falta de insumos e ineficiências na comunicação interna.

A **terceira etapa (Coleta e Mensuração de Dados)** dedicou-se ao levantamento quantitativo focado exclusivamente no processo de suprimentos. Foram coletados e analisados dados documentais históricos referentes a um período de 34 meses, compreendendo Ordens de Serviço (**O.S.**), requisições de compras, planilhas de cotação e notas fiscais. Essa base de dados permitiu mensurar o tempo total de atravessamento das requisições (*lead time* de aquisição), que foi desdobrado em duas vertentes: o *lead time* interno (tempo consumido desde a entrada da **O.S.**, verificação de saldo em estoque, realização de cotações baseadas em custo e prazo, até a emissão do pedido) e o *lead time* externo do fornecedor (tempo decorrido entre a efetivação do pedido e a chegada física do material na fábrica). Dessa forma, buscou-se identificar quantitativamente os gargalos burocráticos e logísticos que geraram atrasos e impactaram o início da produção.

Por fim, a **quarta etapa (Análise e Proposição – *To-Be*)** consistiu no cruzamento dos dados quantitativos e qualitativos levantados com os fundamentos do *Lean Manufacturing* e da gestão da cadeia de suprimento enxuta. A partir das ineficiências e desperdícios identificados no Mapeamento do Fluxo de Valor (*As-Is*), foi elaborado o projeto do estado futuro (*To-Be*), apresentando propostas de melhoria direcionadas à otimização das rotinas de requisição de insumos e à redução dos *lead times* internos e externos. As estratégias focaram na eliminação de perdas por inventário excessivo e esperas burocráticas. Para isso, propôs-se uma reorganização do arranjo físico de armazenagem e a criação de novas diretrizes para a gestão de compras e seleção de fornecedores, visando reduzir custos imobilizados e elevar a competitividade da indústria no cenário de licitações.

3.3 Instrumentos de Coleta de Dados

Para operacionalizar as etapas descritas acima, foram utilizados múltiplos instrumentos de coleta, permitindo a triangulação das informações para maior confiabilidade do estudo.

- a) **Pesquisa Documental:** Foram analisados documentos internos da organização, originalmente compostos por dados brutos, os quais foram tratados e sistematizados ao longo desta pesquisa para viabilizar as quantificações e o mapeamento dos fluxos. As fontes primárias incluíram:
- **Histórico de Vendas:** Relatórios de licitações ganhas e pedidos de venda referentes ao mesmo período de 34 meses adotado para a análise das Ordens de Serviço, utilizados para compreender o volume médio da demanda e a discrepância entre os perfis de clientes.
 - **Ordens de Serviço (**O.S.**):** Fichas de produção, analisadas para entender como a ordem de fabricação era transmitida ao chão de fábrica e como engatilhava o processo de suprimentos.

- **Registros de Compras:** Notas fiscais e requisições focadas especificamente nas chapas de **MDF** e nos componentes plásticos (assentos, encostos e tampos), utilizadas para determinar os prazos reais de entrega dos fornecedores (*lead time* externo).
- b) **Observação Não Participante:** O pesquisador realizou visitas técnicas à empresa, adotando uma postura de observador não participante (Marconi; Lakatos, 2010), presenciando as rotinas logísticas, de armazenagem e de requisição de insumos sem interferência direta. Durante esta fase de observação, foram registrados:
- O fluxo das informações burocráticas e das requisições (desde o PCP até a efetivação no setor de compras);
 - O acúmulo excessivo e o estado físico das matérias-primas no galpão de armazenagem (com foco nos componentes plásticos e nas chapas de **MDF**);
 - As movimentações excessivas e o tempo despendido pelos funcionários para localizar lotes de materiais e realizar as conferências de estoque físico.
- c) **Entrevistas e Controle de Viés:** Foram conduzidas conversas pessoais e semiestruturadas com os colaboradores-chave de cada setor, incluindo o coordenador de produção, o setor administrativo (compras) e os encarregados do almoxarifado. O objetivo foi captar a percepção sobre os desperdícios burocráticos e a lógica de abastecimento da fábrica. Para mitigar o viés interpretativo do pesquisador e garantir a imparcialidade da análise qualitativa, estabeleceu-se um protocolo de controle: todas as percepções e relatos colhidos foram sistematicamente registrados e estruturados em planilhas eletrônicas. Esse tratamento permitiu a categorização objetiva dos pontos fortes e fracos da operação. Por fim, para assegurar que as conclusões não fossem influenciadas por subjetividades do autor, a síntese do diagnóstico qualitativo foi apresentada e integralmente validada com a diretoria da organização, garantindo a fidedignidade do cenário retratado.

Para a elaboração dos diagramas de Mapeamento do Fluxo de Valor (**VSM**) atual (*As-Is*) e futuro (*To-Be*), empregou-se a plataforma de diagramação *draw.io*. Adicionalmente, para a projeção e reestruturação do arranjo físico, utilizou-se o software de modelagem 3D SketchUp, permitindo a validação visual do novo *layout* e das estruturas físicas de *Kanban*.

3.4 Análise e Tratamento dos Dados

Os dados qualitativos, compostos pelo mapeamento dos fluxos de informação e pelas percepções coletadas nas entrevistas, foram analisados à luz da teoria de Ohno (1997) para a categorização dos sete tipos de desperdícios, com ênfase na identificação de inventários excessivos e esperas no processo de aquisição. Os dados quantitativos, referentes aos *lead times* internos e externos e ao comportamento da demanda nos últimos 34 meses, foram tabulados em planilhas eletrônicas (Microsoft Excel), permitindo o cálculo de médias e desvios. Essas análises estatísticas serviram de base para o dimensionamento científico dos estoques de segurança e para a proposição de um novo modelo de agendamento de compras e gestão de suprimentos, visando a redução do capital imobilizado e a otimização do fluxo de materiais de acordo com as necessidades das ordens de serviço.

4 Resultados

A partir das diretrizes de recolha e tratamento de dados estabelecidas na metodologia, este capítulo apresenta a aplicação prática dos conceitos do *Lean Manufacturing* na gestão de materiais da indústria moveleira estudada. A exposição dos resultados foi estruturada de forma sequencial para refletir o raciocínio de melhoria contínua: primeiramente, realiza-se o diagnóstico do Estado Atual (*As-Is*) para mapear o fluxo logístico e evidenciar os desperdícios sistêmicos; em seguida, aprofunda-se na análise quantitativa do comportamento da demanda e dos prazos de entrega (*Lead Times*); e, por fim, consolida-se a proposição do Estado Futuro (*To-Be*), projetando um modelo de abastecimento tracionado capaz de otimizar a cadeia de suprimentos e garantir o cumprimento das metas estratégicas da organização.

4.1 Diagnóstico do Estado Atual (As-Is)

Esta seção tem como objetivo apresentar o diagnóstico do estado atual da gestão de materiais e da cadeia de suprimentos interna da indústria de móveis escolares. Para fundamentar a implementação das ferramentas do *Lean Manufacturing*, realizou-se o levantamento minucioso do processo de ressuprimento, mapeando as atividades desde a homologação da licitação (ou aprovação do pedido) até o efetivo recebimento da matéria-prima nas instalações da fábrica. Essa etapa diagnóstica contempla a análise do fluxo de informações, a verificação dos níveis de inventário atuais e a sistemática utilizada para o gatilho das requisições de compras.

Considerando o amplo *mix* de produtos fabricados pela empresa, que atende tanto ao segmento corporativo quanto ao educacional, fez-se necessário delimitar o escopo da pesquisa para garantir a profundidade e qualidade da análise. Dessa forma, o estudo focou na linha de móveis escolares, decisão justificada não apenas por sua alta representatividade no volume geral de vendas, mas também pelo impacto significativo que seus insumos diretos (como chapas de **MDF**, componentes plásticos e tubos metálicos) exercem sobre os custos de estocagem e sobre o *lead time* total da organização.

Para garantir a clareza e a reprodutibilidade deste estudo por leitores de diversas áreas, é fundamental contextualizar brevemente a dinâmica operacional e o processo de manufatura de uma indústria de móveis escolares antes de adentrar na análise técnica dos fluxos e desperdícios.

Em termos práticos e visuais, a fabricação de um conjunto escolar básico (composto por uma mesa e uma cadeira) nesta organização ocorre através da sincronização de três frentes distintas de materiais, que são processadas em setores paralelos e convergem na etapa final. Compreender o papel de cada matéria-prima é essencial para entender os desafios logísticos mapeados a seguir:

- **Metalurgia (A Estrutura):** A base de sustentação, ou o "esqueleto" das mesas e cadeiras, é confeccionada com tubos de aço. O processo produtivo tem início neste setor, onde as barras de metal são cortadas nas dimensões do projeto, curvadas e unidas através de solda. Em seguida, essas estruturas passam pelo setor de pintura para receber um revestimento que garante a proteção contra ferrugem e o acabamento visual.
- **Marcenaria (Os Tampos):** Paralelamente à transformação do metal, o setor de marcenaria processa a madeira. A fábrica adquire grandes chapas brutas de **MDF**. A atividade principal deste setor consiste em cortar essas chapas maiores nas medidas exatas dos tampos das mesas escolares e, em seguida, aplicar fitas de borda nas laterais para garantir um acabamento liso e seguro para os alunos.
- **Componentes Plásticos (Assentos e Encostos):** Diferente do metal e da madeira — que sofrem extensa transformação dentro da própria fábrica —, as partes plásticas anatômicas (como os assentos e encostos das cadeiras) já chegam prontas dos fornecedores externos. A fábrica não derrete ou injeta plástico, atuando apenas como montadora dessas peças.

O grande desafio logístico da organização — e o foco central das análises e proposições deste trabalho — reside exatamente na etapa final: a **Montagem**. Para que o conjunto escolar seja finalizado e entregue ao cliente, é necessário que as chapas de **MDF** e os componentes plásticos (Fornecedores externos) cheguem ao setor de montagem no tempo exato e na quantidade correta para serem parafusados e acoplados às estruturas metálicas recém-pintadas. Qualquer falha ou atraso no ressuprimento externo da madeira ou do plástico faz com que as bases de aço fiquem ociosas, travando a expedição do produto acabado. Estabelecida essa mecânica visual de funcionamento da fábrica, o diagnóstico a seguir detalha como a empresa gerencia a aquisição e a informação desses insumos críticos.

Para compreender plenamente a complexidade do abastecimento nesta indústria, é necessário também esclarecer a dinâmica de aquisição dos materiais complementares que sustentam a produção. A política de compras não é homogênea, operando sob lógicas financeiras e cadências de consumo distintas, o que exige grande adaptabilidade do Planejamento, Programação e Controle da Produção (PPCP):

- **Economia de Escala (Compras em Lote/Volume):** Devido à dinâmica de preços do mercado siderúrgico, a aquisição fracionada de tubos metálicos é financeiramente inviável. Portanto, a empresa é obrigada a comprá-los em "amarrados" (grandes fardos fechados) para garantir a redução do custo unitário. Essa mesma restrição mercadológica — que força a compra em larga escala para viabilizar a margem de lucro — se estende às fitas de borda do **MDF**, aos rolos de arame de solda, aos elementos de fixação (parafusos e rebites) e aos insumos químicos, que são utilizados na preparação das banheiras de limpeza e tratamento dos tubos antes de receberem a tinta.

- **Consumíveis Cadenciados:** Em contrapartida aos grandes lotes, certos itens não podem ou não precisam ser acumulados. O gás para solda (mistura MIG Argônio + CO₂), por exemplo, atua como um consumível volátil e de giro rápido. Seu ressuprimento é realizado por meio de pedidos semanais, balizados estritamente pelo ritmo e volume de trabalho do setor de metalurgia na referida semana.
- **Revestimento e Padronização:** A tinta eletrostática em pó, essencial para o acabamento, também é adquirida em grandes quantidades devido ao alto consumo na cabine de pintura. Contudo, para evitar a proliferação excessiva de itens no estoque, a aquisição é estrategicamente limitada a um padrão mercadológico de três cores de alto giro: o cinza (exigência padrão nos editais do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação - FNDE), além do branco e do preto.

