

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**BEATRIZ ALBUQUERQUE FRANÇA**

**GESTÃO INTEGRADA DE EMBALAGENS E PROCESSOS GRÁFICOS:**

Da Engenharia do Produto à Competitividade em BIDs

(Estudo de Caso em uma Indústria Gráfica)

João Pessoa

2026

BEATRIZ ALBUQUERQUE FRANÇA

**GESTÃO INTEGRADA DE EMBALAGENS E PROCESSOS GRÁFICOS:**

Da engenharia do produto à competitividade em BIDs

(estudo de caso em uma indústria gráfica)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia de Produção da Universidade Federal da Paraíba, como requisito obrigatório para aquisição do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Silene A. Leite

João Pessoa

2026

**Catálogo na publicação**  
**Seção de Catalogação e Classificação**

F814g Franca, Beatriz Albuquerque.

Gestão integrada de embalagens e processos gráficos:  
ad Engenharia do Produto à Competitividade em BIDs  
(Estudo de Caso em uma Indústria Gráfica) / Beatriz  
Albuquerque Franca. - João Pessoa, 2026.  
68 f.

Orientação: Maria Silene Alexandre Leite.  
TCC (Graduação) - UFPB/CT.

1. Engenharia de embalagens. 2. Processos de  
bidding. 3. Eficiência operacional. 4. Logística de  
consolidação. 5. Competitividade. I. Leite, Maria  
Silene Alexandre. II. Título.

UFPB/BSCT

CDU 658.5(043.2)

BEATRIZ ALBUQUERQUE FRANÇA

**GESTÃO INTEGRADA DE EMBALAGENS E PROCESSOS GRÁFICOS:**


Da engenharia do produto à competitividade em BIDs

(Estudo de caso em uma Indústria Gráfica)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia de Produção da Universidade Federal da Paraíba, como requisito obrigatório para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Aprovado em 01 de abril de 2026

**BANCA EXAMINADORA**


Documento assinado digitalmente  
 **MARIA SILENE ALEXANDRE LEITE**  
Data: 02/04/2026 19:04:47-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dra. Maria Silene Alexandre Leite

Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal da Paraíba

Orientador


Documento assinado digitalmente  
 **ELIZABETE RIBEIRO SANCHES DA SILVA**  
Data: 03/04/2026 09:05:13-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dra. Elizabete Ribeiro Sanches da Silva

Examinador Externo, Universidade Federal de Itajubá

Examinador

Documento assinado digitalmente  
 **LIANE MARCIA FREITAS E SILVA**  
Data: 02/04/2026 21:07:39-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dra. Liane Marcia Silva

Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal da Paraíba

Examinador

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, pelo amor e  
apoio incondicional.

À minha irmã, por ser meu exemplo e inspiração.

Ao meu namorado,  
amigos da universidade e da vida, e colegas de trabalho,  
por todo apoio e contribuição ao longo dessa trajetória.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, pela força, sabedoria e por ter me sustentado ao longo de toda essa trajetória.

Aos meus pais, pelo apoio incondicional, incentivo constante e por sempre acreditarem em mim.

À minha irmã, pelo exemplo, incentivo e presença em todos os momentos.

Ao meu namorado, amigos da universidade e da vida, pelo companheirismo, apoio e por tornarem essa caminhada mais leve.

Aos professores do curso de Engenharia de Produção da UFPB, pelos ensinamentos ao longo da graduação.

Aos profissionais que contribuíram com este trabalho, compartilhando conhecimentos e auxiliando no desenvolvimento das análises.

Por fim, a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

## RESUMO

O presente trabalho investiga o desempenho econômico e operacional do negócio de cintas de papel-cartão de uma empresa do setor gráfico nacional com atuação destacada no fornecimento ao polo fruticultor de Petrolina - PE. A análise parte da constatação de que, apesar de um volume expressivo de produção, 25,9 milhões de cintas no período de janeiro a outubro de 2025, o negócio apresentava baixa performance econômica, evidenciando ineficiências operacionais e vulnerabilidade a variações de insumos e a processos competitivos de bidding. A pesquisa adota abordagem mista (qualitativa e quantitativa), com estratégia de estudo de caso, fundamentada em dados reais extraídos do sistema Metrics ERP e em simulações técnicas realizadas com os softwares EngView Package Designer versão 10 (EngView Systems, 2022), CorelDRAW Graphics Suite 2023 (Corel Corporation, 2023) e Microsoft Excel 365 (Microsoft Corporation, 2021). A partir da análise realizada, foram propostas e quantificadas estratégias de otimização envolvendo engenharia de embalagens, produtividade operacional e organização logística, com foco na melhoria do desempenho do processo produtivo. Os resultados projetados indicam uma melhoria expressiva no desempenho econômico do negócio, com aumento superior a 500% na margem operacional, tornando a operação mais eficiente, competitiva e sustentável. O estudo contribui ao demonstrar, de forma quantitativa e integrada, como as decisões de engenharia de embalagens, produtividade operacional e logística impactam o desempenho econômico e a competitividade em ambientes de bidding no setor gráfico.

**Palavras-chave:** Engenharia de embalagens. Processos de bidding. Eficiência operacional. Logística de consolidação. Competitividade.

## ABSTRACT

This study investigates the economic and operational performance of the paperboard sleeve business in a company within the national graphic industry, with a prominent role in supplying the fruit-growing hub of Petrolina, PE. The analysis is based on the observation that, despite a significant production volume of 25.9 million sleeves between January and October 2025, the business presented low economic performance, revealing operational inefficiencies and vulnerability to input cost variations and competitive bidding processes. The research adopts a mixed-methods approach (qualitative and quantitative), using a case study strategy based on real data extracted from the Metrics ERP system and technical simulations performed with EngView Package Designer version 10 (EngView Systems, 2022), CorelDRAW Graphics Suite 2023 (Corel Corporation, 2023), and Microsoft Excel 365 (Microsoft Corporation, 2021). Based on the analysis, optimization strategies were proposed and quantified, involving packaging engineering, operational productivity, and logistics organization, aiming to improve production process performance. The projected results indicate a significant improvement in economic performance, with an increase of over 500% in operating margin, making the operation more efficient, competitive, and sustainable. The study contributes by demonstrating, in a quantitative and integrated manner, how decisions related to packaging engineering, operational productivity, and logistics impact economic performance and competitiveness in bidding environments within the graphic industry.

**Keywords:** Packaging engineering. Bidding processes. Operational efficiency. Freight consolidation logistics. Competitiveness.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Análise de Pareto da concentração de tiragem por faca.....	39
---	----

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Síntese dos pilares teóricos da competitividade gráfica .....	25
Tabela 2 – Panorama econômico consolidado do negócio de cintas (jan.–out. 2025) .....	33
Tabela 3 – Representatividade dos custos no faturamento (2025) .....	34
Tabela 4 – Desempenho da margem comercial por grupo (2025) .....	35
Tabela 5 – Participação de mercado da indústria analisada no polo de Petrolina–PE .....	36
Tabela 6 – Mix de papéis utilizados na produção de cintas (2025) .....	37
Tabela 7 – Comparação do custo de papel: cenário 2025 × cenário otimizado .....	37
Tabela 8 – Análise de Pareto das facas por volume e índice de aparas (2025) .....	40
Tabela 9 – Nova estrutura de bobinas: distribuição por largura .....	41
Tabela 10 – Comparação das aparas: cenário 2025 × cenário otimizado .....	41
Tabela 11 – Comparação de diagramação: Cliente F (antes × depois) .....	42
Tabela 12 – Impacto econômico da redução de aparas .....	43
Tabela 13 – Impacto do ajuste na velocidade da coladeira .....	44
Tabela 14 – Comparação do custo de transformação: cenário 2025 × otimizado .....	45
Tabela 15 – Tabela de fretes utilizada pela indústria analisada (Petrolina-PE) .....	46
Tabela 16 – Indicadores logísticos executados em 2025 .....	47
Tabela 17 – Simulação de otimização do frete: cenário 2025 × otimizado .....	48
Tabela 18 – Comparação sintética: todos os vetores de custo (2025 × otimizado) .....	49
Tabela 19 – Análise de sensibilidade: margem comercial sob diferentes cenários .....	50
Tabela 20 - Análise de sensibilidade: margem comercial sob diferentes cenários.....	55

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO DO MERCADO GRÁFICO E DE EMBALAGENS.....	12
1.2	PROCESSOS DE BIDDING NO SETOR GRÁFICO .....	14
1.3	PROBLEMA DE PESQUISA E JUSTIFICATIVA .....	15
1.4	OBJETIVOS.....	17
<b>1.4.1</b>	<b>Objetivos gerais .....</b>	<b>17</b>
<b>1.4.2</b>	<b>Objetivos específicos.....</b>	<b>17</b>
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>19</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>26</b>
3.1	TIPO DE ABORDAGEM DA PESQUISA .....	26
3.2	MÉTODO DE PESQUISA.....	27
3.3	PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS .....	28
3.4	PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE DOS DADOS .....	30
3.5	LIMITAÇÕES DA PESQUISA .....	31
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>33</b>
4.1	PANORAMA ECONÔMICO DO NEGÓCIO DE CINTAS EM 2025 .....	33
<b>4.1.1</b>	<b>Dados Gerais do período.....</b>	<b>33</b>
<b>4.1.2</b>	<b>Estrutura de custos.....</b>	<b>34</b>
<b>4.1.3</b>	<b>Análise da margem comercial por cliente .....</b>	<b>34</b>
<b>4.1.4</b>	<b>Posicionamento da indústria analisada no mercado de Petrolina .....</b>	<b>36</b>
4.2	DIAGNÓSTICO DO CUSTO DE PAPEL-CARTÃO (52,1% DO FATURAMENTO).....	36
<b>4.2.1</b>	<b>Mix de papéis utilizados em 2025.....</b>	<b>36</b>
<b>4.2.2</b>	<b>Diagnóstico consolidado e cenário otimizado.....</b>	<b>37</b>
4.3	DIAGNÓSTICO DAS APARAS E DA DIAGRAMAÇÃO TÉCNICA .....	38
<b>4.3.1</b>	<b>Análise de Pareto das facas e concentração de aparas.....</b>	<b>39</b>
<b>4.3.2</b>	<b>Nova estratégia de bobinas e rediagramação.....</b>	<b>40</b>
<b>4.3.3</b>	<b>Exemplo prático: CLIENTE F (faca 1988 - 25,1% da produção) .....</b>	<b>42</b>
<b>4.3.4</b>	<b>Impacto econômico da redução de aparas .....</b>	<b>42</b>
4.4	DIAGNÓSTICO E OTIMIZAÇÃO DO CUSTO DE TRANSFORMAÇÃO (17,6% DO FATURAMENTO).....	43

4.4.1	<b>Relação entre diagramação, folhas processadas e custo de transformação</b> .....	43
4.4.2	<b>Parametrização da velocidade da coladeira</b> .....	44
4.4.3	<b>Simulação do custo de transformação otimizado</b> .....	46
4.5	<b>DIAGNÓSTICO E OTIMIZAÇÃO DO CUSTO LOGÍSTICO (FRETE)</b> .....	46
4.5.1	<b>Modelo de cotação vigente em 2025: frete dedicado por pedido</b> .....	46
4.5.2	<b>Problema identificado: distorção do custo para pequenos volumes</b> .....	47
4.5.3	<b>Cenário de frete em 2025</b> .....	48
4.5.4	<b>Proposta de consolidação logística e simulação econômica</b> .....	48
4.6	<b>SÍNTESE INTEGRADA: COMPARATIVO DOS ORÇAMENTOS REFEITOS (2025 × OTIMIZADO)</b> .....	49
5	<b>RESULTADOS</b> .....	51
5.1	<b>DISCUSSÃO DOS RESULTADOS À LUZ DO REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	51
5.1.1	<b>Custo de papel e sensibilidade econômica em ambientes de bidding</b> .....	51
5.1.2	<b>Aparas e diagramação: a engenharia de embalagens como vantagem competitiva</b> 52	
5.1.3	<b>Custo de transformação: eficiência operacional e eliminação de desperdícios</b> .....	52
5.1.4	<b>Custo logístico: o frete como variável estratégica em bidding</b> .....	53
5.2	<b>ANÁLISE DE SENSIBILIDADE: ROBUSTEZ DO CENÁRIO OTIMIZADO</b> .....	54
5.3	<b>SÍNTESE DOS RESULTADOS E CONTRIBUIÇÃO PARA A LITERATURA</b> .....	55
5.4	<b>DIRETRIZES ESTRATÉGICAS PARA FORMAÇÃO DE PREÇOS E PARTICIPAÇÃO EM PROCESSOS DE BIDDING EM 2026</b> .....	56
6	<b>CONCLUSÃO</b> .....	58
6.1	<b>CONFIRMAÇÃO DOS OBJETIVOS E DA PESQUISA</b> .....	58
6.2	<b>CONTRIBUIÇÕES CIENTÍFICAS</b> .....	59
6.3	<b>CONTRIBUIÇÕES PRÁTICAS</b> .....	59
6.4	<b>LIMITAÇÕES DA PESQUISA</b> .....	60
6.5	<b>SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS</b> .....	60
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	62
	<b>APÊNDICE A – Tópicos orientadores das conversas técnicas realizadas na empresa</b> .....	66

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO MERCADO GRÁFICO E DE EMBALAGENS

A indústria gráfica exerce papel fundamental na cadeia de suprimentos de diversos setores econômicos. Segundo a Associação Brasileira de Embalagem, o setor de embalagens movimenta anualmente mais de R\$120 bilhões no Brasil, atendendo a diversas cadeias produtivas industriais e desempenhando papel estratégico na economia nacional (Abre, 2023). Além de fornecer materiais impressos, o setor atua como agente relevante na comunicação, na logística e na agregação de valor aos produtos. Adicionalmente, dados recentes da ABRE indicam que a expedição de embalagens deve manter sua trajetória de crescimento em 2025, com uma alta projetada de 4,3%, impulsionada pela resiliência do consumo interno e do agronegócio (Abre, 2025).

Nesse contexto, o segmento de embalagens assume posição de destaque na cadeia produtiva, uma vez que a embalagem desempenha múltiplas funções, como proteção do produto, comunicação com o consumidor, identificação e padronização logística (Soroka, 2014). Entre os diferentes tipos de embalagem utilizados na indústria, o papel-cartão apresenta ampla aplicação em setores como alimentos, bebidas, produtos farmacêuticos, cosméticos e o agronegócio, em razão de sua versatilidade, capacidade de impressão e potencial de reciclagem. No contexto nacional, dados do Anuário Estatístico 2025 da Empapel indicam que a receita do setor de embalagens de papel no Brasil superou R\$ 30 bilhões em 2024, impulsionada pelo uso estratégico de impressões mais sofisticadas e tecnológicas, que transformam a embalagem em um vetor relevante de comunicação e agregação de valor aos produtos (Empapel, 2025).

O setor de embalagens caracteriza-se por um ambiente de crescente competitividade, impulsionado pela elevação dos custos de insumos, pela intensificação da concorrência e pela pressão por práticas mais eficientes do ponto de vista operacional. Nesse cenário, empresas industriais passaram a buscar maior eficiência operacional e controle mais rigoroso da estrutura de custos. Pequenas ineficiências ao longo do processo produtivo podem impactar significativamente o custo unitário e, conseqüentemente, a competitividade das empresas no mercado (Slack *et al.*, 2015; Ivanov *et al.*, 2019). No contexto brasileiro, a Abigraf (2025) destaca que a sustentabilidade econômica das indústrias gráficas, especialmente no segmento de embalagens, responsável por 49% da produção física do setor, está diretamente relacionada ao investimento em tecnologia e à busca contínua por eficiência operacional como forma de mitigar pressões de custo e oscilações de mercado.

Além disso, a literatura em gestão de operações e cadeias de suprimentos indica que a competitividade industrial depende cada vez mais da integração entre engenharia de produto, planejamento produtivo e logística. Essa integração permite maior eficiência no uso de recursos, redução de desperdícios e melhor capacidade de resposta em ambientes competitivos (Ivanov *et al.*, 2019). No contexto brasileiro, a Confederação Nacional da Indústria (CNI, 2025) destaca que a articulação entre o planejamento da produção e a logística constitui um fator essencial para o aumento da produtividade industrial e para a superação de gargalos de competitividade em mercados dinâmicos.

Em ambientes industriais nos quais diferentes fornecedores competem por contratos de fornecimento, o controle da composição de custos torna-se ainda mais relevante. Segundo Porter (2008), em mercados caracterizados por elevada pressão por preços, a vantagem competitiva das empresas depende diretamente da capacidade de estruturar processos produtivos eficientes e de controlar custos ao longo da cadeia de valor. Em decorrência disso, decisões relacionadas à matéria-prima, à produtividade operacional e à logística passam a exercer papel determinante no desempenho econômico das organizações. A eficiência na gestão de custos e a inovação nos processos produtivos constituem pilares centrais para sustentar a competitividade industrial brasileira em cenários de elevada pressão de mercado e volatilidade econômica (CNI, 2025).

A empresa analisada insere-se nesse ambiente competitivo como uma das empresas atuantes no setor gráfico nacional, com operações voltadas aos segmentos editorial, promocional e de embalagens. No segmento de embalagens, destaca-se a produção de cintas de papel-cartão destinadas ao polo fruticultor de Petrolina - PE, região reconhecida nacional e internacionalmente pela produção e exportação de uvas. O polo de Petrolina movimenta anualmente volumes expressivos de produtos destinados ao mercado externo, sendo considerado um dos principais polos frutícolas do país, com elevada relevância econômica para o agronegócio brasileiro (Embrapa Semiárido, 2024).

As cintas produzidas para esse mercado apresentam características específicas, como elevado volume de produção, baixo valor unitário e forte sensibilidade a custos ao longo da cadeia produtiva. Nessas condições, variações aparentemente pequenas nos custos de papel, na produtividade operacional ou na logística podem gerar impactos expressivos no resultado econômico final. Esse cenário reforça a necessidade de uma gestão integrada e tecnicamente fundamentada dos processos produtivos.

O setor gráfico tem destacado a relevância da redução de desperdícios como fator determinante para a competitividade industrial. Izidoro et al. (2024) demonstram que a identificação e análise das principais fontes de perdas no processo produtivo permitem reduzir desperdícios de material e melhorar o desempenho operacional, contribuindo diretamente para a eficiência econômica das empresas do setor. Esses achados reforçam a importância da gestão integrada dos processos produtivos, especialmente em contextos de alta escala e sensibilidade a custos, como o analisado neste trabalho.

Diante desse ambiente competitivo, muitas empresas do setor gráfico passaram a adotar processos estruturados de concorrência entre fornecedores, conhecidos como *bidding*, nos quais a definição do fornecedor depende da apresentação de propostas técnicas e comerciais competitivas.

## 1.2 PROCESSOS DE BIDDING NO SETOR GRÁFICO

Com o aumento da competitividade no setor gráfico, tornou-se comum a adoção de processos de concorrência estruturada, conhecidos como *bidding*. O termo *bidding* refere-se a um processo de concorrência privada no qual um cliente solicita propostas a diferentes fornecedores, avaliando aspectos técnicos, comerciais e logísticos para a escolha daquele que melhor atende às suas necessidades de fornecimento (Kraljic, 1983; Van weele, 2018). Processos de concorrência entre fornecedores são amplamente utilizados em cadeias de suprimentos industriais para seleção de parceiros e definição de condições contratuais, envolvendo a avaliação simultânea de preço, capacidade produtiva e confiabilidade de entrega (Tadelis; Lewis, 2019; Chen; Zhang, 2021). Em ambientes de seleção competitiva de fornecedores, os critérios de decisão ultrapassam a dimensão puramente transacional do preço, incorporando atributos estratégicos como velocidade de entrega, qualidade técnica e capacidade de serviço, cujos pesos relativos variam conforme as características do pedido e do produto, exigindo dos fornecedores propostas estrategicamente ajustadas ao perfil da demanda (Hu; Kong; Jia, 2024).

Dentro desse processo, cada proposta apresentada por um fornecedor é denominada *bid*. Assim, enquanto o *bidding* designa o processo competitivo como um todo, o *bid* corresponde à proposta comercial individual, que contém informações como preço, especificações técnicas, prazos e condições de fornecimento. Essa distinção conceitual é amplamente utilizada na literatura relacionada à gestão de suprimentos e seleção de fornecedores (Kraljic, 1983; Van Weele, 2018).

Diferentemente das licitações públicas, os processos de *bidding* no setor gráfico caracterizam-se por maior flexibilidade e são amplamente utilizados por empresas privadas. Esses processos podem ocorrer tanto em contratações pontuais quanto em contratos de fornecimento contínuo (*blanket orders*), nos quais o fornecedor é responsável por atender volumes recorrentes ao longo de um período previamente definido.

Em ambientes de *bidding*, a competitividade das empresas está diretamente relacionada à eficiência de suas operações internas, uma vez que margens reduzidas limitam a capacidade de oferecer propostas atrativas sem comprometer a sustentabilidade econômica do negócio (Porter, 2008). Nesse cenário, a formação do preço deixa de ser uma atividade exclusivamente comercial, passando a depender de decisões técnicas relacionadas ao projeto da embalagem, à eficiência produtiva e à estratégia logística adotada (Van Weele, 2018; Christopher, 2022). Pesquisas sobre empresas manufatureiras demonstram empiricamente que a melhoria da eficiência operacional reduz custos unitários e fortalece a vantagem competitiva de baixo custo, permitindo que as organizações concorram de forma sustentável em ambientes de elevada pressão por preços, com efeitos moderados por fatores organizacionais e incerteza ambiental (Zhang et al., 2024).

Diante desse cenário, compreender como fatores técnicos, produtivos e logísticos influenciam a formação do preço em ambientes de *bidding* torna-se fundamental para a competitividade das empresas do setor gráfico. Essa dinâmica torna-se particularmente relevante no contexto da empresa analisada neste estudo. No contexto industrial brasileiro, a reformulação do modelo de precificação, alinhando-o ao processo produtivo e integrando dados operacionais ao cálculo de preço, proporciona maior confiabilidade na formação de preços e melhor suporte à tomada de decisão comercial (Carvalho; Oliveira, 2024).

### 1.3 PROBLEMA DE PESQUISA E JUSTIFICATIVA

Apesar da presença consolidada da empresa analisada no mercado de cintas de papel-cartão destinadas ao polo fruticultor de Petrolina - PE e do elevado volume de produção anual, a análise dos resultados operacionais da empresa, referentes ao período de janeiro a outubro de 2025, evidenciou uma margem comercial reduzida, da ordem de 3,21%, com base em dados internos extraídos do sistema de gestão Metrics utilizado pela empresa. Essa margem, entendida neste estudo como margem comercial, corresponde à diferença entre o faturamento obtido e os principais custos diretos associados ao produto, incluindo matéria-prima (papel-cartão), custos de

transformação e custos logísticos, considerando os dados consolidados das operações analisadas no período. Esse resultado indica que, embora a empresa conseguisse converter parte dos processos de bidding em pedidos efetivos, o retorno financeiro obtido mostrava-se limitado em relação ao esforço produtivo e comercial necessário para atender à demanda.

A análise preliminar desses dados indicou que esse desempenho não estava relacionado exclusivamente aos preços praticados junto aos clientes, mas principalmente à estrutura interna de custos. Entre os fatores identificados destacam-se a utilização prolongada de uma única largura de bobina para diferentes facas<sup>1</sup>, baixos índices de repetição por folha, elevados níveis de desperdício de papel (aparas), produtividade abaixo do potencial em determinadas etapas do processo produtivo e uma estratégia logística fragmentada, que onerava de forma mais significativa os clientes de menor volume.

A literatura sobre gestão de operações e custos industriais indica que a ausência de integração entre engenharia do produto, produção e logística gera ineficiências cumulativas. Em sistemas produtivos de grande escala, perdas aparentemente pequenas podem comprometer de forma relevante a margem final (Slack *et al.*, 2015; Womack; Jones, 2003). Estudos sobre sistemas de produção e logística demonstram que a falta de sincronização entre etapas como separação de materiais, produção e transporte gera ineficiências que se acumulam ao longo da cadeia produtiva. Por outro lado, a integração coordenada dessas atividades contribui para a redução de perdas e para a melhoria do desempenho operacional em ambientes de grande escala (Pan *et al.*, 2024).

Além disso, em mercados caracterizados por elevada volatilidade nos custos de insumos, como o papel-cartão, margens reduzidas representam risco significativo à sustentabilidade operacional das empresas, uma vez que variações de preço podem tornar determinados contratos economicamente inviáveis em curto prazo (Christopher, 2022). Nesse contexto, a incorporação de critérios de robustez e aversão ao risco nos modelos de decisão contribui para mitigar os efeitos da incerteza de custos e da volatilidade de insumos sobre a sustentabilidade operacional, sendo especialmente relevante em ambientes de margens reduzidas, nos quais a exposição a flutuações de preços compromete a viabilidade competitiva (Lotfi *et al.*, 2024).

---

<sup>1</sup> No setor gráfico, o termo faca designa a ferramenta de corte e vinco utilizada para recortar a embalagem no formato final a partir da folha impressa. Cada faca corresponde a um *layout* específico de produto e é identificada por um código numérico interno. Neste estudo, os códigos de faca são utilizados como referência para identificar os diferentes itens produzidos.