Essa heterogeneidade nas exigências logísticas — mesclando insumos que demandam reposição semanal com materiais que impõem a manutenção de altos volumes para garantir viabilidade comercial — evidencia a complexidade do chão de fábrica. É exatamente neste cenário de ritmos descompassados que as ineficiências administrativas e os gargalos de transporte, mapeados a seguir no estado atual (*As-Is*), se manifestam, corroborando a necessidade de uma gestão de materiais visivelmente controlada.

4.1.1 Fluxo de Informações: Das Licitações às Requisições de Compras

O fluxo de informações na empresa tem como gatilho inicial a captação da demanda, que ocorre fundamentalmente através da homologação de licitações ganhas ou da efetivação de pedidos de venda direta pela diretoria e equipe comercial. A partir desse evento, o fluxo burocrático interno é iniciado com a abertura de uma **O.S** em uma planilha eletrônica de controle.

Observou-se que a inserção de dados ocorre em duas fases distintas. Inicialmente, as informações são registradas de forma macro, sem o detalhamento técnico necessário para a produção. Em um segundo momento, o colaborador responsável pelo **PPCP** realiza o tratamento desses dados, especificando as variáveis técnicas do projeto, tais como modelo, classe dimensional, padrão de cores (pintura e componentes plásticos) e o tipo de material do tampo (Plástico **Acrilonitrila Butadieno Estireno (ABS)**, Plástico **Polipropileno (PP)** ou **MDF**).

Após esse detalhamento, realiza-se o que a literatura denomina de "explosão de materiais" **Bill of Materials (BOM)**. O responsável consulta a planilha de custos e composição dos produtos para traduzir o pedido final em necessidades líquidas de componentes e insumos. Com a **O.S** devidamente estruturada e validada junto à equipe de vendas, o fluxo de informação física é acionado: vias impressas do documento são roteirizadas e entregues aos encarregados dos setores produtivos, como a metalurgia e a marcenaria, autorizando o início das atividades.

4.1.2 Cadeia de Suprimentos: Identificação de Insumos e Fornecedores

Paralelamente à liberação da O.S, a gestão de aquisição de materiais é ativada. O setor comercial informa o setor de PPCP, que assume a responsabilidade de cruzar as necessidades da O.S com o saldo de materiais disponíveis na fábrica. Identificada a necessidade de ressuprimento, inicia-se o processo de cotação com múltiplos fornecedores.

A rotina de compras é caracterizada por uma aprovação centralizada: após o levantamento de custos e prazos pelo responsável, as cotações dependem da validação direta da diretoria. Somente após esse aval, o pedido é formalizado junto ao fornecedor.

Um aspecto crítico identificado nesta etapa é a gestão do transporte (*inbound logistics*). Em casos em que o fornecedor não dispõe de frota própria ou atua sob a modalidade **Free on Board (FOB)**, a responsabilidade pela contratação do frete recai sobre o setor de PPCP, adicionando uma camada extra de complexidade e risco ao *lead time* de entrega.

Quando os insumos chegam à fábrica, o processo de recebimento é executado na área de expedição. O responsável realiza a conferência física e documental, atestando a integridade dos materiais e validando a nota fiscal. Concluída a inspeção qualitativa e quantitativa, colaboradores com funções ligadas à movimentação de materiais realizam o transporte interno das cargas até o galpão de armazenamento, alocando os insumos em prateleiras previamente designadas.

4.1.3 Fragilidades no Controle de Inventário e Identificação de Desperdícios

Durante as entrevistas e a observação direta no *Gemba*, constatou-se que o maior gargalo logístico do estado atual (*As-Is*) reside na falta de confiabilidade do controle de inventário. A empresa carece de um sistema integrado de informações que atualize os saldos em tempo real. Como consequência direta, toda vez que uma nova venda é registrada, o responsável é obrigado a se deslocar até o estoque para realizar uma conferência física (contagem manual) antes de iniciar as cotações.

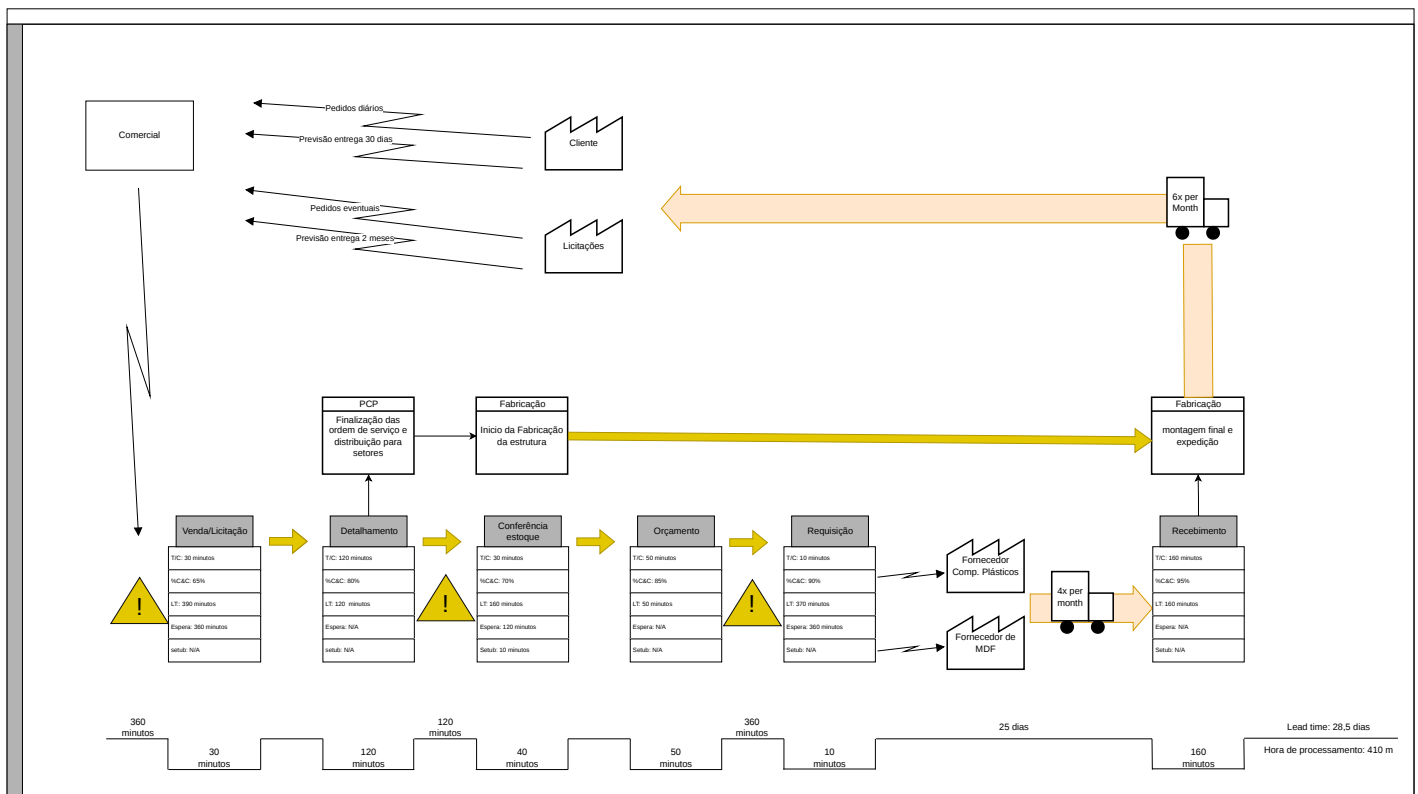
Além disso, identificou-se uma falha sistêmica no registro de movimentações. Embora a entrada de novos lotes de matérias-primas seja registrada pontualmente no momento do recebimento, o consumo diário não é baixado de forma rigorosa. Isso gera um cenário de "estoque cego", onde se sabe o que entrou, mas o saldo final disponível é sempre uma incógnita até que uma nova recontagem seja feita.

À luz da teoria do *Lean Manufacturing*, essa sistemática atual evidencia desperdícios (Mudas) expressivos. A necessidade de contagens constantes configura **processamento excessivo** e **movimentação desnecessária**. Adicionalmente, o tempo que a O.S fica paralisada aguardando essa conferência física, a cotação e a aprovação centralizada gera o desperdício de **espera**, inflando o *lead time* interno e atrasando o acionamento dos fornecedores, o que frequentemente resulta em paradas na linha de montagem por falta de insumos (ruptura de estoque).

4.1.4 Mapeamento do Fluxo de Valor (VSM) e Identificação de Desperdícios

Antes de detalhar os indicadores numéricos, é imperativo destacar uma delimitação estrutural adotada na construção do VSM. Como o escopo central deste estudo reside exclusivamente na otimização do fluxo de requisição de materiais e logística de suprimentos, as etapas referentes à transformação física do produto (início da fabricação da estrutura e montagem final) foram representadas no diagrama de forma sucinta. Essa abstração técnica tem o objetivo de isolar as ineficiências do ressuprimento, garantindo que toda a análise seja direcionada à agilidade com que os insumos são adquiridos, sem desviar o foco para o balanceamento do chão de fábrica.

Figura 6 – VSM As-Is e respectiva legenda



Fonte: Acervo do Autor (2026)

Feita essa delimitação, a consolidação dos dados quantitativos na matriz do estado atual (As-Is) evidencia de forma clara a proporção de ineficiências no processo administrativo da empresa. O fluxo interno consome um total de 1.250 minutos, no entanto, o tempo de Valor Agregado (**Value Added (VA)**) soma apenas 410 minutos. À luz da teoria de Ohno (1997), a ociosidade predominante, que corresponde a 840 minutos Sem Valor Agregado (**Non-Value Added (NVA)**) e as falhas no fluxo de informações permitiram categorizar o cenário atual com base nos oito desperdícios (Mudas), aqui adaptados à realidade da cadeia de suprimentos:

Espera: É o desperdício mais crítico e latente. Representado pelas 14 horas de ociosidade interna (filas aguardando aprovação de orçamentos e disponibilidade do estoquista), somadas aos 25 dias de *Lead Time* logístico aguardando a fabricação e chegada dos materiais externos.

Processamento Excessivo: Evidenciado pela obrigatoriedade de realizar conferências físicas no galpão a cada nova demanda. Trata-se de um trabalho redundante gerado pela falta de um sistema de inventário confiável (o "estoque cego").

Defeitos (e Retrabalho): Ratificado pelos baixos índices na métrica de **Consistência e Confiabilidade (%C&C)**, especialmente nas etapas de Venda/Licitação (65%) e Conferência de Estoque (70%). Isso acusa que até 35% das demandas chegam ao **PPCP** com dados técnicos faltantes ou saldos divergentes da realidade física do galpão, forçando os colaboradores a interromperem e retrocederem o fluxo burocrático para corrigir as informações antes de prosseguir com a aquisição.

Movimentação: O deslocamento físico desnecessário do responsável pelo **PPCP** e do estoquista, que precisam caminhar até as prateleiras apenas para validar saldos de **MDF** ou componentes plásticos que deveriam estar disponíveis sistemicamente.

Estoque: O acúmulo temporário de insumos, ilustrado pelos 120 minutos de espera na área de recebimento antes da estocagem final, além do capital de giro retido nas prateleiras para cobrir a ineficiência do longo prazo de entrega.

Transporte: As ineficiências atreladas à movimentação externa e ao frete (muitas vezes fracionado) dos fornecedores até as instalações da empresa.

Superprodução: No contexto administrativo, manifesta-se pelo processamento em "grandes lotes de aprovação". Em vez de um fluxo contínuo, as cotações se acumulam na mesa da diretoria, gerando gargalos artificiais antes da liberação dos pedidos de compra.