Diante desse contexto, emerge a seguinte questão de pesquisa: **Como a integração entre decisões de engenharia de embalagens, eficiência operacional e estratégia logística pode ampliar a competitividade de uma empresa gráfica em processos de bidding no segmento de cintas de papel-cartão?**

Do ponto de vista teórico, este estudo justifica-se por contribuir para a literatura relacionada à competitividade baseada em custos, à gestão integrada de operações e à formação de preços em ambientes de *bidding*, especialmente no contexto do setor gráfico. Ao analisar de forma conjunta decisões de engenharia do produto, aproveitamento de materiais, produtividade operacional e estratégia logística, o trabalho amplia a compreensão sobre como a integração desses elementos pode impactar diretamente o desempenho econômico em mercados caracterizados por grande escala e margens reduzidas (Porter, 1985; Van Weele, 2018). Pesquisas empíricas evidenciam que a integração interna entre funções organizacionais melhora o desempenho financeiro em empresas que adotam estratégias de liderança em custos, sendo o alinhamento entre o tipo de integração e a estratégia competitiva determinante para a obtenção de resultados superiores em contextos industriais de grande escala (Hendijani; Saei, 2024).

Dessa forma, a realização deste estudo apresenta relevância tanto prática quanto acadêmica, ao fornecer subsídios para a tomada de decisão gerencial e, simultaneamente, contribuir para o avanço do conhecimento na área de Engenharia de Produção, especialmente no que se refere à aplicação de conceitos de gestão de custos e operações em processos de *bidding* no setor gráfico.

## 1.4 OBJETIVOS

### 1.4.1 Objetivos gerais

Propor estratégias de otimização da engenharia de embalagens, da eficiência operacional e da logística, visando reduzir custos e ampliar a competitividade da empresa analisada em processos de *bidding* no mercado de Petrolina.

### 1.4.2 Objetivos específicos

- Diagnosticar a situação econômico-operacional da produção de cintas de papel-cartão no período de janeiro a outubro de 2025, a partir da análise dos custos de papel, desperdício de material, custos de transformação e custos logísticos;

- Identificar os principais pontos de ineficiência nos processos produtivos e logísticos associados à produção das cintas de papel-cartão;
- Desenvolver um cenário otimizado de produção por meio de simulações técnicas aplicadas ao processo produtivo;
- Comparar os resultados do cenário de 2025 com o cenário otimizado, avaliando os impactos sobre custos e margens;
- Propor diretrizes para a formação de preços e para a participação competitiva da empresa em processos de bidding.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 COMPETITIVIDADE E ESTRUTURA DE CUSTOS NO SETOR GRÁFICO

A competitividade no setor gráfico tem sido influenciada por transformações no ambiente industrial, especialmente relacionadas à volatilidade dos custos de insumos, à intensificação da concorrência e à necessidade crescente de eficiência produtiva. Em setores caracterizados por produção em grande escala e baixo valor unitário por item, pequenas variações na estrutura de custos podem impactar de forma significativa o desempenho econômico das empresas. Sob essa perspectiva, a gestão de custos assume papel central na sustentabilidade financeira e na competitividade das organizações industriais (Horngren; Datar; Rajan, 2012; Shank; Govindarajan, 1993). Nesse contexto, a melhoria da eficiência operacional e o controle estruturado dos custos produtivos constituem elementos fundamentais para o fortalecimento da competitividade industrial (Gardas, 2024).

Shank e Govindarajan (1993) destacam que a análise da cadeia de valor permite identificar oportunidades de redução de custos ao longo das etapas produtivas, abrangendo desde a aquisição de matérias-primas até as atividades logísticas associadas à distribuição. Nessa perspectiva, o controle sistemático da base de custos torna-se fundamental para organizações que operam em mercados altamente sensíveis a preço. A literatura contemporânea enfatiza que empresas capazes de alinhar engenharia de produto, planejamento produtivo e logística apresentam maior capacidade de reduzir desperdícios, otimizar o uso de recursos e manter competitividade em ambientes industriais complexos (Ivanov *et al.*, 2019; Christopher, 2022). A integração eficiente dessas funções organizacionais contribui diretamente para a redução de ineficiências operacionais e para a melhoria do desempenho econômico das empresas industriais (Pan *et al.*, 2024).

No setor de embalagens de papel-cartão, essa lógica torna-se particularmente relevante devido à elevada participação da matéria-prima na composição do custo total do produto e à sensibilidade do custo unitário ao rendimento do material. Decisões relacionadas à seleção de substratos, à diagramação técnica das peças e ao controle de desperdícios influenciam diretamente o consumo de matéria-prima e, conseqüentemente, a competitividade econômica das empresas. Soroka (2014) destaca que o projeto técnico da embalagem exerce impacto direto sobre a eficiência produtiva, uma vez que o aproveitamento do material e a geração de aparas afetam simultaneamente os custos de matéria-prima e de transformação. A gestão eficiente do uso de

materiais, associada ao controle do rendimento produtivo, contribui diretamente para a redução de custos e para o aumento da competitividade em operações industriais (Xie, 2024).

Além disso, estudos sobre engenharia de embalagens indicam que o desempenho econômico das operações depende da compatibilidade entre o projeto do produto e o processo produtivo utilizado. Twede e Selke (2005) ressaltam que projetos de embalagem que não consideram adequadamente o aproveitamento do material tendem a gerar desperdícios elevados e reduzir a produtividade das etapas subsequentes do processo industrial. A adoção de práticas voltadas à melhoria contínua e à redução sistemática de desperdícios constitui um fator relevante para o aumento da eficiência operacional em ambientes industriais (Li; Paik, 2025).

Dessa forma, a competitividade baseada em custos no setor gráfico não está associada exclusivamente ao preço ofertado ao mercado, mas à eficiência da estrutura interna de custos que sustenta a competitividade de preços. A integração entre decisões de engenharia de produto, planejamento produtivo e gestão logística permite uma visão sistêmica da configuração de custos ao longo da cadeia produtiva, contribuindo para a formulação de estratégias competitivas sustentáveis (Christopher, 2022; Van Weele, 2018). A coordenação eficiente das atividades produtivas e logísticas contribui para a redução de custos e para o fortalecimento da competitividade em cadeias de suprimentos industriais (Eboli, 2025; Dui, 2024).

## 2.2 PROCESSOS DE BIDDING E SENSIBILIDADE ECONÔMICA

Em ambientes industriais caracterizados por concorrência estruturada entre fornecedores, pequenas variações na estrutura de custos podem gerar impactos significativos na competitividade das propostas comerciais. Nos processos de bidding, em que diferentes empresas disputam contratos de fornecimento por meio da apresentação de propostas técnicas e econômicas, a eficiência na formação de preços torna-se elemento decisivo para a obtenção e manutenção de contratos. Organizações que não possuem controle detalhado de sua composição de custos correm maior risco de apresentar propostas economicamente inviáveis ou de assumir contratos com margens insuficientes para sustentar suas operações (Van Weele, 2018). Nesses cenários, a integração entre áreas técnicas, produtivas e comerciais torna-se essencial para garantir que os preços ofertados reflitam adequadamente os custos reais das operações (Christopher, 2022; Tadelis; Lewis, 2019). A adoção de abordagens estruturadas de análise de custos e suporte à decisão

contribui para maior precisão na formação de preços e para a competitividade das propostas em ambientes de concorrência entre fornecedores (Gardas, 2024).

Assim, a participação recorrente em processos de bidding exige das empresas não apenas eficiência produtiva, mas também capacidade analítica para compreender como variações operacionais influenciam o custo unitário e o preço final ofertado. Em setores industriais sensíveis a custos, como o gráfico, essa sensibilidade econômica torna a gestão integrada da estrutura de custos um fator determinante para a competitividade e para a sustentabilidade dos contratos firmados. A incorporação de critérios analíticos na avaliação de custos e na definição de preços permite maior consistência nas decisões comerciais e maior capacidade de adaptação a variações operacionais e de mercado (Li; Paik, 2025).

### 2.3 ENGENHARIA DE EMBALAGENS E APROVEITAMENTO DE MATERIAIS

A engenharia de embalagens exerce papel estratégico na otimização dos processos produtivos e na redução de custos industriais, especialmente em setores caracterizados por alto volume de produção e baixo valor unitário, como o segmento de embalagens de papel-cartão. Nesse contexto, a embalagem deve ser concebida não apenas como um elemento de proteção e comunicação do produto, mas como parte integrante do sistema produtivo, influenciando diretamente o desempenho operacional e econômico das organizações (Soroka, 2014). A integração entre decisões de projeto e eficiência produtiva contribui para a redução de custos e para o aumento da competitividade em ambientes industriais de grande escala (Kumar *et al.*, 2025).

No setor gráfico, decisões relacionadas ao projeto da embalagem, como definição de facas, diagramação técnica, escolha das dimensões das bobinas e aproveitamento da área útil do papel, impactam diretamente o rendimento do material e o volume de desperdícios gerados ao longo do processo produtivo. Twede e Selke (2005) destacam que o planejamento adequado do layout das embalagens e a revisão periódica dos projetos contribuem para melhorar o aproveitamento do material e reduzir perdas durante as etapas de impressão, corte e acabamento. A otimização do layout produtivo e do aproveitamento de materiais constitui um fator relevante para a redução de desperdícios e para o aumento da eficiência econômica das operações industriais (Xie, 2024).

Ivanov, Dolgui e Sokolov (2019) ressaltam que decisões de engenharia que consideram simultaneamente aspectos produtivos e logísticos contribuem para reduzir desperdícios, otimizar o uso de matérias-primas e aumentar a eficiência global das operações. Soroka (2014) resalta que o

desperdício de material não impacta apenas os custos diretos de produção, mas também a eficiência operacional, uma vez que reduz a capacidade produtiva efetiva e eleva custos associados ao manuseio, transporte interno e descarte. A coordenação entre processos produtivos e logísticos favorece a redução de ineficiências e o melhor aproveitamento dos recursos ao longo da cadeia produtiva (Pan *et al.*, 2024).

Além disso, a engenharia de embalagens está diretamente relacionada à produtividade dos processos industriais. Projetos tecnicamente bem estruturados permitem aumentar o número de repetições por folha, melhorar o aproveitamento da área útil do papel e reduzir o tempo de máquina necessário para atender à demanda produtiva. Nesse sentido, o alinhamento entre projeto da embalagem e processo produtivo torna-se um fator crítico para a eficiência operacional em indústrias gráficas (Twede; Selke, 2005; Ivanov *et al.*, 2019). A aplicação de práticas de melhoria contínua no desenvolvimento de produtos contribui para o aumento da produtividade e para a redução de custos operacionais em ambientes industriais (Li; Paik, 2025).

Dessa forma, práticas sistemáticas de engenharia de embalagens, como revisão periódica de facas, otimização da diagramação, seleção adequada de substratos e dimensionamento correto das bobinas, contribuem para reduzir desperdícios de matéria-prima, melhorar o aproveitamento dos recursos produtivos e diminuir o custo total de produção. A adoção de abordagens estruturadas para análise e otimização do uso de materiais permite maior eficiência produtiva e maior competitividade em operações industriais (Gardas, 2024).

## 2.4 DESPERDÍCIOS, PRODUTIVIDADE E EFICIÊNCIA OPERACIONAL

O desperdício de recursos é amplamente reconhecido como um dos principais fatores de perda econômica em sistemas produtivos. Na perspectiva do Sistema Toyota de Produção, desperdício corresponde a qualquer atividade que consome recursos sem agregar valor ao produto final, comprometendo diretamente a eficiência operacional e a competitividade das organizações (Ohno, 1988). No contexto da gestão de operações, diferentes tipos de desperdícios podem ocorrer ao longo dos processos produtivos, incluindo perdas de material, retrabalho, tempos improdutos e utilização ineficiente dos recursos produtivos. Slack, Brandon-Jones e Johnston (2015) destacam que, em sistemas produtivos de alto volume, pequenas ineficiências acumuladas ao longo das etapas operacionais podem gerar impactos significativos no custo total de produção e na

produtividade das operações. A integração de métricas de sustentabilidade e tecnologias digitais aos princípios do Lean Six Sigma contribui para a otimização da eficiência energética, a redução da geração de resíduos e a melhoria da estabilidade dos processos produtivos (Alanezi; Franchetti, 2025).

No setor gráfico, o desperdício manifesta-se frequentemente sob a forma de aparas de papel, ajustes de máquina, tempos de setup elevados e baixa eficiência no aproveitamento de materiais. Esses fatores reduzem o rendimento produtivo e aumentam o consumo de recursos, pressionando diretamente a estrutura de custos das empresas. Womack e Jones (2003) argumentam que a identificação e a eliminação sistemática dessas perdas constituem um dos pilares da melhoria contínua e da eficiência operacional em ambientes industriais. A aplicação de técnicas voltadas à redução de tempos de setup e ao uso de ferramentas de gestão visual contribui para o aumento da capacidade produtiva e para a redução de perdas de materiais em processos de impressão (Antunes Neto *et al.*, 2024).