Potencial Humano (Subutilização de Talentos): Observado na alocação da força de trabalho em atividades burocráticas e redundantes. O tempo e a capacidade analítica dos colaboradores, que poderiam ser direcionados ao planejamento logístico estratégico e à melhoria contínua, são consumidos em tarefas de baixo valor agregado, como a busca constante por informações técnicas faltantes e repetidas contagens manuais para contornar o "estoque cego".

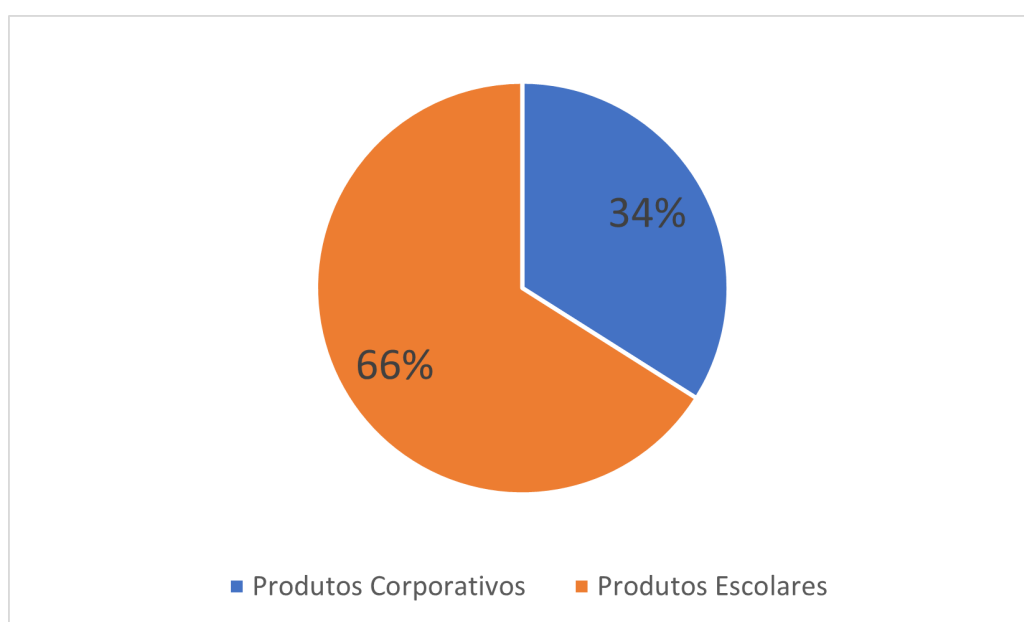
Em suma, o retrato atual comprova que a lentidão no abastecimento da fábrica não é um problema de morosidade na execução das tarefas operacionais (visto que os tempos de ciclo são curtos), mas sim uma falha sistêmica. A constatação destes oito desperdícios fundamenta a urgência da aplicação de ferramentas do *Lean Supply Chain*, projetando um estado futuro (To-Be) capaz de nivelar a demanda, reduzir as filas burocráticas e elevar a assertividade das requisições.

4.2 Análise e Mensuração de Dados

Com os desperdícios sistêmicos e as falhas operacionais qualitativamente mapeados pelo *VSM* atual (Seção 4.1), a etapa subsequente exige uma imersão quantitativa para embasar as propostas de melhoria. Para que os princípios do sistema *JIT* e do abastecimento enxuto sejam aplicados com sucesso, não basta apenas identificar onde o processo falha; é imprescindível compreender profundamente o comportamento da demanda. Conforme preceitua [Dias \(2010\)](#), o gerenciamento estratégico de materiais exige decisões de suprimento específicas para cada classe de item. Portanto, a política de ressuprimento de uma fábrica não deve ser tratada de forma generalista; sob a ótica do sistema puxado ([Ohno, 1997](#)), ela precisa ser ditada pelo ritmo exato de saída dos seus produtos mais representativos, o que justifica a aplicação de ferramentas analíticas prévias, como a Curva ABC e a análise quantitativa dos prazos.

O primeiro passo da análise quantitativa consistiu na estratificação macro do volume de vendas da empresa. Ao avaliar o histórico de *O.S* do período de 2023 a 2026, identificou-se uma clara concentração de demanda no segmento educacional.

Figura 7 – Distribuição percentual das vendas por segmento (2023–2026)



Fonte: Acervo do Autor (2026)

Conforme ilustrado, a Linha Escolar representa a maior parcela do volume produtivo da empresa, englobando 66% das vendas processadas no período analisado. Devido a esse impacto direto na capacidade da fábrica, o presente estudo delimitou o escopo de análise de suprimentos exclusivamente a este segmento. Em seguida, para definir quais produtos específicos dentro dessa linha demandam maior atenção do setor de compras, aplicou-se o conceito analítico da Curva ABC. O objetivo foi identificar os "carros-chefes" da produção, ou seja, as configurações de mobiliário que geram o maior volume de O.S.

Tabela 1 – Vendas por Grupo de Produtos (2023 – 2026)

Grupo do Produto	Qtd. de Vendas	Média de Dias para Entrega
Acessibilidade	17	23
Cadeira Universitária	7	28
Conjunto Escolar Coletivo (4 cadeiras)	23	38
Conjunto Coletivo (6+ cadeiras)	37	27
Conjunto Escolar Individual (mesa e cadeira)	137	43
Conjunto Mesas Trapézio	30	40
Conjunto Refeitório	20	37
Mesa Refeição Maternal	5	58

Elaborado pelo autor (2026).

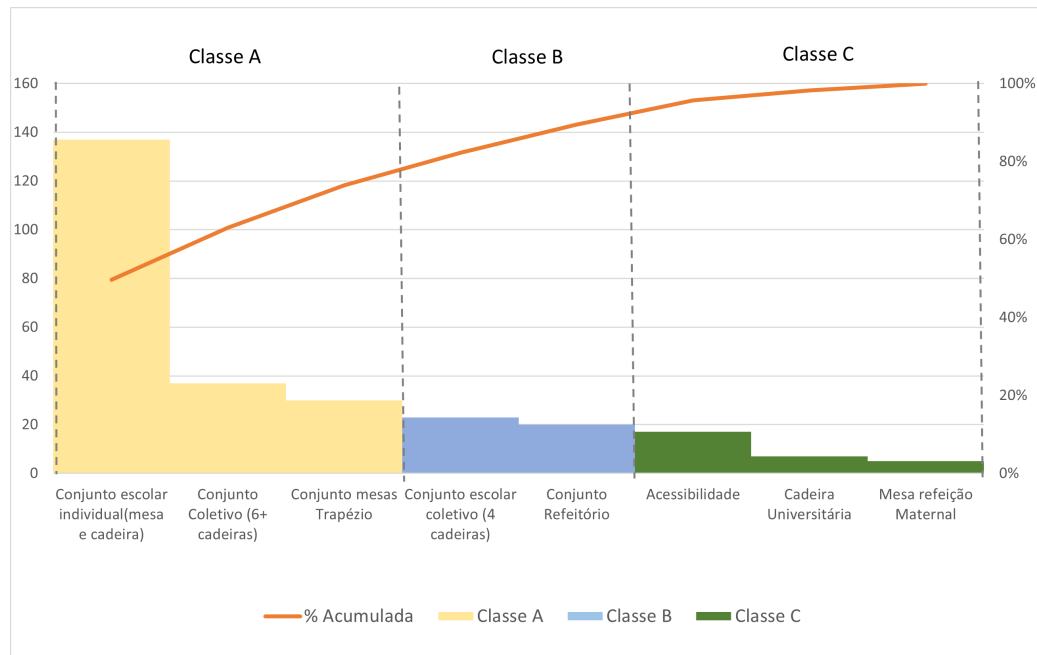
Para visualizar o impacto produtivo de cada família de produtos e aplicar a classificação ABC de forma estruturada, os dados da Tabela 1 foram ordenados com base na frequência de vendas (giro de saídas). O resultado dessa estratificação está ilustrado no gráfico de Pareto na Figura 8.

Conforme evidenciado pela Figura 8, o "Conjunto Escolar Individual" atua como o principal tracionador da fábrica, correspondendo isoladamente a quase metade das ordens. Ao agrupá-lo com o "Conjunto Coletivo (6+ cadeiras)" e o "Conjunto Mesas Trapézio", forma-se a **Classe A** da demanda, que concentra a esmagadora maioria do fluxo de trabalho da organização (aproximadamente 74%).

Do ponto de vista da Gestão de Materiais, essa constatação estatística é fundamental. Como essas três famílias de produtos de alto giro compartilham a mesma base de matérias-primas críticas (chapas de MDF e componentes plásticos de assento e encosto), as estratégias de redução do *Lead Time* de compras, a reestruturação do *Layout* e o dimensionamento dos estoques de segurança (*Kanban*) devem ser prioritariamente focados nesses insumos, garantindo o escoamento rápido da Classe A e a eficiência global da cadeia de suprimentos.

Apesar de a Classe A ser composta por três famílias distintas, o "Conjunto Escolar Individual" destaca-se de forma isolada, respondendo por quase 50% do giro total de saídas da fábrica. Segundo a metodologia de VSM proposta por Rother e Shook (1999), para que a análise de fluxo seja eficaz, o mapeamento não deve abranger todas as operações da planta simultaneamente, mas sim focar na família de produtos de maior representatividade.

Figura 8 – Curva ABC da Demanda Escolar por Família de Produtos



Fonte: Acervo do Autor (2026)

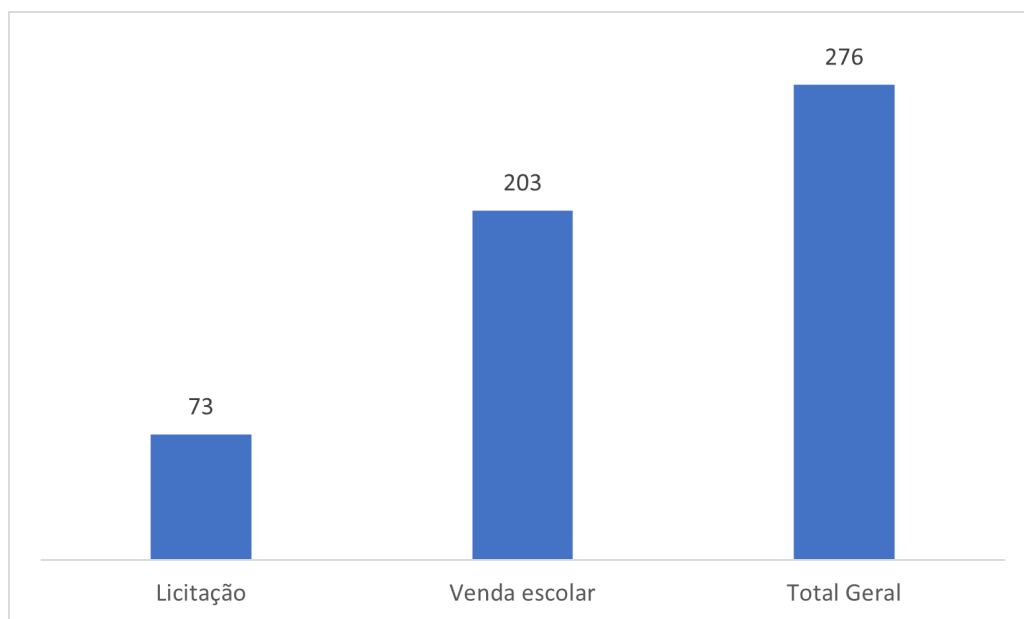
Dessa forma, devido à sua massiva dominância estatística e ao fato de compartilhar as mesmas matérias-primas críticas (chapas de **MDF** e assentos plásticos) com os demais itens da Classe A, o Conjunto Escolar Individual foi eleito como o "produto-foco" deste estudo. As etapas subsequentes de diagnóstico de *Lead Time*, desenho do estado atual e proposição de melhorias serão traçadas acompanhando o fluxo de ressuprimento e fabricação especificamente deste carro-chefe, com a premissa de que as otimizações sistêmicas alcançadas para ele refletirão positivamente nas demais linhas de montagem.

4.2.1 O Dualismo da Demanda: Licitações versus Clientes Físicos

Com o mix de produtos isolado, a análise aprofundou-se na origem e na natureza das **O.S.** O histórico de dados da indústria revelou que a demanda por móveis escolares não se comporta de forma homogênea, operando sob duas vertentes logísticas distintas: as compras governamentais (licitações) e as compras pulverizadas (clientes físicos e instituições de ensino privadas).

Essa estratificação expõe um dualismo operacional crítico para o **PPCP**. As vendas originárias de Licitações representam grandes "lotes" de demanda. São pedidos que frequentemente ultrapassam a marca de centenas de conjuntos (ex: 500 unidades) e movimentam um elevado montante de capital. Essa carga atua como a base que mantém o chão de fábrica em funcionamento contínuo, absorvendo os custos fixos da empresa. No entanto, devido ao seu alto volume, exigem um longo prazo de fabricação.

Figura 9 – Produtos escolares por nichos de venda 2023-2026 (Qtd.)



Fonte: Acervo do Autor (2026)

Em contrapartida, os pedidos classificados como Escolares (pessoas físicas ou escolas privadas) possuem quantidades fracionadas, variando predominantemente entre 1 a 30 conjuntos por ordem de serviço. Para atender a este perfil de cliente com agilidade, o PPCP da empresa adota, de forma empírica, a regra de sequenciamento *Shortest Processing Time (SPT)*. Os lotes menores são priorizados na fila da marcenaria e da solda, garantindo giro rápido e elevado nível de serviço para o cliente final.

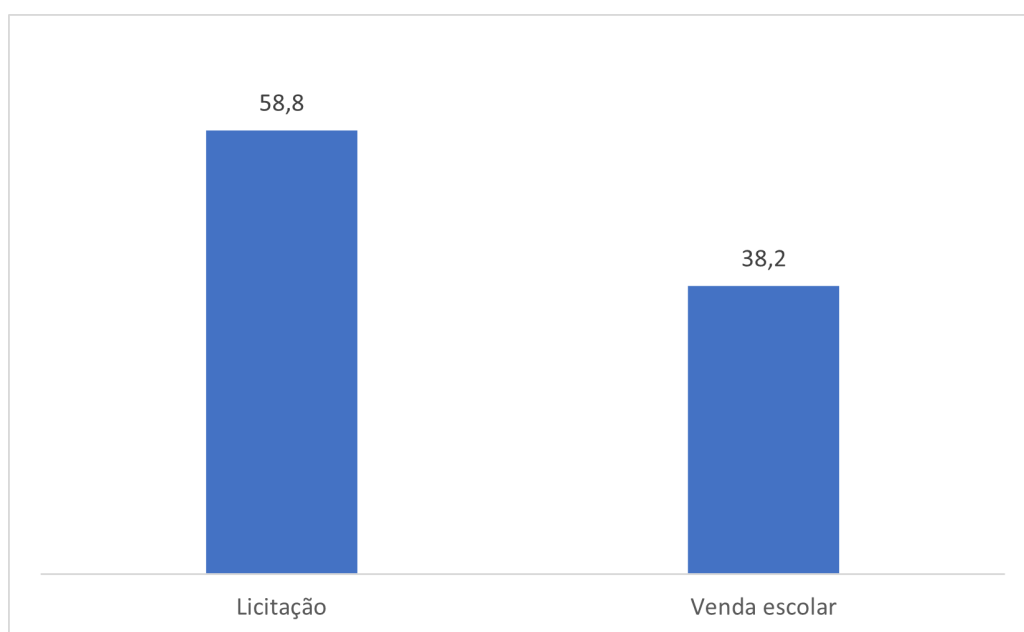
Essa dinâmica de sequenciamento fica matematicamente comprovada ao se analisar o tempo médio de atravessamento (desde a entrada da O.S até a saída), segmentado por tipo de venda.

4.2.2 Quantificação dos Lead Times Internos e Externos

Conforme os dados apontam, ao isolarmos o produto-foco deste estudo (Conjunto Escolar Individual), nota-se que as licitações demandam em média quase 59 dias (58,8) de fluxo para serem totalmente escoadas, enquanto os pedidos de clientes escolares habituais são atendidos em aproximadamente 38 dias (38,2). Esta expressiva diferença de comportamento prova que a estratégia de aquisição de matérias-primas da empresa não pode ser rígida ou tratada de forma generalista. Para as licitações, devido aos altos volumes e prazos contratuais estendidos, admite-se a manutenção de um planejamento de compras empurrado e programado.

Em contrapartida, para o atendimento ágil dos clientes fracionados, a sistemática deve romper com o cenário convencional de produção empurrada — onde os materiais acumulam-se no chão de fábrica com base em previsões isoladas —, para fundamentar-se estritamente no conceito de fluxo puxado. Sob esta ótica, os insumos críticos para o "Conjunto Escolar Individual" passam a ter seu gatilho de ressuprimento disparado exclusivamente pelo consumo real na linha de montagem. Essa dualidade da demanda justifica plenamente a necessidade de implementação de estoques visuais e ferramentas como o sistema *Kanban*, visando coordenar as entregas de forma tracionada e garantir a cadência exata do processo produtivo.

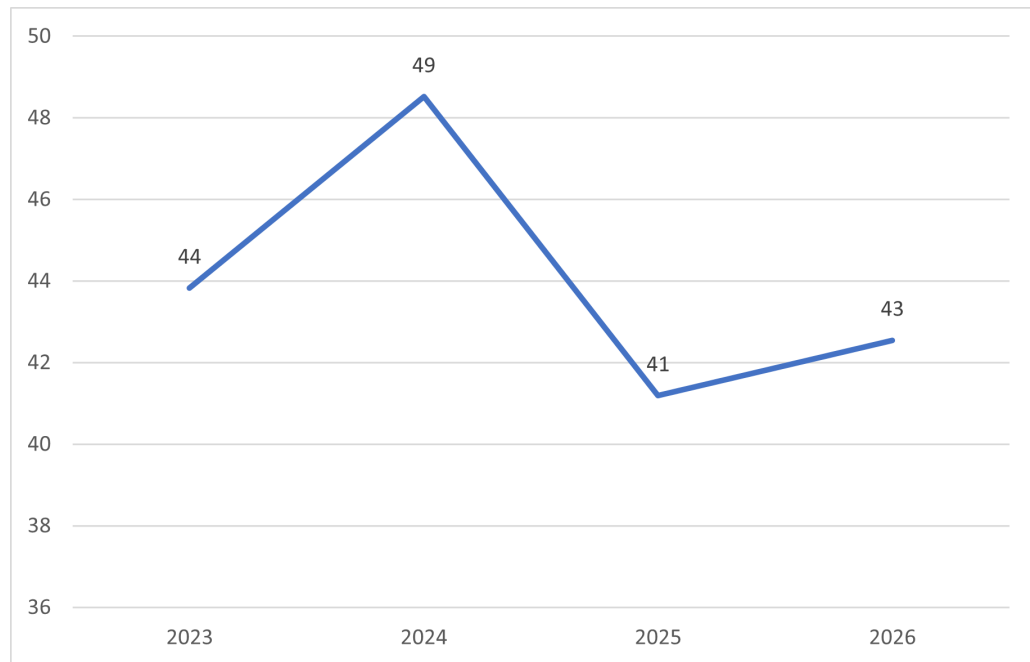
Figura 10 – Média do tempo de entrega do Conjunto Escolar Individual por nicho de venda (2023–2026)



Fonte: Acervo do Autor (2026)

Para compreender se os prazos alongados são uma anomalia recente ou um padrão histórico, expandiu-se a mensuração do *Lead Time* especificamente para o produto-foco deste estudo. A Figura 11 ilustra a evolução da média do tempo de entrega do Conjunto Escolar Individual entre os anos de 2023 e 2026. A análise temporal, que apresenta médias oscilando entre 41 e 49 dias, demonstra que a dificuldade de escoamento e os gargalos de ressuprimento desse item principal são problemas estruturais e contínuos da organização, e não apenas reflexos de picos pontuais de demanda.

Figura 11 – Média do tempo de entrega anual para o Conjunto Escolar Individual (2023–2026)



Fonte: Acervo do Autor (2026)

A quantificação deste prazo total de entrega — que para o segmento escolar do produto-foco atinge a média de 38 dias — evidencia a criticidade dos gargalos mapeados anteriormente no *VSM*. Considerando que o *Lead Time* de ressuprimento — somando o tempo externo dos fornecedores e a burocracia interna de aprovação — consome aproximadamente 15 dias, conclui-se que uma expressiva parcela do tempo disponível para o atendimento ao cliente é absorvida apenas pela cadeia de suprimentos. Isso comprime o tempo real de manufatura, aumentando o risco de atrasos.

Dessa forma, o *Lead Time* total desdobra-se em duas esferas críticas: o tempo externo, ditado pelos 25 dias de trânsito e processamento dos fornecedores de componentes plásticos, e o tempo interno, composto pelas esperas administrativas e pelo processamento no chão de fábrica. Dada a magnitude deste prazo externo, a redução do tempo final de entrega para 20 dias não pode depender apenas da eliminação da ociosidade burocrática, mas exige essencialmente a implementação de reservas de capacidade na fábrica parceira e da gestão de materiais via sistema *Kanban*, o que desacopla o tempo de ressuprimento da data de venda para o cliente.

4.2.3 Avaliação de Inventário e Custos de Imobilização

A manutenção de estoques é tradicionalmente utilizada como uma margem de segurança contra incertezas operacionais, o que se reflete na prática atual da empresa de embutir uma quantidade excedente nos pedidos de compra. Esse acréscimo visa compor o estoque de segurança e cobrir eventuais avarias de transporte ou manuseio. Conforme observado na dinâmica da fábrica, o processo produtivo possui frentes simultâneas: assim que a *O.S* é aprovada e o pedido de compras dos insumos é emitido, a produção das estruturas metálicas (corte e solda) é imediatamente iniciada. O desafio logístico reside, portanto, na sincronização entre a chegada das matérias-primas de terceiros e a conclusão da etapa interna de metalurgia.

Do ponto de vista financeiro, a política histórica da empresa em adquirir e manter grandes volumes de *MDF* estocados — visando evitar a emissão de pedidos semanais — atuava como um dreno de capital de giro. Os recursos financeiros travados em galpões representam um custo de oportunidade, agravado pelos custos de posse do inventário. Embora a compra de margens de segurança seja uma precaução válida para evitar paradas de máquina, ela imobiliza o caixa da organização em materiais que não serão imediatamente transformados em produto acabado e receita.

Além do fator contábil, o acúmulo de materiais eleva riscos físicos e logísticos. No modelo anterior de grandes estoques de *MDF*, a exposição da madeira resultava em deterioração devido à sensibilidade. Atualmente, com os componentes plásticos, o maior problema não é a deterioração em si, mas o volume espacial ocupado. Embora eventuais tampos ou assentos que chegam com defeitos de fabricação ou avarias de origem sejam substituídos pelo fornecedor sem custo financeiro direto de recompra para a empresa, o processo logístico reverso gera desperdícios ocultos. A necessidade de segregar esse material não conforme, acionar a garantia e aguardar o trânsito de uma nova entrega consome tempo administrativo e interfere negativamente no ritmo da linha de montagem.