Bhamu e Sangwan (2014) destacam que práticas de produção enxuta permitem identificar atividades que não agregam valor, reduzir perdas operacionais e aumentar a eficiência dos processos produtivos. De forma complementar, Ivanov, Dolgui e Sokolov (2019) ressaltam que a integração entre decisões de engenharia, produção e planejamento operacional contribui para melhorar o desempenho produtivo e reduzir ineficiências ao longo da cadeia de produção. Nesse contexto, o uso de algoritmos baseados em simulação integrados aos princípios Lean contribui para a identificação precisa de atividades que não agregam valor e para a estimativa prévia de ganhos de eficiência antes da implementação de melhorias no ambiente produtivo (Pervaz *et al.*, 2024).

Izidoro et al. (2024) evidenciam que a identificação das principais fontes de perdas ao longo do processo produtivo permite reduzir o consumo de matéria-prima, melhorar o aproveitamento dos recursos e aumentar a eficiência das operações. No contexto da indústria gráfica, essas perdas estão frequentemente associadas ao desperdício de papel e à baixa eficiência dos processos, impactando diretamente os custos e a competitividade das empresas.

Dessa forma, a gestão sistemática dos desperdícios e o aprimoramento contínuo da produtividade operacional constituem elementos fundamentais para a competitividade industrial. A adoção de práticas voltadas à melhoria da eficiência produtiva permite reduzir o consumo de recursos, aumentar o rendimento dos processos e fortalecer a sustentabilidade econômica das organizações em mercados caracterizados por elevada pressão por custos.

## 2.5 LOGÍSTICA, CONSOLIDAÇÃO DE CARGAS E IMPACTO NOS CUSTOS

No setor gráfico, os custos logísticos exercem influência direta sobre o custo total do produto, uma vez que produtos de baixo valor unitário tornam o custo de transporte proporcionalmente mais significativo na composição do preço final (Chopra; Meindl, 2021). Em sistemas logísticos industriais, a fragmentação das entregas constitui uma das principais fontes de ineficiência operacional. Ballou (2006) destaca que operações nas quais cada pedido é tratado de forma isolada tendem a elevar o custo unitário de transporte, pois os custos fixos logísticos não são diluídos adequadamente entre diferentes volumes transportados. Diante desse cenário, a consolidação de cargas surge como uma estratégia relevante para aumentar a eficiência econômica das operações logísticas. Nesse contexto, a escolha entre políticas de consolidação baseadas em tempo ou em quantidade deve considerar a volatilidade da demanda para maximizar a previsibilidade das rotas e a redução de custos (Yosephine *et al.*, 2024).

Christopher (2022) ressalta que a consolidação de pedidos e o planejamento integrado das entregas permitem reduzir o custo médio de transporte por unidade, ao possibilitar melhor aproveitamento da capacidade dos veículos e maior racionalização das rotas logísticas. De forma complementar, Hübner, Holzapfel e Kuhn (2016) apontam que sistemas de distribuição baseados em consolidação de cargas e planejamento eficiente das rotas contribuem significativamente para a redução de custos operacionais e para o aumento da eficiência logística. Ivanov, Dolgui e Sokolov (2019) destacam que o alinhamento entre logística e produção permite otimizar o uso dos recursos operacionais e reduzir ineficiências ao longo dos processos industriais. Adicionalmente, o uso de modelos digitais de simulação permite analisar diferentes cenários logísticos e otimizar o planejamento das redes de distribuição, contribuindo para decisões operacionais mais eficientes (Wang, 2025).

No setor de embalagens de papel-cartão, a gestão eficiente da logística torna-se um fator relevante para a competitividade das empresas. Estratégias como consolidação de cargas, definição de janelas de entrega e planejamento integrado das operações logísticas contribuem para reduzir o custo médio de transporte e melhorar o desempenho econômico das operações (Ballou, 2006; Coyle *et al.*, 2023). A integração entre ciclos de consolidação e o planejamento de rotas é determinante para equilibrar prazos de entrega e custos, impactando diretamente a rentabilidade em setores de manufatura com alta sensibilidade a preços (Yosephine *et al.*, 2024).

Dessa forma, a literatura evidencia que a logística deve ser tratada como parte integrante da base de custos das organizações. Em ambientes de concorrência estruturada, como os processos de bidding no setor gráfico, pequenas variações nos custos logísticos podem influenciar diretamente a competitividade das propostas apresentadas pelas empresas (Chopra; Meindl, 2021).

**Tabela 1 - Síntese dos Pilares Teóricos da Competitividade Gráfica - João Pessoa – PB (2026).**

Pilar Teórico	Principais Autores	Foco da Otimização	Impacto na Margem
Competitividade e Estrutura de Custos	Horngren <i>et al.</i> , (2012); Shank e Govindarajan (1993); Ivanov <i>et al.</i> , (2019); Christopher (2022); Gardas (2024); Pan <i>et al.</i> (2024)	Gestão estratégica de custos, análise da cadeia de valor e integração entre engenharia, produção e logística	Redução estrutural de custos e aumento da competitividade em mercados sensíveis a preço
Processos de Bidding e Sensibilidade Econômica	Porter (2008); Van Weele (2018); Tadelis e Lewis (2019); Gardas (2024); Li e Paik (2025)	Formação de preços em ambientes competitivos e análise da influência dos custos operacionais nas propostas comerciais	Maior assertividade na precificação e aumento da competitividade em processos de bidding
Engenharia de Embalagens e Aproveitamento de Materiais	Soroka (2014); Twede e Selke (2005); Ivanov, Dolgui e Sokolov (2019); Kumar <i>et al.</i> (2025); Xie (2024)	Projeto técnico da embalagem, otimização da diagramação, escolha de substratos e maximização do rendimento do material	Redução do consumo de matéria-prima e aumento da eficiência produtiva
Desperdícios, Produtividade e Eficiência Operacional	Ohno (1988); Womack e Jones (2003); Slack <i>et al.</i> , (2015); Bhamu e Sangwan (2014); Alanezi e Franchetti (2025)	Eliminação de desperdícios, melhoria da produtividade, redução de perdas operacionais e uso de práticas Lean e simulação	Redução do custo de transformação e aumento da eficiência operacional
Logística, Consolidação de Cargas e Impacto nos Custos	Chopra e Meindl (2021); Ballou (2006); Christopher (2022); Hübner <i>et al.</i> , (2016); Yosephine <i>et al.</i> , (2024)	Consolidação de cargas, planejamento de rotas, integração logística-produção e otimização da distribuição	Redução do custo logístico por unidade e aumento da competitividade em mercados de baixa margem

**Fonte:** Elaborado pela autora (2026).

Observa-se, portanto, que os pilares teóricos discutidos ao longo deste capítulo convergem para a importância da integração entre engenharia de embalagens, gestão de custos, produtividade operacional e logística como condição para sustentar a competitividade em ambientes industriais caracterizados por forte pressão por preços. Essa articulação conceitual fornece a base teórica para o estudo de caso apresentado nos capítulos seguintes, no qual se busca analisar como melhorias técnicas e operacionais podem ampliar a competitividade de uma empresa gráfica em processos de bidding.

### 3 METODOLOGIA

Este capítulo apresenta os procedimentos metodológicos adotados no desenvolvimento da pesquisa, incluindo a classificação do estudo, a estratégia de investigação, os métodos de coleta e análise de dados e as limitações da pesquisa. A definição desses procedimentos buscou garantir rigor científico, coerência entre os objetivos propostos e as etapas de investigação, bem como a confiabilidade das análises realizadas. Dessa forma, a metodologia adotada permite compreender o problema investigado e fundamentar a proposição de um modelo de otimização aplicado ao contexto da empresa em estudo.

#### 3.1 TIPO DE ABORDAGEM DA PESQUISA

O presente trabalho caracteriza-se como uma pesquisa de natureza aplicada, uma vez que tem como finalidade a geração de conhecimentos voltados à solução de um problema prático inserido em um contexto organizacional específico, conforme definido por Gil (2008). A pesquisa aplicada mostra-se adequada quando o objetivo central consiste em compreender fenômenos reais e propor melhorias diretamente relacionadas à prática organizacional, como ocorre na análise de custos, eficiência operacional e competitividade no setor gráfico.

Quanto à abordagem, a pesquisa adota método misto, combinando perspectivas qualitativa e quantitativa, conforme recomendado por Creswell (2014). A abordagem qualitativa é utilizada para compreender o processo produtivo, as rotinas operacionais e as decisões técnicas relacionadas à engenharia de embalagens, logística e formação de preços. Para isso, foram realizadas observações diretas das rotinas do setor de orçamento e reuniões técnicas com profissionais das áreas de Engenharia, Comercial, Suprimentos e Logística da empresa estudada.

A abordagem quantitativa é empregada na análise de dados numéricos referentes a custos de matéria-prima, desperdícios, volumes processados, custos de transformação e frete, possibilitando a mensuração objetiva dos impactos econômicos associados a diferentes cenários produtivos. Para essa finalidade, foram utilizadas planilhas eletrônicas desenvolvidas no Microsoft Excel, nas quais foram consolidados os dados extraídos do sistema Metrics ERP da empresa e realizadas as simulações de custos, produtividade e margens dos diferentes cenários analisados.

Em relação aos objetivos, a pesquisa classifica-se como descritiva e explicativa. A vertente descritiva é aplicada para detalhar o processo produtivo e logístico da fabricação de cintas de papel-cartão, enquanto a vertente explicativa é utilizada para analisar as causas das variações de

desempenho econômico, especialmente aquelas relacionadas à estrutura de custos, ao desperdício de materiais, à produtividade operacional e à estratégia logística adotada.

Como estratégia de pesquisa, adota-se o estudo de caso, por se tratar da investigação aprofundada de uma unidade organizacional específica, a empresa analisada, permitindo a análise detalhada de seus processos, práticas e resultados. De acordo com Yin (2015), o estudo de caso é indicado quando se busca compreender fenômenos contemporâneos inseridos em contextos reais, nos quais os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos, como ocorre nos processos de bidding e na formação integrada de custos.

### 3.2 MÉTODO DE PESQUISA

O método de pesquisa adotado neste trabalho foi o estudo de caso, considerado adequado para a análise aprofundada de fenômenos contemporâneos inseridos em contextos reais, especialmente quando os limites entre o fenômeno estudado e o ambiente organizacional não estão claramente definidos. De acordo com Yin (2015), o estudo de caso permite investigar processos complexos de forma detalhada, possibilitando a compreensão das relações entre decisões técnicas, operacionais e econômicas.

A pesquisa caracteriza-se como um estudo de caso único, com abordagem exploratória e analítica, uma vez que se concentra na análise aprofundada de uma única organização e de um processo produtivo específico. Essa estratégia é recomendada quando o caso analisado apresenta relevância prática, complexidade operacional e potencial para geração de conhecimento aplicado, características alinhadas aos objetivos deste estudo (Yin, 2015).

O estudo de caso foi desenvolvido em uma indústria do setor gráfico com atuação nacional, com foco específico na produção de cintas de papel-cartão destinadas ao mercado fruticultor de Petrolina - PE. A unidade de análise corresponde ao processo produtivo e à estrutura de custos associada à fabricação dessas cintas, incluindo decisões relacionadas à matéria-prima, transformação, produtividade e logística.

A escolha desse objeto de estudo justifica-se por três fatores principais. Primeiramente, trata-se de um produto caracterizado por alto volume de produção e baixo valor unitário, no qual pequenas variações nos custos podem gerar impactos significativos na margem econômica. Em segundo lugar, o processo produtivo envolve múltiplas decisões técnicas de engenharia de embalagens, diretamente relacionadas ao aproveitamento de materiais e à geração de desperdícios.

Por fim, o produto apresenta elevada sensibilidade aos custos logísticos, em função da distância geográfica entre a planta produtiva e o mercado atendido.

Dessa forma, o estudo de caso permite analisar, de maneira integrada, a relação entre engenharia de embalagens, estrutura de custos, produtividade operacional, logística e competitividade em processos de bidding, contribuindo para a compreensão dos fatores que influenciam o desempenho econômico da empresa e subsidiando a proposição de melhorias técnicas e estratégicas.

### 3.3 PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS

A coleta de dados deste estudo foi realizada por meio de fontes primárias e secundárias, de forma a garantir a abrangência, confiabilidade e triangulação das informações analisadas, conforme recomendado para estudos de caso em pesquisas aplicadas na área de Engenharia de Produção (Yin, 2015).