Esse problema do volume espacial ocupado e a interferência no ritmo produtivo são agravados por um claro descompasso entre o fluxo de suprimentos e a fabricação interna. Uma evidência notável dessa falta de sincronia — caracterizada pela chegada antecipada dos componentes plásticos enquanto as estruturas metálicas ainda estão a ser processadas — ocorre durante o atendimento a demandas de licitações. Devido ao volume massivo de peças exigidas nesses contratos públicos, os lotes frequentemente excedem a capacidade física das prateleiras do estoque. Como consequência, os materiais recém-chegados são alocados diretamente na área de montagem para aguardar a finalização das bases metálicas. Sob a ótica do *Lean Manufacturing*, essa prática transforma o chão de fábrica em uma extensão do estoque, obstruindo o fluxo físico, dificultando a movimentação dos operadores e mascarando ineficiências de *layout*.

Portanto, a transição para um modelo enxuto de ressuprimento nesta indústria não visa apenas a redução de custos, mas a busca por um fluxo contínuo. O objetivo da gestão de materiais deve ser garantir que os insumos de alto volume sejam entregues de forma cadenciada, no momento exato em que as estruturas metálicas estejam prontas para a montagem final, mitigando a ociosidade do capital e a ocupação indevida das áreas produtivas.

4.2.4 Análise de Consistência e Confiabilidade (C&C) do Fluxo de Informações

No contexto do **VSM**, a métrica de **%C&C** — frequentemente referida na literatura *Lean* como Percentual de Completo e Correto (**%C/C**) — mede a qualidade da informação repassada entre as etapas de um processo. Ela representa a proporção de vezes em que uma etapa recebe os dados ou especificações da fase anterior sem a necessidade de correções, complementações ou retrabalhos.

Para avaliar a integridade do fluxo de informações no processo de ressuprimento da empresa, as etapas administrativas e logísticas mapeadas no estado atual (*As-Is*) foram submetidas a essa análise. É fundamental ressaltar que, devido à ausência de registros históricos e documentais sistematizados sobre a devolução de tarefas na organização, os índices de **%C&C** apresentados não representam uma medição estrita, mas sim percepções qualitativas estruturadas. Esses dados foram estimados a partir da triangulação das rodadas de entrevistas com as observações não participantes, quantificando empiricamente a proporção de acertos e erros — ou seja, a frequência com que o fluxo precisava ser interrompido para correções, como a incidência relatada de pedidos com dados técnicos incompletos na etapa de vendas. Os resultados estimativos dessa percepção estão sintetizados na Tabela 2. Para suprimir essa limitação quantitativa e garantir maior robustez em futuras medições, sugere-se a implantação de um sistema formal de registro de não-conformidades, permitindo que a organização afira este indicador de forma contínua e exata.

Tabela 2 – Índice de Consistência e Confiabilidade (%C&C) por Etapa do Processo

Etapas do Processo	Principal Causa de Retrabalho ou Interrupção	C&C (%)
Venda / Licitação	Faltam informações técnicas do cliente ou no edital.	65%
Detalhamento	Inconsistências na interpretação do pedido para a fábrica.	80%
Conferência de Estoque	Divergência no sistema (estoque cego), exigindo ida ao galpão.	70%
Orçamento	Atraso de fornecedores ou necessidade de reajustar quantitativos.	85%
Requisição	Erros burocráticos de preenchimento ou atraso na aprovação.	90%
Recebimento	Divergência física entre a nota fiscal e a ordem de compra.	95%

Elaborado pelo autor (2026).

A análise da Tabela 2 revela que o fluxo burocrático já nascia fragilizado. A etapa de **Venda/Licitação** apresentou o índice mais crítico de confiabilidade (65%), um reflexo direto da frequente recepção de pedidos ou editais públicos com informações técnicas incompletas ou dúbias. Essa deficiência estrutural obrigava o setor de vendas a pausar o processo repetidas vezes para contatar o cliente em busca de esclarecimentos, gerando um gargalo logo no início da cadeia e um efeito cascata de atrasos.

Outro ponto crítico de interrupção informacional foi observado na **Conferência de Estoque** (70%). Devido à falta de atualização contínua nos registros do setor de **PPCP**, a informação sistêmica frequentemente não refletia a realidade física dos insumos. Isso forçava os colaboradores a abandonarem suas estações para realizar conferências visuais dos estoques de **MDF** e plásticos no galpão, configurando um claro desperdício por processamento excessivo. Essa baixa confiabilidade nas etapas iniciais explica, em grande parte, o longo *lead time* interno documentado no **VSM**, evidenciando que a ineficiência do setor de suprimentos estava fortemente atrelada à má qualidade dos dados repassados entre os departamentos. A junção dessas falhas informacionais com os elevados tempos de espera comprova a inviabilidade da manutenção do atual sistema empurrado, tornando obrigatória a transição para o desenho de um modelo operacional tracionado.

4.3 Propostas de Melhoria e Estado Futuro (To-Be)

A integração entre o diagnóstico do estado atual (*As-Is*) (Seção 4.1) — que evidenciou gargalos significativos no fluxo de informações e altos índices de desperdício por espera e processamento excessivo — e as evidências numéricas levantadas, como o longo *lead time* de 38 dias para o produto-foco (Seção 4.2), fornece a fundamentação técnica necessária para a reestruturação do processo. Com essas ineficiências devidamente isoladas, esta seção propõe o modelo do estado futuro (*To-Be*). As intervenções sugeridas estão fundamentadas nos princípios do *Lean Supply Chain Management* e visam sincronizar a gestão de suprimentos com o ritmo real da demanda, garantindo um fluxo de materiais ágil, confiável e com menor imobilização de capital financeiro e espacial.

4.3.1 Mapeamento do Fluxo de Valor Futuro

O Mapeamento do Fluxo de Valor Futuro (*To-Be*), ilustrado na Figura 12, foi elaborado para materializar as propostas de melhoria e demonstrar matematicamente o impacto da reestruturação dos processos administrativos e logísticos no fluxo de suprimentos. O objetivo central deste novo fluxo é sincronizar a cadeia de suprimentos e otimizar o processamento interno, visando atingir a meta estratégica de reduzir a previsão de entrega (*Lead Time* total) do Conjunto Escolar Individual de 38 dias para 20 dias.

Para viabilizar essa redução expressiva, as intervenções projetadas visam atacar diretamente os desperdícios de espera burocrática e processamento excessivo mapeados no estado atual. A Tabela 3 sintetiza os ganhos quantitativos cruciais projetados com o redesenho do fluxo de valor, permitindo o contraste direto com o cenário anterior.

Tabela 3 – Síntese das Melhorias nos Indicadores de Tempo e Logística

Subgroup (Indicador Analisado)	Evolução: As-Is → To-Be
Tempo de Processamento Interno (VA)	Redução de 410 min para 270 min (Ganho de 34%)
Tempo de Espera Interna (NVA)	Redução drástica de 840 min para 170 min (Queda de 80%)
Lead Time Administrativo Total	Redução de 1.250 min para 440 min (Fluxo < 1 dia útil)
Lead Time Logístico Externo	Redução de 25 dias para 15 dias
Frequência Logística de Insumos Curva A	Estabilização em 6 entregas mensais fracionadas

Fonte: Acervo do Autor (2026)

A expressiva contração temporal estabelece a infraestrutura ágil necessária para o atendimento da demanda. Complementarmente, para mitigar os retrabalhos gerados pela má qualidade dos dados de entrada, as ações integraram padronização e tecnologia, cuja evolução dos índices de Consistência e Confiabilidade (%C&C) está consolidada na Tabela 4.

Tabela 4 – Evolução do Índice de Consistência e Confiabilidade (C&C)

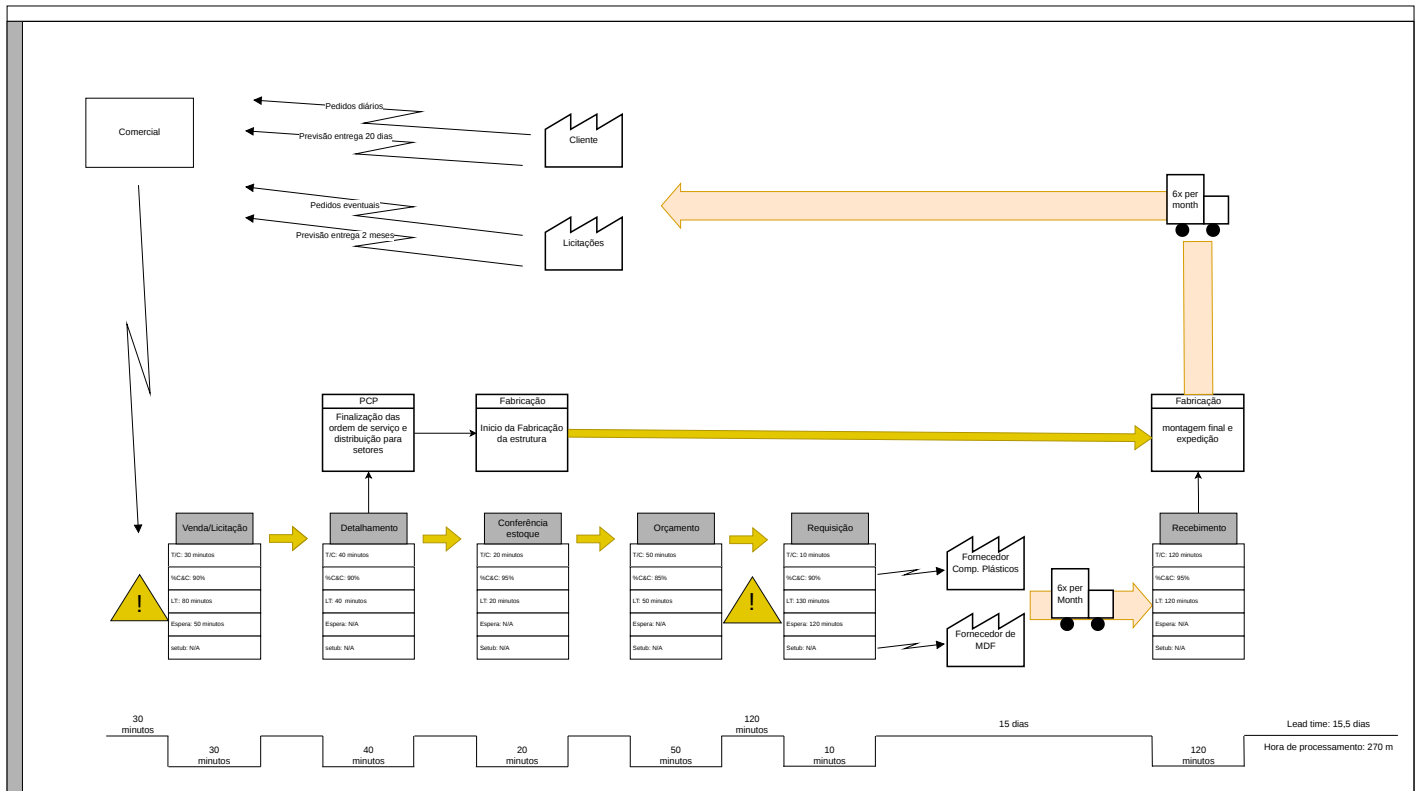
Etapa do Processo	Evolução C&C: As-Is → To-Be
Venda / Licitação	65% → 90%
Detalhamento	80% → 90%
Conferência de Estoque	70% → 95%
Orçamento	85% → 85% (Estabilizado)
Requisição	90% → 90% (Estabilizado)
Recebimento	95% → 95% (Estabilizado)

Fonte: Acervo do Autor (2026)

As transformações operacionais detalhadas a seguir traduzem os mecanismos práticos que justificam a evolução dos dados estatísticos mapeados e a consolidação do fluxo tracionado:

Venda/Licitação e Detalhamento: Propõe-se que a etapa inicial do fluxo passe por uma reestruturação pautada na padronização e na tecnologia da informação. Sugere-se a implementação de catálogos padronizados de produtos, permitindo que o cliente visualize previamente todas as especificações técnicas. Durante a venda, o setor comercial coletará todas as informações de forma estruturada, mitigando falhas de comunicação. Aliada a essa padronização, a estruturação do sistema de gestão atual para atuar como um **Enterprise Resource Planning (ERP)** automatizará a transição de dados: assim que a venda for concretizada, o sistema notificará imediatamente o setor de **PPCP**. Com os produtos previamente codificados no sistema, a etapa de Detalhamento passará a gerar a **O.S** de forma automatizada e instantânea para os setores produtivos, com projeção de elevar o índice de %C&C para 90%.

Figura 12 – VSM To-Be



Fonte: Acervo do Autor (2026)

Fim do "Estoque Cego" na Conferência de Estoque: A mudança mais drástica na redução de processamento excessivo ocorre na etapa de conferência. Com a operação do sistema ERP reestruturado, as baixas e entradas de materiais passam a ser rigorosamente registradas. Isso elimina a necessidade de o responsável pelo PPCP interromper suas atividades burocráticas para realizar constantes viagens ao galpão para contagens manuais. O colaborador passa a consultar os saldos em tempo real no sistema, otimizando o tempo de ciclo da tarefa para apenas 20 minutos e elevando a acurácia da informação para 95%.

Orçamento e Requisição (Autonomia e Acordos Comerciais): Enquanto o tempo de elaboração dos orçamentos se mantém estável na projeção, projeta-se para a etapa de Requisição uma drástica redução em seu tempo de espera (fila de aprovação). O desperdício de superprodução de orçamentos parados na mesa da diretoria deverá ser eliminado através de duas ações: o estabelecimento de fornecedores homologados com preços pré-acordados e reajustados anualmente; e a definição de níveis de autonomia para o setor de PPCP. Com essa nova política de alçadas, pedidos menores de ressuprimento poderão ser aprovados instantaneamente pelo próprio setor, reservando o gargalo da aprovação da diretoria apenas para compras de alto volume e impacto financeiro.

Logística Externa e Recebimento: Para o *Lead Time* externo, recomenda-se que a empresa redefina sua parceria com os fornecedores de componentes plásticos e chapas de **MDF** (itens Curva A). O modelo prevê a negociação de janelas de produção prioritária para os produtos de maior saída. Adicionalmente, sugere-se que a dinâmica da cadeia logística seja aprimorada, estabelecendo uma frequência de 6 entregas mensais. Essa reestruturação visa garantir agilidade sem a necessidade de aumentar excessivamente a frequência de fretes. Por fim, projeta-se a otimização do processo de Recebimento para que, assim que a conferência física da nota fiscal for concluída, a baixa sistêmica alimente automaticamente o **ERP**, liberando os insumos para a produção e fechando o ciclo de informações com 95% de assertividade.

Ao integrar o fluxo de dados retificado (alto **%C&C**) com tomadas de decisão descentralizadas, o tempo logístico e administrativo total foi mitigado. Como a fabricação das estruturas metálicas em corte e solda ocorre de forma paralela no arranjo físico, a sincronização do fluxo garante uma janela de tempo perfeitamente viável para que as etapas subsequentes de marcenaria, montagem final e expedição operem sem atrasos, assegurando com precisão de engenharia o cumprimento do prazo final de 20 dias para o cliente escolar.

A viabilidade da projeção matemática que reduz o *Lead Time* total de 38 para 20 dias fundamenta-se na supressão empírica de gargalos rigorosamente quantificados no estado atual. A retração desse prazo não é arbitrada, mas o resultado direto da aplicação de duas engenharias simultâneas: a simplificação da rota de abastecimento interno e a sincronização mecânica da logística externa.

No âmbito interno, a validação do ganho de tempo baseia-se na eliminação física dos deslocamentos e filas de espera. A transição projetada nos mapas de arranjo físico (do *As-Is* para o *To-Be*) elimina o trânsito improdutivo de operadores e paleteiras. A implementação da Zona de Trânsito Rápido e a alocação dos estoques no ponto de uso reduzem as rotas de abastecimento a distâncias mínimas. Consequentemente, as horas outrora desperdiçadas com movimentação desnecessária, segregação de lotes no meio da fábrica e contagens manuais por falta de sistema, são matematicamente subtraídas do tempo de processamento administrativo e logístico.

No âmbito externo, a redução de 25 para 15 dias foi validada pela desconstrução do tempo de espera. Anteriormente, a morosidade logística englobava o tempo de fabricação do lote pelo fornecedor em São Paulo somado à ociosidade para a consolidação de carga. Ao reestruturar a parceria para que o fornecedor atenda a fábrica utilizando seus estoques nacionais de pronta-entrega (zerando o tempo de fabricação) e ao renegociar com a transportadora o aumento da frequência de coletas, o *Lead Time* logístico passou a ser restrito estritamente ao tempo de trânsito rodoviário e descarregamento. É essa reestruturação física das rotas internas e das operações externas que comprova a viabilidade operacional da projeção.

Sob uma perspectiva estratégica e operacional, a redução do *Lead Time* de 38 para 20 dias não representa apenas um ganho de agilidade no atendimento, mas um impacto direto na capacidade de faturamento da organização. Com a contração de aproximadamente 47% no tempo total de atravessamento do Conjunto Escolar Individual, a velocidade de escoamento da linha produtiva é drasticamente ampliada. Matematicamente, ao liberar o capital de giro imobilizado em estoque e finalizar os lotes na metade do tempo anterior, a empresa eleva sua taxa de giro de pedidos em até 90%. Isso significa que, operando com a mesma infraestrutura fabril e o mesmo quadro de funcionários, a fábrica adquire a capacidade de executar quase o dobro de requisições mensais do nicho escolar, convertendo a eliminação de desperdícios em ganho real de *throughput* (taxa de transferência) e receita.

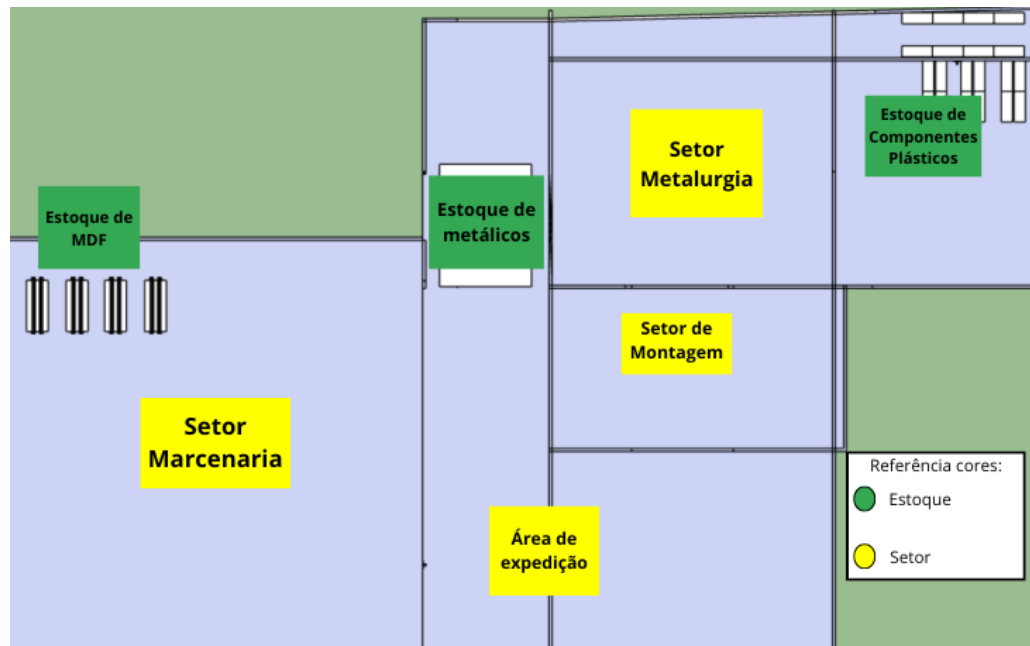
4.3.2 Reorganização do Arranjo Físico e Armazenagem

A eficiência do sistema puxado projetado no **VSM** Futuro depende diretamente de um *layout* que favoreça a agilidade e elimine o tempo de busca por materiais. Sob a ótica do *Lean Manufacturing*, o arranjo físico deixa de ser um mero depósito e passa a priorizar a fluidez na recepção e abastecimento (Dias, 2010). Para sustentar esse novo cenário logístico, a reorganização física da empresa foi fundamentada nos princípios de gestão visual e nos sensores de Ordenação (*Seiton*) e Padronização (*Seiketsu*) do programa 5S.

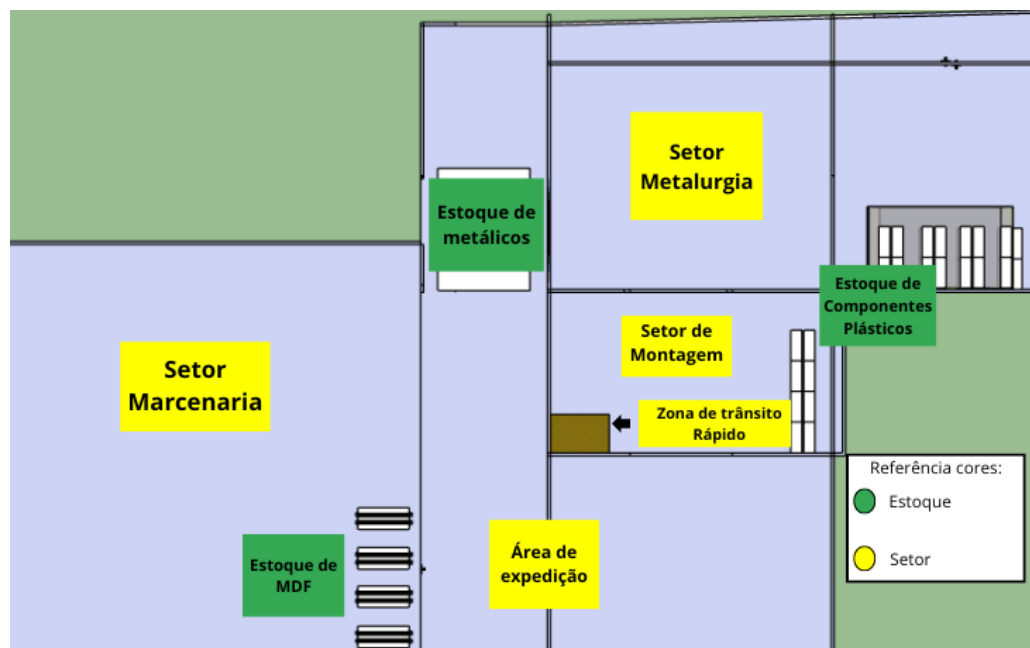
Para compreender a necessidade de intervenção, a Figura 13 ilustra a disposição do estado atual (*As-Is*). Neste cenário, observa-se que os estoques estão descentralizados e, em muitos casos, afastados dos seus reais centros de consumo — como é o caso do "Estoque de MDF", posicionado em uma extremidade distante das bancadas operacionais do "Setor Marcenaria". Além do evidente desperdício de movimentação e transporte interno, o *layout* anterior não possuía uma área delimitada para recebimento, o que forçava o descarregamento de grandes volumes diretamente nas áreas de circulação ou dentro do próprio Setor de Montagem.

Para mitigar essas ineficiências, a macroestruturação do novo arranjo físico, projetada na Figura 14, adota o conceito de estocagem no ponto de uso (*point-of-use storage*), fortemente recomendado por Krajewski e Malhotra (2022). O projeto aproxima fisicamente a matéria-prima do seu respectivo centro de transformação. Conforme o mapeamento do estado futuro (*To-Be*) visualiza, o "Estoque de MDF" é reposicionado de forma adjacente ao núcleo produtivo do "Setor Marcenaria"; o "Estoque de Metálicos" é alinhado ao "Setor Metalurgia"; e os "Componentes Plásticos" são estrategicamente realocados para abastecer de forma direta o "Setor de Montagem".