As fontes primárias compreenderam, principalmente, a participação direta da pesquisadora nas atividades do setor de Orçamento da indústria analisada, o que possibilitou a observação sistemática dos processos de formação de preços e análise de custos. A partir da base de dados extraída do sistema Metrics ERP e organizada em planilha eletrônica, a pesquisadora realizou o diagnóstico da situação do negócio em 2025 e, em seguida, conduziu conversas técnicas direcionadas com profissionais-chave da organização. Embora não tenha sido aplicado um questionário estruturado, as interações seguiram um conjunto de tópicos orientadores relacionados à análise de custos, produtividade e logística, apresentados no Apêndice A deste trabalho.

Essas conversas ocorreram de forma individual ou em pequenos grupos, sempre a partir da análise prévia da tabela consolidada de orçamentos. Em vez de aplicar um questionário formal, a pesquisadora apresentou os resultados parciais da análise (margens, consumo de papel, índices de aparas e comportamento do frete). A partir desses dados, cada profissional avaliou os resultados sob a ótica de sua área e indicou possíveis melhorias. Participaram desse processo, principalmente:

- Supervisor de Engenharia e Acabamento de Embalagens, com aproximadamente seis anos de atuação na empresa, responsável por discutir as facas com maior representatividade, revisar repetições por folha, parâmetros de setup e índices de aparas, bem como propor o redesenho de facas e imposições com foco em aumento do aproveitamento de papel;

- Coordenador de Orçamento de Vendas, com cerca de nove anos de experiência na empresa, encarregado de analisar os critérios de custeio, verificar a consistência dos parâmetros cadastrados no Metrics ERP e apoiar a estruturação da base comparativa entre cenários;
- Gerente de Supply (Suprimentos), com dois anos de experiência na área, que atuou na análise e validação dos preços e condições de compra do papel-cartão, dada a relevância desse insumo na estrutura de custos do produto.

As interações com esses profissionais ocorreram ao longo de aproximadamente três meses, por meio de reuniões técnicas periódicas com duração média entre 30 e 60 minutos, complementadas por esclarecimentos pontuais ao longo da rotina de trabalho. As contribuições das áreas de Produção e Logística foram obtidas em contatos mais breves, voltados à validação de parâmetros operacionais, como produtividade, velocidade de máquina e configuração de cargas, sendo registradas em notas de campo pela pesquisadora.

Como fontes secundárias, foram utilizados dados extraídos de sistemas internos da empresa, especialmente planilhas de orçamentos detalhadas referentes ao ano de janeiro a outubro de 2025, registros históricos de orçamentos e informações sobre pedidos efetivamente convertidos ao longo do ano. Esses dados permitiram a análise quantitativa dos principais componentes de custo associados à produção de cintas de papel-cartão. Foram coletadas e analisadas informações referentes aos custos de matéria-prima (papel-cartão), índices de desperdício de material (aparas), custos de transformação, incluindo velocidade de máquina e produtividade operacional, e custos logísticos, especialmente aqueles relacionados ao transporte e à consolidação de cargas destinadas ao mercado de Petrolina - PE.

Esses dados foram organizados e consolidados em uma planilha eletrônica estruturada no Microsoft Excel, que serviu de base tanto para o diagnóstico do cenário de 2025 quanto para a construção dos cenários simulados apresentados no capítulo de resultados. A utilização combinada de observação direta, conversas técnicas com profissionais experientes e base de dados interna possibilitou uma visão integrada do processo produtivo e da estrutura de custos, contribuindo para a consistência das análises e para a fundamentação das simulações e comparações realizadas nos capítulos subsequentes. Além disso, a análise documental dos registros extraídos do sistema Metrics ERP e a validação técnica das premissas com especialistas da empresa permitiram a triangulação das fontes de evidência, aumentando a confiabilidade das interpretações e a robustez dos resultados obtidos, conforme recomendado para estudos de caso por Yin (2015).

Cabe destacar que, durante o desenvolvimento desta pesquisa, a autora exercia atividade profissional no setor de Orçamento da própria indústria analisada, configurando uma posição dual de pesquisadora-participante. Conforme alertado por Yin (2015), essa condição exige atenção especial ao risco de viés de confirmação, uma vez que a proximidade com o objeto de estudo pode influenciar, de forma não intencional, a interpretação dos dados. Para mitigar esse risco, adotaram-se três medidas: (i) todas as análises quantitativas foram baseadas exclusivamente em dados extraídos do sistema Metrics ERP, sem manipulação manual dos registros originais; (ii) as premissas técnicas utilizadas nas simulações foram validadas por profissionais de áreas distintas, Engenharia, Suprimentos e Logísticas, reduzindo a dependência de julgamentos individuais; e (iii) os resultados intermediários foram submetidos à revisão da orientadora antes da consolidação final. Essas medidas buscam garantir a validade interna do estudo, sem eliminar a limitação inerente à inserção da pesquisadora no contexto investigado, limitação está reconhecida e explicitada na Seção 3.5.

#### 3.4 PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE DOS DADOS

A análise dos dados foi conduzida de forma estruturada e sequencial, sendo organizada em duas etapas principais, com o objetivo de compreender a situação econômica do negócio e avaliar os impactos de cenários alternativos de produção.

Na primeira etapa, foi realizado o diagnóstico da produção de cintas de papel-cartão no ano de 2025, com base nos dados coletados nos sistemas internos da empresa e nas planilhas de custos analisadas. Essa análise permitiu apurar a margem comercial do período e identificar sua relação com os principais componentes de custo, fornecendo a base quantitativa para o diagnóstico apresentado no Capítulo 4. Nessa fase, foram considerados os custos efetivamente praticados, incluindo custos de matéria-prima (papel-cartão), custos de transformação e custos logísticos, bem como os resultados econômicos obtidos a partir dos orçamentos convertidos em pedidos. A partir dessas informações, foram identificados pontos de ineficiência relacionados ao aproveitamento de materiais, à produtividade dos processos produtivos e à estratégia logística adotada.

Na segunda etapa, foram realizadas simulações de cenários, nas quais se considerou a aplicação de melhorias técnicas e estratégicas previamente identificadas a partir do diagnóstico inicial. Essas melhorias foram organizadas em três eixos principais: otimização da engenharia de embalagens, com revisão das diagramações e larguras de bobinas; gestão estratégica de

suprimentos, com análise comparativa de substratos alternativos; e eficiência logística, com simulação de um modelo de consolidação de cargas. Para cada eixo, foram calculados os impactos sobre o custo unitário e a margem comercial, mantendo-se constantes os preços praticados junto aos clientes, de modo a isolar o efeito das alterações na estrutura interna de custos.

Os cálculos e consolidações foram realizados em planilhas eletrônicas estruturadas no Microsoft Excel, utilizadas para a apuração e simulação de custos, produtividade e margens nos diferentes cenários analisados. Para as análises relacionadas à diagramação técnica e ao aproveitamento de material, foi utilizado o software EngView Package Designer (EngView Systems, 2022), amplamente empregado na indústria gráfica para o planejamento de imposições, cálculo de rendimento de substratos e otimização do uso de papel em processos de corte e vinco.

A comparação entre o cenário observado em 2025 e o cenário otimizado permitiu avaliar quantitativamente os ganhos potenciais em termos de redução de custos e aumento da margem comercial. Os resultados das simulações foram então comparados ao cenário real de 2025, possibilitando a mensuração dos ganhos potenciais obtidos com a aplicação das melhorias propostas. Esses resultados serviram de base para a análise crítica apresentada no Capítulo 5 e para a proposição de diretrizes estratégicas voltadas à formação de preços e à participação da empresa em processos de bidding no ano de 2026.

### 3.5 LIMITAÇÕES DA PESQUISA

Como toda pesquisa de natureza aplicada, o presente estudo apresenta algumas limitações que devem ser consideradas na interpretação de seus resultados. Primeiramente, os achados obtidos estão condicionados ao contexto específico da indústria analisada, bem como às características do produto analisado e ao recorte temporal definido, correspondente ao ano de 2025. Dessa forma, os resultados não podem ser automaticamente generalizados para outras empresas ou segmentos do setor gráfico sem as devidas adaptações contextuais.

Além disso, as simulações de cenários realizadas baseiam-se em dados históricos, parâmetros operacionais vigentes no período analisado e premissas técnicas definidas a partir da realidade observada. Tais premissas podem sofrer variações decorrentes de mudanças nas condições de mercado, na disponibilidade e no custo de insumos, na demanda dos clientes ou na estrutura logística, o que pode impactar os resultados projetados.

Adicionalmente, destaca-se que o estudo não contempla a análise de fatores externos de natureza macroeconômica ou regulatória, os quais podem influenciar os processos de *bidding* e a competitividade do setor gráfico de forma indireta.

Apesar dessas limitações, o estudo apresenta contribuições relevantes ao demonstrar, de forma estruturada e aplicada, como a integração entre engenharia de embalagens, estrutura de custos, produtividade operacional e logística pode impactar significativamente a competitividade e a margem econômica em processos de *bidding*, oferecendo subsídios práticos para a tomada de decisão gerencial.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 PANORAMA ECONÔMICO DO NEGÓCIO DE CINTAS EM 2025

Este capítulo apresenta o diagnóstico técnico-econômico do negócio de cintas de papel-cartão da indústria analisada, desenvolvido a partir dos dados reais extraídos do sistema Metrics ERP e das simulações técnicas realizadas com os softwares EngView, CorelDRAW e Microsoft Excel. O período de análise compreende janeiro a outubro de 2025, abrangendo todos os orçamentos efetivamente faturados no período. A análise está estruturada em cinco vetores principais: panorama geral do negócio, custo de papel-cartão, diagramação e índice de aparas, custo de transformação e custo logístico.

#### 4.1.1 Dados Gerais do período

No período analisado, a indústria produziu 25.907.200 cintas de papel-cartão destinadas ao polo fruticultor de Petrolina-PE, gerando um faturamento total de R\$2.875.766,00. O preço médio unitário praticado foi de R\$0,11 por cinta. No total, foram expedidos 409 pallets, com média de 7 pallets por entrega, e consumidas aproximadamente 190 toneladas de papel-cartão (190.097 kg).

**Tabela 2 – Panorama econômico consolidado do negócio de cintas (jan.–out. 2025) – João Pessoa – PB (2026).**

Indicador	Valor
Volume produzido	25.907.200 cintas
Faturamento total	R\$ 2.875.766,00
Preço médio unitário	R\$ 0,11
Consumo total de papel	~190 toneladas
Índice médio de aparas	9,01%
Custo total de aparas	R\$ 135.493,00
Total de pallets expedidos	409 pallets
Média de pallets por entrega	7 pallets
Margem comercial média	3,21%
Margem comercial total	R\$ 92.410,49

**Fonte:** Elaborado pela autora com base em dados do Metrics ERP (2026).

#### 4.1.2 Estrutura de custos

A decomposição do custo total evidencia que o papel-cartão constitui o principal elemento de pressão econômica do negócio, representando 52,1% do faturamento. Em seguida destacam-se os custos de transformação (17,6%) e os custos logísticos de frete (9,7%). A margem comercial resultante foi de apenas 3,21%, indicando uma estrutura econômica sensível a pequenas variações nos principais componentes de custo.

**Tabela 3 – Representatividade dos custos no faturamento – João Pessoa - PB (2026).**

<b>Componente de custo</b>	<b>Valor (R\$) / Participação</b>
Papel (matéria-prima)	R\$1.498.228,19 - 52,1%
Transformação	R\$507.005,00 - 17,6%
Frete (logística)	R\$277.876,00 - 9,7%
Margem comercial	R\$92.410,49 - 3,21%

**Fonte:** Elaborado pela autora com base em dados do Metrics ERP (2026).

#### 4.1.3 Análise da margem comercial por cliente

A análise detalhada da margem comercial evidencia a coexistência de clientes com margens positivas e negativas. Os itens com margem positiva, que totalizaram faturamento de R\$1.425.414,00 e tiragem de 10.070.200 cintas, apresentaram margem média de 19,83%. Por outro lado, os itens com margem negativa, que representaram faturamento de R\$1.450.352,00 e tiragem de 15.837.000 cintas, registraram margem média de -13,12%. Essa dispersão explica como, mesmo com volumes expressivos de produção e faturamento, o resultado consolidado do negócio se reduz a uma margem média de apenas 3,21%.