Outra alteração crucial evidenciada na Figura 14 para resolver o gargalo crônico de recebimento de licitações é a criação da "Zona de Trânsito Rápido", devidamente demarcada com fluxo de entrada (seta preta). Os lotes entregues pelos fornecedores são agora dispostos temporariamente nessa área de *buffer*. Isso garante um espaço livre de obstáculos para a conferência imediata da nota fiscal, impedindo que o material invada a área produtiva e permitindo que os itens sejam escoados com agilidade para seus estoques definitivos (Zijm *et al.*, 2019).

Figura 13 – Disposição do Arranjo Físico no Estado Atual (*As-Is*)

Fonte: Acervo do Autor (2026)

Figura 14 – Proposta de Reorganização do Arranjo Físico e Fluxo Logístico (*To-Be*)

Fonte: Acervo do Autor (2026)

Diretrizes Adicionais para a Armazenagem Interna

Além da redistribuição macroscópica dos setores, a microestruturação das prateleiras passou por adequações para garantir a integridade dos materiais e o funcionamento do sistema puxado:

- **Gestão Visual nas Prateleiras:** A estrutura de estocagem deverá ser subdividida logicamente. Cada partição receberá placas de identificação visual detalhando o modelo, cor, classe dimensional e os níveis numéricos de estoque (mínimo, ponto de pedido e máximo). Essa transparência eliminará o cenário de "estoque cego", servindo como a infraestrutura física mandatória para a implementação do sistema *Kanban*.
- **Alocação por Curva ABC e Ergonomia:** Os insumos de maior volume e giro diário (itens da Curva A, como os assentos plásticos do Conjunto Escolar Individual) deverão ser reposicionados nas alturas mais acessíveis das prateleiras. Essa estratégia não apenas acelerará o *setup* de abastecimento da linha, mas também minimizará o esforço ergonômico dos operadores durante as frequentes retiradas de lote (Ohno, 1997).
- **Sistema FIFO:** A disposição física nos estoques passará a obedecer à regra do "Primeiro a Entrar, Primeiro a Sair". Como notado no novo *layout* (Figura 14), projeta-se que as estantes de MDF sejam reposicionadas com espaçamento ao redor, permitindo que as chapas recém-adquiridas sejam alimentadas pelo fundo das estruturas, forçando o consumo dos lotes mais antigos pela face frontal. Essa rotatividade contínua extinguirá o envelhecimento do inventário e prevenirá perdas financeiras por umidade ou empenamento da madeira.

Por fim, é imperativo destacar que, embora o rearranjo físico e o dimensionamento logístico tenham sido estrategicamente guiados pelo produto-foco (Conjunto Escolar Individual), essas intervenções não engessam ou prejudicam o fluxo de fabricação dos demais itens do portfólio. Sob a ótica do *Lean Manufacturing*, a análise operou fundamentada no conceito de "Família de Produtos". Embora as chapas de MDF e os componentes plásticos sejam adquiridos de fornecedores distintos, a aplicabilidade desses insumos é transversal a quase todos os móveis da organização. Como os fornecedores do produto-foco são parceiros comuns que abastecem as necessidades de MDF e plásticos de toda a fábrica, a otimização do ressuprimento gera um efeito de arrasto positivo. Portanto, a simplificação da logística externa e a alocação dos estoques no ponto de uso beneficiam simultaneamente toda a Classe A, B e C da demanda, garantindo um *layout* flexível e responsivo a múltiplas configurações de montagem.

4.3.3 Modelo de Agendamento de Compras e Seleção Estratégica de Fornecedores

A transição para um sistema de ressuprimento enxuto exige uma mudança de paradigma na relação com o mercado fornecedor. O modelo tradicional de compras da empresa, baseado em cotações exaustivas e aprovações isoladas a cada nova demanda, deverá ser substituído pelo desenvolvimento de parcerias estratégicas, garantindo estabilidade financeira e fluidez no abastecimento dos insumos críticos.

Para os itens de maior representatividade produtiva e impacto no prazo de entrega (Curva A, englobando componentes plásticos e chapas de MDF), a empresa estabeleceu contratos de fornecimento contínuo com parceiros previamente homologados. Nesses acordos, os preços de aquisição são pré-fixados e submetidos a reajustes anuais, eliminando o desperdício de tempo (processamento excessivo) inerente às rotinas diárias de orçamentação. Além da estabilidade de custos, devido à impossibilidade de o fornecedor manter inventário físico ocioso ininterruptamente, a parceria estratégica garantiu a negociação de uma "reserva de capacidade produtiva" (janela de produção prioritária). Essa garantia contratual reduz o prazo logístico externo de 25 para 15 dias. Ao aliar essa previsibilidade logística ao acionamento do sistema *Kanban* interno, a empresa desacopla o tempo de ressuprimento (15,5 dias) do prazo de atendimento ao cliente, assegurando que o chão de fábrica tenha material físico disponível na zona verde para iniciar a montagem e cumprir, com segurança, a meta de entrega de 20 dias para o mercado escolar.

Para viabilizar a redução do tempo logístico externo de 25 para 15 dias — especificamente para os componentes plásticos da Curva A —, a proposta estabelece uma reestruturação baseada em negociações conjuntas com os dois principais *players* da cadeia de suprimentos: o fabricante dos componentes, localizado em São Paulo, e o prestador de serviços logísticos responsável pelo transporte até João Monlevade.

Em relação ao fornecedor em São Paulo, a estratégia afasta-se da necessidade de exigir estoques de segurança exclusivos. Como os componentes críticos do Conjunto Escolar possuem alta rotatividade, são comuns a diversos produtos e fabricados em larga escala para atender o mercado nacional, o parceiro já atua com a formação natural de estoques. A negociação comercial foca, portanto, em garantir agilidade na priorização do faturamento e na rápida liberação de carga, aproveitando a disponibilidade imediata dessas peças para eliminar o tempo de espera fabril.

Simultaneamente, a intervenção estende-se à etapa de transporte. No que tange ao agendamento logístico e operacional, o modelo rompe com a prática de recebimentos massivos e esporádicos. Em alinhamento com os preceitos do *Just-in-Time*, os pedidos de ressuprimento passam a ser fracionados junto à transportadora terceirizada, consolidando uma cadência ágil de 6 entregas mensais. Essa dinâmica aprimorada garante que o volume desembarcado seja perfeitamente absorvível pela zona de trânsito rápido do recebimento, nivelando o fluxo logístico entre São Paulo e Minas Gerais para viabilizar o *Lead Time* total de ressuprimento de 15,5 dias documentado no estado futuro.

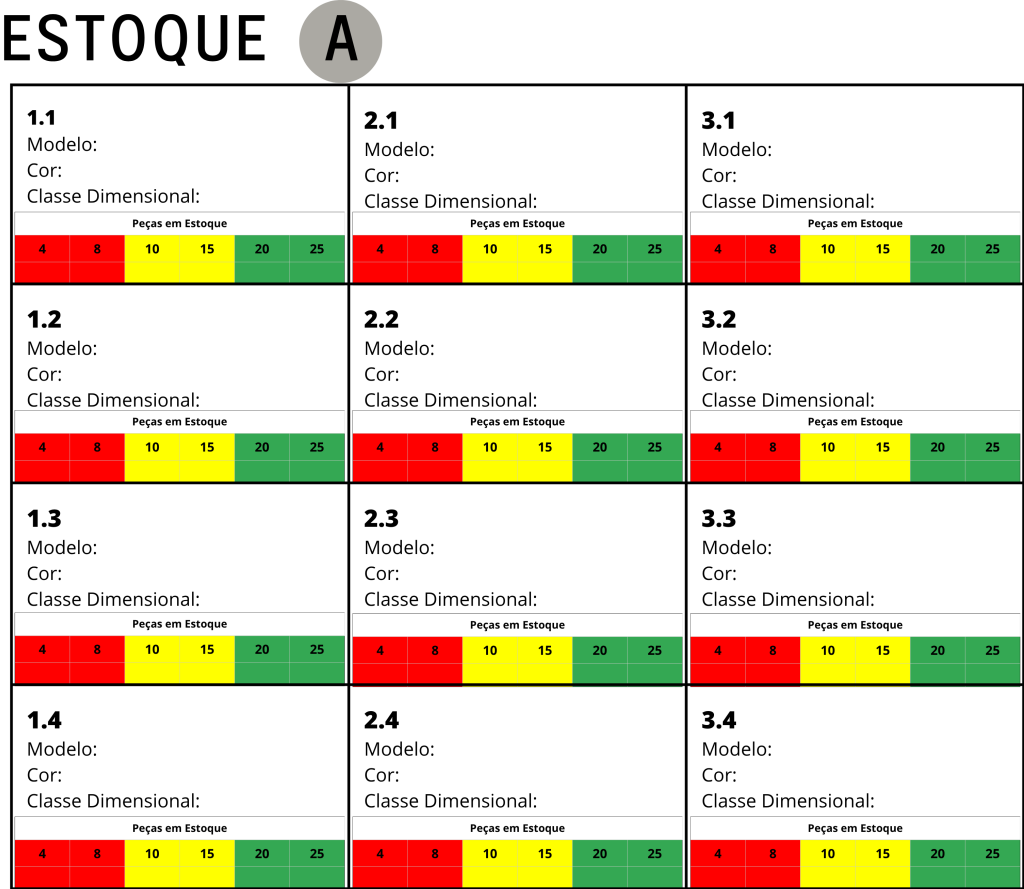
Por fim, para erradicar o principal gargalo administrativo mapeado — o acúmulo de requisições aguardando validação — recomenda-se a instituição de uma nova política de alçadas de aprovação atrelada ao sistema ERP. O modelo proposto concede autonomia ao PPCP para o disparo instantâneo de pedidos rotineiros que estejam dentro dos parâmetros dos contratos homologados. A exigência de validação centralizada pela diretoria ficará restrita a compras de altíssimo impacto financeiro ou fora do escopo padrão. Essa descentralização burocrática garantirá que a requisição de materiais atue no mesmo ritmo ágil exigido pela marcenaria e serralheria, viabilizando a meta de 20 dias para a entrega final ao cliente.

4.3.4 Gestão Visual e Aplicação de Kanban de Materiais

A gestão visual atua como o elo metodológico entre o novo arranjo físico do almoxarifado e o fluxo de informações do (PPCP). Para consolidar a transição de um sistema empurrado para um sistema efetivamente puxado, propõe-se a implementação de um *Kanban* de reposição fundamentado na sinalização direta e física nas próprias prateleiras de armazenagem. Conforme idealizado por Ohno (1997), essa lógica assemelha-se ao funcionamento de um supermercado, onde o consumo físico nas prateleiras dita o ritmo exato de reposição do sistema.

Para operacionalizar essa ferramenta, a estrutura das prateleiras, previamente categorizada, receberá placas de identificação visual que atuam simultaneamente como localizadores e controladores de inventário. Como ilustrado na Figura 15, foi desenvolvido um modelo de painel de controle (exemplificado para o "Estoque A") subdividido em partições (1.1 a 3.4). Cada partição contém a "carteira de identidade" do insumo, exigindo o preenchimento dos campos de Modelo, Cor e Classe Dimensional. Essa padronização informacional atua como um mecanismo à prova de erros, garantindo que o operador localize e consuma o material exato especificado na Ordem de Serviço.