**Tabela 4– Desempenho da margem comercial por grupo – João Pessoa – PB (2026).**

Grupo / Cliente	Tiragem (cintas)	Faturamento (R\$)	Margem (R\$)	Margem (%)
CLIENTE A - positivo	1.100.000	R\$ 96.800,00	R\$ 4.326,96	4,47%
CLIENTE B - positivo	1.700.000	R\$ 184.280,00	R\$ 13.894,71	7,54%
CLIENTE C - positivo	6.870.200	R\$ 1.091.134,00	R\$ 259.269,33	23,76%
CLIENTE D - positivo	400.000	R\$ 53.200,00	R\$ 5.208,28	9,79%
CLIENTE E - negativo	300.000	R\$ 24.000,00	-R\$ 22.507,20	-93,78%
CLIENTE A - negativo	5.317.000	R\$ 474.566,00	-R\$ 46.664,83	-9,83%
CLIENTE F - negativo	6.500.000	R\$ 565.506,00	-R\$ 72.258,23	-12,78%
CLIENTE G - negativo	2.520.000	R\$ 265.080,00	-R\$ 33.223,73	-12,53%
CLIENTE H - negativo	1.200.000	R\$ 121.200,00	-R\$ 15.634,80	-12,90%
TOTAL GERAL	25.907.200	R\$ 2.875.766,00	R\$ 92.410,49	3,21%

**Fonte:** Elaborado pela autora com base em dados do Metrics ERP (2026).

Observa-se que os clientes com margem negativa não são necessariamente decorrentes de falhas comerciais isoladas, mas resultam, em grande parte, da necessidade de atender preços-alvo (target prices) estabelecidos pelos clientes em processos de bidding altamente competitivos. Nesses casos, a empresa ajusta seus preços para manter a participação no mercado, mesmo com margens reduzidas ou negativas.

Entretanto, a análise evidencia que essas margens negativas também estão associadas a ineficiências operacionais internas, como diagramações com baixo aproveitamento de material, utilização de bobinas não otimizadas e custos logísticos elevados decorrentes do modelo de frete dedicado. Dessa forma, parte relevante das perdas observadas não decorre exclusivamente da pressão comercial, mas da estrutura de custos do processo produtivo, reforçando a necessidade de otimização integrada dos fatores técnicos e operacionais.

#### 4.1.4 Posicionamento da indústria analisada no mercado de Petrolina

Em 2025, a indústria analisada produziu aproximadamente 25,9 milhões de cintas, o que representa cerca de 12% de um mercado estimado em 246 milhões de cintas anuais no polo de Petrolina. Esse mercado apresenta potencial de faturamento aproximado de R\$24,6 milhões por ano. Dessa forma, o mercado potencial ainda não atendido, estimado em 88% do volume total, representa uma importante oportunidade de expansão para a empresa.

**Tabela 5 – Participação de mercado da indústria analisada no polo de Petrolina–PE - João Pessoa – PB (2026).**

Indicador	Valor
Mercado total estimado	246 milhões de cintas / ano
Faturamento potencial do mercado	R\$24,6 milhões / ano
Produção (Jan-Out 2025)	25,9 milhões de cintas
Faturamento (Jan-Out 2025)	R\$2,8 milhões / ano
Participação de mercado atual	12%
Mercado potencial não atendido	88%

**Fonte:** Elaborado pela autora com base em dados do Metrics ERP (2026).

#### 4.2 DIAGNÓSTICO DO CUSTO DE PAPEL-CARTÃO (52,1% DO FATURAMENTO)

O custo de papel-cartão constitui o principal vetor de pressão econômica no negócio de cintas, representando R\$1.498.228,19, equivalente a 52,1% do faturamento total. A análise dos dados extraídos do sistema Metrics ERP indica que, ao longo de 2025, a produção utilizou três tipos de papel-cartão em proporções distintas, resultando em um preço médio ponderado de R\$7,88/kg.

##### 4.2.1 Mix de papéis utilizados em 2025

Nos primeiros meses de 2025, predominou o Cartão Duplex Impona (R\$9,39/kg), o insumo de maior custo entre os utilizados. Ao longo do ano, a empresa migrou gradualmente para o Cartão C1 (R\$7,97/kg) e, posteriormente, para o Cartão Duplex Refibra (R\$7,50/kg), adotado com maior intensidade a partir do segundo semestre. Essa transição contribuiu para a redução do custo unitário

do insumo ao longo do período analisado. Entretanto, o efeito dessa substituição foi limitado pelo elevado volume produzido com papéis de maior custo nos primeiros meses do ano.

**Tabela 6 – Mix de papéis utilizados na produção de cintas – João Pessoa - PB (2025).**

Tipo de papel	Custo (R\$/kg)	Período predominante
Cartão Duplex Impona	R\$ 9,39	Janeiro - março 2025
Cartão C1	R\$ 7,97	Março - julho 2025
Cartão Duplex Refibra	R\$ 7,50	Julho - novembro 2025
Média ponderada 2025	R\$ 7,88	-

**Fonte:** Elaborado pela autora com base na Base 2025 – Metrics ERP (2026).

#### 4.2.2 Diagnóstico consolidado e cenário otimizado

Com base nas simulações realizadas pela área técnica da empresa, foi identificado o papel Allyking Cream 190g/m<sup>2</sup> (R\$6,50/kg) como alternativa viável para o cenário otimizado, apresentando compatibilidade com os requisitos técnicos do produto e disponibilidade no mercado fornecedor.

Mantendo-se constante o volume total de 190.097 kg consumidos no período analisado (equivalente a aproximadamente 190 toneladas), a substituição do mix atual pelo papel Allyking Cream resulta em uma redução expressiva do custo total de matéria-prima.

**Tabela 7 – Comparação do custo de papel: cenário 2025 × cenário otimizado – João Pessoa – PB (2026)**

Indicador	Cenário 2025	Cenário Otimizado (Allyking)
Consumo de papel	190.097kg	190.097kg
Preço médio do papel	R\$7,88/kg	R\$6,50/kg
Custo total de papel	R\$ 1.498.228,19	R\$ 1.235.630,50
Redução estimada	-	R\$262.597,69 (-17,53%)

**Fonte:** Elaborado pela autora com base em dados do Metrics ERP (2026).

Após a implementação da melhoria proposta, o custo total de papel passaria para R\$1.235.630,50, gerando uma redução de R\$262.597,69. Essa economia representa 17,53% em relação ao custo de papel e 9,13% do faturamento total, produzindo impacto direto na margem do negócio, mesmo sem qualquer alteração nos demais componentes da estrutura de custos.

#### 4.3 DIAGNÓSTICO DAS APARAS E DA DIAGRAMAÇÃO TÉCNICA

Paralelamente ao custo unitário do papel, o índice de aparas constitui a segunda dimensão crítica do custo de matéria-prima. No processo de conversão de papel-cartão, as aparas correspondem às sobras de material geradas durante as etapas de corte e vinco das folhas. Essas sobras resultam do espaço não aproveitado na diagramação das peças sobre a área útil do papel e estão associadas às limitações geométricas entre as dimensões das peças, a largura das bobinas utilizadas e o número de repetições por folha. Embora parte desse material possa ser destinada à reciclagem, do ponto de vista econômico as aparas são tratadas como perda de matéria-prima, uma vez que o material adquirido não é convertido em produto final comercializável.

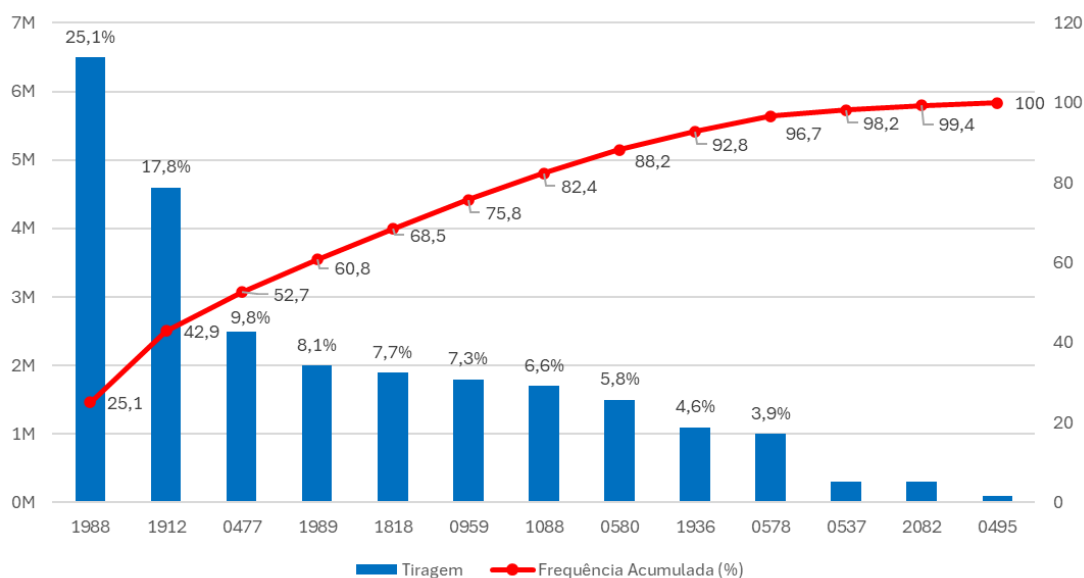
Em 2025, o índice médio de aparas foi de 9,01%, resultado da utilização predominante de bobinas de largura única (642 mm) e de diagramações com baixo número de repetições por folha. A análise de Pareto indicou que aproximadamente 50% do volume total de produção concentrava-se em três facas principais, todas operando com diagramações que subutilizavam a largura disponível do papel.

A análise do índice de aparas deve ser contextualizada à luz dos padrões de referência da indústria. A literatura especializada em embalagens de papel-cartão indica que operações eficientes de corte e vinco tendem a operar com índices de aparas entre 3% e 7%, a depender do grau de complexidade geométrica do produto, do número de repetições por folha e da adequação das larguras de bobinas às dimensões das peças (Soroka, 2014; Twede; Selke, 2005).

As operações com índices superiores a 8% são frequentemente associadas, na literatura técnica, a diagramações inadequadas, utilização de bobinas de largura padronizada sem revisão periódica e ausência de otimização sistemática das imposições (Twede; Selke, 2005). Nesse contexto, o índice médio de aparas de 9,01% observado no período analisado posiciona-se acima da faixa de eficiência de referência, configurando um indicativo concreto de oportunidade de melhoria com impacto direto no custo de matéria-prima.

### 4.3.1 Análise de Pareto das facas e concentração de aparas

Figura 1: Análise de Pareto da concentração de tiragem por faca – João Pessoa – PB (2026)



Fonte: Elaborado pela autora com base em dados do Metrics ERP (2025).

Na Figura 1, as barras representam o volume de tiragem por faca, enquanto a linha de frequência acumulada indica a participação percentual acumulada dessas facas no volume total produzido. Essa curva permite identificar a concentração da produção, evidenciando quantas facas são responsáveis pela maior parcela do volume total. No caso analisado, observa-se que um número reduzido de facas concentra grande parte da produção, caracterizando um comportamento típico de Pareto, no qual poucos itens representam a maior parte do impacto no processo.

A Tabela 8 apresenta o diagnóstico por faca, ordenado por volume de tiragem, com os respectivos índices de aparas no cenário de 2025. O principal cliente, CLIENTE F (faca 1988), representou 25,1% de toda a produção, operando com índice de aparas de 14,10%. Outras facas relevantes também apresentaram níveis elevados de perda de material, como a faca 0578 (CLIENTE G), com 14,16%, e a faca 1818 (CLIENTE A), com 11,80%, todas utilizando a bobina padrão de 642 mm.

**Tabela 8 – Análise de Pareto das facas por volume e índice de aparas – João Pessoa - PB (2026).**

Faca / Cliente	Tiragem	Aparas 2025	Repetições	Pareto
1988 - CLIENTE F	6.500.000	14,10%	12	25,10%
1912 - CLIENTE C	4.620.200	5,80%	15	17,80%
0477 - CLIENTE A	2.535.000	8,60%	16	9,80%
1989 - CLIENTE C	2.100.000	4,73%	14	8,10%
1818 - CLIENTE A	1.992.000	11,80%	13	7,70%
0959 - CLIENTE A	1.890.000	13,20%	13	7,30%
1088 - CLIENTE B	1.700.000	5,10%	16	6,60%
0580 - CLIENTE G	1.500.000	6,30%	14	5,80%
1936 - CLIENTE H	1.200.000	12,30%	12	4,60%
0578 - CLIENTE G	1.020.000	14,16%	12	3,90%
0537 - CLIENTE D	400.000	11,10%	13	1,50%
2082 - CLIENTE E	300.000	4,20%	16	1,20%
0495 - CLIENTE C	150.000	13,20%	13	0,60%
TOTAL GERAL	25.907.200	9,01% (média)	14 (média)	-

**Fonte:** Elaborado pela autora com base em dados do Metrics ERP (2026).

#### **4.3.2 Nova estratégia de bobinas e rediagramação**

Com base no diagnóstico realizado, a engenharia de embalagens revisou a diagramação de todas as facas com apoio do software EngView, substituindo a bobina padrão única de 642 mm por três larguras otimizadas: 1037 mm, 980 mm e 820 mm.

A seleção da largura de bobina para cada faca considerou o histórico de volume de produção e as dimensões físicas das cintas, buscando maximizar o aproveitamento da área útil do papel e minimizar o índice de aparas.

**Tabela 9 – Nova estrutura de bobinas: distribuição por largura (volume de papel kg) – João Pessoa – PB (2026).**

Largura da bobina	Volume de papel alocado (kg) / Representação
1037 mm	78.830 kg – 41,1%
820 mm	57.976 kg – 30,2%
980 mm	55.113 kg – 28,7%
Total	191.919 kg – 100%

**Fonte:** Elaborado pela autora com base em dados do Metrics ERP (2026).

**Tabela 10 – Comparação das aparas: cenário 2025 × cenário otimizado – João Pessoa – PB (2026).**

Faca / Cliente	Aparas 2025	Repetições 2025	Aparas Otimizado	Repetições Otimizada
1988 - CLIENTE F	14,10%	12	3,66%	22
1912 - CLIENTE C	5,80%	15	3,61%	26
0477 - CLIENTE A	8,60%	16	2,53%	28
1989 - CLIENTE C	4,73%	14	7,06%	24
1818 - CLIENTE A	11,80%	13	4,45%	15
0959 - CLIENTE A	13,20%	13	4,45%	15
1088 - CLIENTE B	5,10%	16	7,12%	18
0580 - CLIENTE G	6,30%	14	4,15%	24
1936 - CLIENTE H	12,30%	12	5,64%	16
0578 - CLIENTE G	14,16%	12	9,62%	16
0537 - CLIENTE D	11,10%	13	4,73%	22
2082 - CLIENTE E	4,20%	16	6,36%	16
0495 - CLIENTE C	13,21%	13	4,71%	18
TOTAL GERAL	9,01% (média)	14 (média)	4,79% (média)	22 (média)

**Fonte:** Elaborado pela autora com base em dados do Metrics ERP (2026).

### 4.3.3 Exemplo prático: CLIENTE F (faca 1988 - 25,1% da produção)

O caso mais representativo é a faca 1988 do CLIENTE F, responsável por 25,1% de toda a produção analisada. No cenário de 2025, utilizando bobina de 642 mm, a diagramação comportava apenas 12 repetições por folha, resultando em 476.190 folhas processadas e índice de aparas de 14,10%.

Com a adoção da bobina de 980 mm no cenário otimizado, o número de repetições por folha aumenta para 22, reduzindo o total de folhas necessárias para 286.364 e diminuindo o índice de aparas para 3,66%.

**Tabela 11 – Comparação de diagramação: CLIENTE F – faca 1988 (antes × depois) – João Pessoa – PB (2026)**

Indicador	Cenário 2025 (642 mm)	Cenário Otimizado (980 mm)
Diagramação	740 × 581 mm	980 × 750 mm
Repetições por folha	12	22
Índice de aparas	14,10%	3,66%
Total de folhas	476.190	286.364
Redução de folhas	-	40% (-189.826 folhas)

**Fonte:** Elaborado pela autora com base em dados do Metrics ERP (2026).

### 4.3.4 Impacto econômico da redução de aparas

Com a implementação da nova estratégia de bobinas e rediagramação das facas, o índice médio de aparas é reduzido de 9,01% para 4,79%, diminuindo o volume de material desperdiçado de 18.783 kg para 8.965 kg.

Considerando o custo do papel Allyking Cream (R\$ 6,50/kg) utilizado no cenário otimizado, o custo associado às aparas é reduzido de R\$ 135.493 para R\$ 58.261, gerando uma economia estimada de R\$ 77.232, equivalente a uma redução de 57% no custo das aparas.

**Tabela 12 – Impacto econômico da redução de aparas – João Pessoa – PB (2026).**

Indicador	Cenário 2025	Cenário Otimizado
Índice médio de aparas	9,01%	4,79%
Volume de aparas	18.783 kg	8.965 kg
Custo de aparas	R\$ 135.493	R\$ 58.261
Economia estimada	-	R\$ 77.232 (- 57,0%)

**Fonte:** Elaborado pela autora com base em dados do Metrics ERP (2026).

Além da redução direta no consumo de matéria-prima, a diminuição do índice de aparas produz efeitos indiretos sobre o custo de transformação, uma vez que a otimização da diagramação reduz o número total de folhas processadas nas etapas produtivas. Esses impactos são analisados na seção 4.4, dedicada ao diagnóstico e à otimização do custo de transformação.

#### 4.4 DIAGNÓSTICO E OTIMIZAÇÃO DO CUSTO DE TRANSFORMAÇÃO (17,6% DO FATURAMENTO)

O custo de transformação totalizou R\$507.005,00 em 2025, representando 17,6% do faturamento do negócio de cintas. Esse componente corresponde aos custos associados às etapas produtivas necessárias para converter o papel-cartão em produto final, incluindo principalmente os processos de impressão offset, corte e vinco, acabamento, colagem (coladeira) e os custos indiretos de produção, como setup de máquinas, mão de obra operacional e consumo de energia.

A análise desses grupos de custo permitiu identificar os fatores técnicos predominantes que influenciam o custo de transformação do produto. O diagnóstico realizado indicou dois fatores principais responsáveis pelo custo elevado observado no período analisado: (i) o elevado número de folhas processadas, decorrente das diagramações pouco eficientes, e (ii) a parametrização conservadora da velocidade da coladeira utilizada no orçamento, inferior à capacidade operacional real do equipamento.

##### 4.4.1 Relação entre diagramação, folhas processadas e custo de transformação

Com a diagramação utilizada em 2025, cuja média era de 14 repetições por folha, foram processadas 1.872.137 folhas ao longo do período analisado. Com a nova diagramação proposta,

que eleva a média para 22 repetições por folha, o total de folhas necessárias para produzir o mesmo volume de cintas passa a ser 1.254.359 folhas, representando uma redução de 33%.

Como as etapas de impressão, corte e vinco e acabamento estão diretamente relacionadas ao número de folhas processadas, a diminuição do total de folhas implica redução proporcional no número de passadas de máquina e, conseqüentemente, no custo de transformação. Dessa forma, melhorias na diagramação contribuem diretamente para o aumento da eficiência produtiva, ao reduzir o tempo de processamento necessário para produzir o mesmo volume de unidades.

**Tabela 13 – Comparação do número de folhas por cliente: cenário 2025 × otimizado – João Pessoa – PB (2026).**

Cliente	Tiragem	Rep./folha 2025	Rep./folha Otimizado	Folhas 2025	Folhas Otimizado
CLIENTE C	6.870.200	14	24	490.981	273.533
CLIENTE F	6.500.000	13	22	476.190	286.364
CLIENTE A	6.417.000	15	22	457.053	349.336
CLIENTE G	2.520.000	13	20	192.143	126.250
CLIENTE B	1.700.000	16	18	106.250	94.444
CLIENTE H	1.200.000	12	16	100.000	75.000
CLIENTE D	400.000	13	22	30.769	18.182
CLIENTE E	300.000	16	16	18.750	31.250
TOTAL	25.907.200	14 (média)	22 (média)	1.872.137	1.254.359 (-33%)

**Fonte:** Elaborado pela autora com base em dados do Metrics ERP (2026).

#### 4.4.2 Parametrização da velocidade da coladeira

O segundo fator identificado refere-se à velocidade da coladeira utilizada como referência no processo de orçamento. Em 2025, o sistema considerava uma velocidade padrão de 40.000 cintas por hora. Entretanto, as cintas analisadas apresentam baixa complexidade estrutural, possuindo apenas um ponto de cola lateral, o que permite velocidades superiores de processamento.

Do ponto de vista da engenharia de produção, a velocidade operacional do equipamento está diretamente associada à eficiência produtiva, pois influencia o tempo de máquina necessário para processar cada lote e, conseqüentemente, o custo de transformação atribuído ao produto.

Equipamentos operando abaixo de sua capacidade real tendem a gerar estimativas de custo superdimensionadas nos processos de formação de preço.

Considerando as especificações técnicas do equipamento e o histórico de produção da empresa, verificou-se que a coladeira possui capacidade operacional de até 60.000 cintas por hora em produtos similares. Adotando uma abordagem conservadora para fins de simulação, a engenharia validou 50.000 cintas por hora como parâmetro revisado para o cenário otimizado.

A adoção desses parâmetros revisados, velocidade da coladeira de 50.000 cintas por hora, novos índices de aparas por faca e aumento da média de repetições por folha para 22, foi submetida a processo formal de validação técnica antes de sua incorporação às simulações do cenário otimizado. A validação foi conduzida em reunião técnica realizada em novembro de 2025, com a participação do Supervisor de Engenharia e Acabamento de Embalagens da empresa, profissional com aproximadamente seis anos de atuação na empresa e responsabilidade direta sobre os processos de diagramação, definição de facas e parâmetros operacionais das máquinas de acabamento.

No decorrer da reunião, os parâmetros simulados foram apresentados e discutidos com base nos dados históricos de produção e nas especificações técnicas dos equipamentos, tendo sido aprovados como representativos da capacidade operacional real da empresa. Esse procedimento atende à recomendação de Yin (2015) de que, em estudos de caso nos quais a pesquisadora ocupa posição dual de participante-observadora, a validação das premissas por especialistas independentes constitui medida essencial para mitigar o risco de viés de confirmação, conforme explicitado na Seção 3.4 deste trabalho.

**Tabela 14 – Impacto do ajuste na velocidade da coladeira – João Pessoa – PB (2026).**

Parâmetro	Cenário 2025	Cenário Otimizado
Velocidade da coladeira	40.000 cintas/h	50.000 cintas/h
Redução do tempo de máquina -		20% (conservador)
Efeito no custo	Custo superdimensionado	Custo alinhado à capacidade real

**Fonte:** Elaborado pela autora com base em dados do Metrics ERP (2026).

#### 4.4.3 Simulação do custo de transformação otimizado

Combinando a redução de 33% no número de folhas processadas com o ajuste da velocidade da coladeira, o custo total de transformação é reduzido de R\$507.005,00 para R\$410.276,00, o que representa uma redução de 19,1%.

Esse resultado decorre da diminuição do número de passadas de máquina necessárias para processar o volume total de produção, bem como da utilização de parâmetros operacionais mais alinhados à capacidade real dos equipamentos. A redução do tempo de processamento contribui diretamente para o aumento da eficiência produtiva e para a diminuição dos custos associados às operações de impressão, corte e vinco, acabamento e colagem.

**Tabela 15 – Comparação do custo de transformação: cenário 2025 × otimizado – João Pessoa – PB (2026).**

Indicador	Cenário 2025	Cenário Otimizado
Custo total de transformação	R\$ 507.005,00	R\$ 410.276,00
Representação no faturamento	17,60%	14,30%
Economia estimada	-	R\$96.729,00 (-19,1%)
Redução de passadas de máquina	-	-33% nas folhas processadas

**Fonte:** Elaborado pela autora com base em dados do Metrics ERP (2026).

#### 4.5 DIAGNÓSTICO E OTIMIZAÇÃO DO CUSTO LOGÍSTICO (FRETE)

O custo logístico representa o terceiro maior componente da estrutura econômica do negócio de cintas. No período analisado, o custo total de frete executado foi de R\$277.876,00, equivalente a 9,7% do faturamento, com custo médio de R\$679,40 por pallet expedido. Ao longo do período foram expedidos 409 pallets, com média aproximada de 7 pallets por entrega.

##### 4.5.1 Modelo de cotação vigente em 2025: frete dedicado por pedido

O modelo logístico adotado em 2025 caracteriza-se pelo frete dedicado por pedido, no qual cada envio é tratado individualmente, sem consolidação prévia de cargas. Nesse modelo, o custo de transporte é calculado com base na tabela de veículos disponível, selecionando o tipo de veículo mais adequado ao volume específico de cada pedido.

Essa abordagem resulta em significativa variação no custo unitário de transporte, especialmente para pedidos de pequeno volume. Nesses casos, torna-se necessário utilizar veículos

de menor capacidade, como Fiorino, VAN ou VUC, cujo custo por pallet é substancialmente superior ao custo obtido em veículos de maior capacidade, como carretas com carga completa.

**Tabela 16 - Tabela de fretes utilizada pela indústria analisada (Petrolina-PE)**

Veículo	Capacidade (pallets)	Valor médio / viagem	Custo médio / pallet	Índice vs. carreta
Fiorino	1 pallet	R\$ 2.950	R\$ 2.950	7,7×
VAN	2 pallets	R\$ 4.079	R\$ 2.040	5,3×
VUC	4 pallets	R\$ 6.591	R\$ 1.648	4,3×
03/abr	8 pallets	R\$ 6.660	R\$ 833	2,2×
Toco	12 pallets	R\$ 7.606	R\$ 684	1,8×
Truck	14 pallets	R\$ 9.200	R\$ 657	1,7×
Carreta (carga cheia)	28 pallets	R\$ 10.701	R\$ 382	Base (1,0×)

**Fonte:** Elaborado pela autora com base na tabela logística interna (2026).

#### 4.5.2 Problema identificado: distorção do custo para pequenos volumes

A análise da estrutura de fretes evidencia uma forte distorção no custo unitário de transporte para pedidos de menor volume. Como exemplo, um pedido típico de pequeno cliente, com 120.000 cintas (equivalente a aproximadamente 2 pallets), quando expedido por meio de veículo do tipo Fiorino, gera custo de frete de aproximadamente R\$5.900, equivalente a R\$2.950 por pallet.