Figura 15 – Placa de Identificação Visual e Controle *Kanban* (Estoque A)



Fonte: Acervo do Autor (2026)

A principal inovação operacional desta proposta é o mecanismo de controle de "Peças em Estoque", situado na base de cada identificador. O painel utiliza uma escala numérica progressiva (de 4 a 25 peças) associada a um padrão semafórico, aplicando na prática o conceito descrito por [Tubino \(2009\)](#). A zona verde (quantidades de 20 a 25) indica as condições normais de operação e o limite de estoque máximo. A zona amarela (quantidades de 10 a 15) representa o momento em que o item "requer atenção", demarcando visualmente o Ponto de Pedido. Por fim, a zona vermelha (quantidades de 4 a 8) alerta para uma situação de urgência, indicando que o processo já começou a consumir o Estoque de Segurança.

O diferencial deste modelo de *Kanban* reside na sua adequação ao escoamento gerado pelas vendas fracionadas (clientes físicos e escolas de pequeno porte). Como essas vendas menores consomem o inventário gradativamente, o ressuprimento não precisa ser acionado a cada unidade vendida. À medida que a produção retira as chapas de **MDF** ou componentes plásticos, o nível visual da prateleira é atualizado (por meio de um marcador físico deslizante ou pela própria exposição das caixas de trás). No exato momento em que a retirada física atinge a faixa amarela (10 a 15 peças), a própria estrutura da prateleira atua como o gatilho informacional. O responsável pelo estoque identifica visualmente a baixa e emite o sinal de ressuprimento, notificando imediatamente o setor de **PPCP**.

Conforme ressaltado por **Corrêa, Giansesi e Caon (2010)**, essa abordagem descentraliza o controle, transformando o galpão em um ambiente visual e autogerenciável. O setor de **PPCP** não precisa mais acessar o sistema virtual ou caminhar até o galpão repetidas vezes para monitorar as flutuações rotineiras, confirmando a afirmação de **Vicente (2022)** de que o controle visual elimina ordens complexas e burocráticas. A equipe administrativa passa a atuar de forma cirúrgica e assertiva apenas quando o sinal do *Kanban* é disparado pelo estoquista. Consequentemente, o modelo previne a ruptura de estoque, garante a disponibilidade contínua de insumos da Curva A e consolida a eliminação do "estoque cego", sustentando o fluxo contínuo projetado no estado futuro da empresa.

4.3.5 Plano de Implantação e Viabilidade Operacional

É fundamental ressaltar que a proposição tecnológica deste estudo não ignora as barreiras financeiras e a resistência cultural inerentes a uma indústria de médio porte. A adoção de um sistema de informação integrado, conforme projetado no fluxo futuro, foi estruturada para ser factível dentro da realidade orçamentária da empresa. Em vez de sugerir a aquisição de um *Enterprise Resource Planning* (ERP) de prateleira, cujo investimento alcançaria dezenas de milhares de reais e exigiria mais de um ano para estabilização, a solução tecnológica propõe o aproveitamento da ferramenta de faturamento e gestão financeira já existente na organização. Ao parametrizar corretamente os dados e expandir a utilização dos módulos desse *software* atual, é possível obter funcionalidades de planejamento equivalentes às de um ERP, mitigando drasticamente os custos de implantação.

Para garantir uma transição segura, não paralisar o controle de estoque e contornar a resistência cultural dos colaboradores, estabelece-se que as melhorias sejam aplicadas através de um cronograma em duas fases consecutivas:

- **Fase 1 - Estabilização Física e Gestão Visual (Curto Prazo):** O primeiro passo da transição não envolve alterações sistêmicas, mas sim a reorganização física do *layout* (Curva ABC e FIFO) e a implementação das placas do sistema Kanban visual nas estruturas de armazenagem. Trata-se de uma solução de baixa tecnologia e implementação imediata. O Kanban descentraliza o controle, extingue o "estoque cego" fisicamente e educa a equipe operacional para a dinâmica de um sistema puxado, sem a necessidade de treinamentos complexos em *softwares*.
- **Fase 2 - Integração Sistêmica (Médio Prazo):** Após a maturação da cultura visual e a estabilização física do almoxarifado garantida pela Fase 1, inicia-se a estruturação do *software* financeiro já existente. Com os colaboradores adaptados ao novo fluxo rítmico da fábrica, os parâmetros reais de consumo validados pelo Kanban são inseridos no sistema. Isso permite automatizar a transição de dados entre o setor comercial e o PPCP de forma gradual, viabilizando as metas informacionais do estado futuro sem rupturas operacionais ou choques orçamentários.

Para consolidar a garantia de aplicação deste projeto, é imprescindível analisar as propostas sob a ótica da alta gestão, identificando os facilitadores operacionais e as potenciais barreiras à adoção do modelo. Durante a apresentação e validação do diagnóstico com a diretoria da organização, evidenciou-se um forte alinhamento quanto à reorganização física e à adoção da Fase 1 de implantação. A gerência enxerga a gestão visual (Kanban) e a otimização direcional do *layout* como os principais facilitadores do processo, reconhecendo o alto impacto organizacional que essas ferramentas promovem a um custo de implementação praticamente nulo.

Por outro lado, o alinhamento com a realidade industrial revelou desafios estruturais, manifestados nas ressalvas da diretoria em relação a dois pilares do estado futuro: a redução drástica dos estoques de segurança e a descentralização da aprovação de compras. Historicamente acostumada à falsa segurança promovida pelos grandes lotes do sistema empurrado, a gerência expressa o receio natural de que a diminuição dos inventários resulte em rupturas produtivas. Somado a isso, a proposta de conferir autonomia ao setor de PPCP para o acionamento direto de ressuprimentos rotineiros esbarra na cultura de controle financeiro altamente centralizado do proprietário.

É exatamente para mitigar essas resistências que o plano de transição faseado atua como a verdadeira "garantia de aplicação" do estudo. A implementação inicial do Kanban operará como uma prova de conceito (*Proof of Concept*): ao demonstrar fisicamente no galpão que o sistema puxado sinaliza a reposição com antecedência e previne a falta de materiais, a gerência adquirirá a segurança empírica necessária. Conclui-se que a superação da barreira cultural não ocorrerá de forma impositiva, mas através da construção de confiança. Os ganhos rápidos de organização promovidos pelo Kanban atuarão como o motor para que a diretoria, ao observar a eficácia do método, ceda gradativamente a autonomia burocrática e compreenda os benefícios de operar com estoques enxutos.

5 Conclusão

O presente estudo teve como objetivo central analisar a gestão de materiais de uma indústria moveleira localizada em João Monlevade - MG, propondo melhorias fundamentadas nos princípios do *Lean Manufacturing*. Ao longo da pesquisa, constatou-se que a sobrevivência e a competitividade em mercados com demanda oscilante — caracterizada pelo dualismo entre grandes licitações públicas e pedidos pulverizados do setor educacional — dependem intimamente da agilidade e da confiabilidade da cadeia de suprimentos interna.

O diagnóstico do estado atual (*As-Is*), viabilizado pelo **VSM**, revelou que o principal gargalo logístico da empresa não residia na velocidade das máquinas no chão de fábrica, mas sim no fluxo informacional. Identificou-se que a ociosidade burocrática, a ausência de um sistema integrado de gestão (que gerava o fenômeno crônico do "estoque cego") e a baixa Consistência e Confiabilidade (**%C&C**) das informações estendiam drasticamente o tempo de processamento das aquisições. Esse cenário empurrado resultava em um *Lead Time* total de entrega de 38 dias para o produto-foco da linha escolar, limitando a capacidade de resposta competitiva da organização.

A partir dessas constatações, as propostas de intervenção do estado futuro (*To-Be*) foram estruturadas para transformar o abastecimento da fábrica em um sistema verdadeiramente tracionado. A estruturação projetada do sistema de gestão atual para atuar como **ERP** acoplada a catálogos padronizados demonstra a capacidade de elevar o índice de **%C&C** das etapas iniciais de 65% para até 95%. Ademais, a reorganização proposta do arranjo físico — fundamentada na Curva ABC e na política **FIFO** — alinhada à adoção de marcadores visuais de *Kanban* diretamente nas prateleiras, visa culminar na eliminação das exaustivas conferências manuais e na descentralização inteligente do monitoramento de estoque.

As diretrizes operacionais de gestão estratégica, prevendo parcerias de longo prazo com fornecedores e a garantia de reservas de capacidade produtiva nas fábricas parceiras, somadas à proposição de uma nova política de alçadas de aprovação, atuarão mitigando as severas esperas do processo. Consequentemente, o modelo proposto viabiliza a redução da previsão de entrega do carro-chefe educacional de 38 para 20 dias, cumprindo plenamente a hipótese de otimização delineada no início desta pesquisa.

Como limitações inerentes ao escopo de um projeto de diagnóstico e reestruturação de processos, destaca-se que as melhorias foram validadas conceitual e matematicamente através do Mapeamento do Fluxo de Valor Futuro, dependendo da subsequente alocação de recursos diretivos para sua implementação física e tecnológica (como a aquisição e customização do [ERP](#)). Para trabalhos futuros, recomenda-se o acompanhamento longitudinal pós-implementação, a fim de mensurar os ganhos financeiros reais na liberação de capital de giro e expandir a aplicação destas ferramentas *Lean* para o segmento de mobiliário corporativo da indústria.

Referências

- ANABA, D. C.; KESS-MOMOH, A. J.; AYODEJI, S. A. Optimizing supply chain and logistics management: A review of modern practices. **Open Access Research Journal of Science and Technology**, v. 11, n. 2, p. 020–028, 2024.
- CARDOSO, G. T.; PUGLISI, J. F. S.; NETO, M. S.; FILHO, P. H. d. S.; OLIVO, A. d. M. Uma abordagem para o estudo do planejamento, programação e controle da produção - (ppcp). **Colloquium Exactarum**, v. 8, n. Especial, p. 105–110, 2016.
- CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N.; CAON, M. **Planejamento, programação e controle da produção: MRP II/ERP: conceitos, uso e implantação**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- DIAS, M. A. P. **Administração de Materiais: Uma Abordagem Logística**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- GOMAA, A. H. Boosting supply chain effectiveness with lean six sigma. **American Journal of Management Science and Engineering**, v. 9, n. 6, p. 156–171, 2024.
- GOVENDER, P.; MAVUTHA, W.; MABOTJA, T. A comparative analysis of lean manufacturing usage in small and medium apparel enterprises in kwazulu-natal, south africa. **International Journal of Research in Business and Social Science**, v. 14, n. 3, p. 30–41, 2025.
- IONEL, S. Lean supply chain management. **The Romanian Economic Journal**, p. 75–90, 2024.
- KHAWKA, Z. M. H.; RAHMAN, A. A.; SIDEK, S. B.; AHMED, S. A. B.; AL-HADEETHI, R. H. F.; AL-DABBAGH, T. Effect of lean supply chain on competitive advantage: a systematic literature review. **Cogent Business & Management**, v. 11, n. 1, 2024.
- KRAJEWSKI, L. J.; MALHOTRA, M. K. **Operations Management: Processes and Supply Chains**. 13. ed. Harlow, England: Pearson, 2022.
- MARCONI, M. d. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- MONCZKA, R. M.; HANDFIELD, R. B.; GIUNIPERO, L. C.; PATTERSON, J. L. **Purchasing & Supply Chain Management**. 7. ed. [S.l.]: Cengage Learning, 2021.
- OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.
- ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 1999.
- SHINGO, S. **O sistema Toyota de produção: do ponto de vista da engenharia de produção**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 1996.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 2002.

SUMI, W. K. S. **O Papel do 5S na Implantação de Ferramentas de Produção Enxuta: Um Estudo de Caso**. 69 p. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção Mecânica)) — Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2017.

TUBINO, D. F. **Planejamento e Controle da Produção: Teoria e Prática**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

VICENTE, A. **A Ferramenta 5S na Produção**. 20 p. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção)) — Anhanguera Educacional, Campinas, 2022.

ZIJM, H.; KLUMPP, M.; REGATTIERI, A.; HERAGU, S. (Ed.). **Operations, Logistics and Supply Chain Management**. [S.l.]: Springer, 2019. (Lecture Notes in Logistics).