Em contrapartida, quando o transporte é realizado em carreta com carga completa, o custo médio por pallet é de R\$382. Dessa forma, o custo logístico para pequenos volumes pode ser até 7,7 vezes superior ao custo obtido em operações consolidadas.

Essa distorção reduz significativamente a competitividade das propostas comerciais para clientes de menor tiragem, dificultando a expansão da empresa em novos contratos e comprometendo a capacidade de capturar parcela do mercado potencial ainda não atendido, estimado em aproximadamente 88% do mercado do polo de Petrolina.

### 4.5.3 Cenário de frete em 2025

**Tabela 17 – Indicadores logísticos executados em 2025 – João Pessoa – PB (2026).**

Indicador	Valor
Total de cintas produzidas	25.907.200
Faturamento total	R\$ 2.875.766,00
Custo total de frete executado	R\$ 277.876,00
Representação no faturamento	9,70%
Total de pallets expedidos	409 pallets
Média de pallets por entrega	7 pallets
Custo médio executado por pallet	R\$ 679,40

**Fonte:** Elaborado pela autora com base em dados do Metrics ERP (2026).

### 4.5.4 Proposta de consolidação logística e simulação econômica

Diante do diagnóstico apresentado, propõe-se a substituição do modelo de frete dedicado por pedido por uma estratégia de consolidação logística, baseada na formação de cargas completas por meio do agrupamento de pedidos de diferentes clientes.

Nesse modelo, as expedições passam a ocorrer em janelas fixas de envio (por exemplo, duas vezes por semana), permitindo consolidar pedidos distintos em veículos de maior capacidade. Para fins de simulação, foi considerado como referência o transporte em carreta com capacidade para 28 pallets, cujo valor médio de frete é de R\$10.701 por viagem, equivalente a R\$382 por pallet, conforme apresentado na Tabela 4.14.

Aplicando-se o custo médio por pallet da carreta (apresentado na Tabela 4.14) ao volume total de 409 pallets expedidos em 2025, obtém-se a seguinte simulação de otimização logística.

**Tabela 18 – Simulação de otimização do frete: cenário 2025 × otimizado – João Pessoa – PB (2026).**

Indicador	Cenário 2025 (Dedicado)	Cenário Otimizado
Total de pallets expedidos	409	409
Custo médio por pallet	R\$ 679,40	R\$ 382,00
Custo total de frete	R\$ 277.876,00	R\$ 156.238,00
Representação no faturamento	9,70%	5,40%
Economia estimada	-	R\$121.638,00 (-43,8%)

**Fonte:** Elaborado pela autora com base em dados do Metrics ERP (2025).

A redução estimada de 43,8% no custo logístico produz dois efeitos estratégicos relevantes: o aumento direto da margem operacional do negócio e a possibilidade de repasse parcial da economia ao cliente, ampliando a competitividade das propostas comerciais. Além disso, o modelo de consolidação logística permite atender economicamente clientes de menor tiragem, anteriormente penalizados pelo elevado custo unitário do frete dedicado, ampliando o potencial de participação da empresa no mercado regional.

#### 4.6 SÍNTESE INTEGRADA: COMPARATIVO DOS ORÇAMENTOS REFEITOS (2025 × OTIMIZADO)

A Tabela 4.17 consolida os resultados das simulações realizadas a partir dos orçamentos refeitos com os novos parâmetros técnicos e operacionais propostos neste estudo. Entre os principais parâmetros considerados no cenário otimizado destacam-se: a utilização do papel Allyking Cream ao custo de R\$ 6,50/kg, a adoção de novas larguras de bobinas e diagramações otimizadas, a revisão da velocidade da coladeira e a implementação de um modelo de consolidação logística para o transporte.

Os valores apresentados na coluna “Cenário Otimizado” foram calculados individualmente para cada item de orçamento a partir de planilha eletrônica desenvolvida no software Microsoft Excel, estruturada para a simulação de custos e margens com base nos dados extraídos do sistema Metrics ERP. Esses valores refletem o desempenho econômico projetado considerando a aplicação integrada das melhorias técnicas e operacionais analisadas nas seções anteriores.

**Tabela 19 – Comparação sintética: todos os vetores de custo (2025 × Otimizado) – João Pessoa – PB (2026).**

Vetor de custo	Cenário 2025	Cenário Otimizado
Custo de papel	R\$ 1.498.228	R\$ 1.235.630,50
Custo de aparas (embutido no papel)	R\$135.493 (9,01%)	R\$58.261 (4,79%)
Custo de transformação	R\$ 507.005	R\$ 410.276
Custo de frete	R\$ 277.876	R\$ 156.238
TOTAL de custos diretos	R\$ 2.283.109	R\$ 1.814.249
Margem comercial	R\$92.410 (3,21%)	R\$573.753 (19,96%)
Economia total estimada	-	R\$468.860 (6,2× a margem atual)

**Fonte:** Elaborado pela autora com base em dados do Metrics ERP (2025).

Os resultados demonstram que a implementação integrada das quatro estratégias de otimização analisadas neste estudo é capaz de elevar a margem comercial do negócio de 3,21% para 19,96%, multiplicando o resultado econômico por mais de seis vezes, sem alteração do preço praticado junto aos clientes, atuando exclusivamente por meio da redução da estrutura interna de custos.

Observa-se ainda que os vetores de melhoria apresentam forte interdependência operacional. A redução do custo do papel contribui para a diminuição do impacto econômico das aparas; a rediagramação das facas aumenta o número de repetições por folha, reduzindo o total de folhas processadas e, conseqüentemente, o custo de transformação; por fim, a consolidação logística elimina distorções no custo de frete, especialmente para pedidos de menor volume.

Dessa forma, os resultados evidenciam que a competitividade do negócio de cintas não depende exclusivamente da negociação de preços com fornecedores ou clientes, mas principalmente da integração entre decisões de engenharia de embalagens, eficiência produtiva e estratégia logística, fatores que atuam conjuntamente na formação da estrutura de custos da operação.

## 5 RESULTADOS

O presente capítulo analisa os resultados obtidos a partir do diagnóstico técnico-econômico realizado no Capítulo 4, relacionando os achados empíricos com o referencial teórico apresentado no Capítulo 2. O objetivo é avaliar em que medida as estratégias de otimização propostas para a engenharia de embalagens, a eficiência operacional e a logística contribuem para a redução da estrutura de custos e para o aumento da competitividade da indústria estudada em processos de bidding.

Os resultados obtidos demonstram que a redução da estrutura de custos não depende de uma única intervenção isolada, mas da implementação simultânea de melhorias em quatro vetores principais: matéria-prima, engenharia de embalagens, produtividade operacional e logística. A análise integrada desses fatores permite compreender, de forma sistêmica, como decisões técnicas e operacionais influenciam a formação de custos e a competitividade da empresa em ambientes de concorrência estruturada.

### 5.1 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS À LUZ DO REFERENCIAL TEÓRICO

#### 5.1.1 Custo de papel e sensibilidade econômica em ambientes de bidding

O custo do papel-cartão representou 52,1% do faturamento total no cenário de 2025, confirmando empiricamente o argumento de Porter (1985) de que, em produtos de baixo valor unitário e alta escala, a matéria-prima constitui o principal vetor de pressão sobre a margem. A análise do mix de insumos revelou que a utilização do Cartão Duplex Impona (R\$ 9,39/kg) no início do período, quando os volumes de produção ainda eram significativos, gerou um custo médio ponderado de R\$ 7,88/kg ao longo do ano, superior ao potencial de mercado.

Esse achado dialoga diretamente com Porter (1985), que identifica a liderança em custo como condição para a sustentabilidade competitiva em mercados onde o preço é o principal critério de seleção de fornecedores. Nesse tipo de ambiente competitivo, pequenas variações na estrutura interna de custos tornam-se determinantes para a competitividade das propostas apresentadas pelas empresas (PORTER, 2008; VAN WEELE, 2018).

A substituição pelo papel Allyking Cream (R\$6,50/kg) reduz o custo de papel para R\$1.235.630,50, representando uma economia de R\$262.597,69, equivalente a uma redução de 17,53% sobre o custo de matéria-prima. Esse resultado reforça a importância da gestão estratégica de insumos na formação de preços competitivos em processos de bidding.

### **5.1.2 Aparas e diagramação: a engenharia de embalagens como vantagem competitiva**

O índice médio de aparas de 9,01% observado no período analisado posiciona-se acima da faixa de eficiência indicada na literatura para operações de conversão de papel-cartão. Esse resultado reforça a existência de oportunidades de melhoria associadas à adequação das diagramações e à seleção das larguras de bobinas, fatores diretamente relacionados ao rendimento do material (Soroka, 2014; Twede; Selke, 2005).

No que se refere às margens típicas observadas em mercados industriais de alto volume, Slack, Brandon-Jones e Johnston (2015) e Porter (1985) indicam que empresas que competem com base em liderança em custo tendem a operar com margens na faixa de 15% a 25%, necessárias para absorver variações de insumos e custos logísticos. A margem comercial de 3,21% registrada em 2025 situa-se, portanto, significativamente abaixo dos parâmetros de sustentabilidade apontados pela literatura, evidenciando uma estrutura de custos com ineficiências acumuladas que comprometem a capacidade competitiva da empresa em processos de *bidding*.

O índice de aparas de 9,01% verificado em 2025, decorrente da utilização de bobinas de largura única (642 mm) sem revisão sistemática das diagramações, confirma o argumento já consolidado na literatura de que decisões de engenharia de embalagens possuem impacto econômico direto e mensurável (Soroka, 2014; Twede; Selke, 2005).

A revisão da estratégia de bobinas, com adoção de três larguras otimizadas (820 mm, 980 mm e 1037 mm), permitiu reduzir o índice médio de aparas para 4,79%, gerando economia estimada de R\$77.232 em matéria-prima. Além disso, o aumento da média de repetições por folha, de 14 para 22, produziu efeitos indiretos sobre o custo de transformação, demonstrando a interdependência sistêmica entre as decisões de engenharia de embalagens e os custos operacionais (Slack *et al.*, 2015).

### **5.1.3 Custo de transformação: eficiência operacional e eliminação de desperdícios**

A redução de 33% no número de folhas processadas, de 1.872.137 para 1.254.359, combinada ao ajuste da velocidade da coladeira de 40.000 para 50.000 cintas por hora, reduziu o custo de transformação de R\$ 507.005 para R\$ 410.276, representando economia de R\$ 96.729 (19,1%). Esse resultado encontra respaldo nos princípios do Sistema Toyota de Produção, proposta por Ohno (1988), segundo a qual atividades que consomem recursos sem agregar valor devem ser sistematicamente eliminadas. O caso da coladeira evidencia um exemplo claro de desperdício de

capacidade instalada, uma vez que o parâmetro utilizado no orçamento não refletia a capacidade operacional real do equipamento.

De forma mais ampla, o diagnóstico da transformação evidencia um problema recorrente em sistemas produtivos de grande escala: parâmetros de orçamento desatualizados tendem a cristalizar ineficiências históricas, tornando os custos estimados permanentemente maiores que os potencialmente alcançáveis (Womack; Jones, 2003; Ohno, 1988). A integração entre engenharia de embalagens e orçamento, garantindo que melhorias de diagramação se traduzem automaticamente em revisão dos parâmetros de custo, é condição necessária para que o ciclo virtuoso de otimização se sustente ao longo do tempo.

#### **5.1.4 Custo logístico: o frete como variável estratégica em bidding**

A análise do custo logístico revelou a distorção mais grave do modelo de 2025: a política de frete dedicado por pedido resultava em custo médio de R\$679,40/pallet, 7,7 vezes superior ao custo de R\$382/pallet obtido com carreta completa. Ballou (2006) argumenta que a consolidação de cargas é a principal alavanca de eficiência em sistemas logísticos com alta frequência de entregas e volumes variáveis. Christopher (2016) complementa que a definição de janelas fixas de entrega, ao reduzir a variabilidade operacional, permite o planejamento sistemático da consolidação sem comprometer o nível de serviço.

No contexto específico de produtos de baixo valor unitário como cintas de papel-cartão, Christopher (2016) e Ballou (2006) destacam que o frete deve ser tratado como elemento integrante da formação do bid, e não como um custo residual calculado após a precificação. O modelo logístico adotado no período analisado inverte essa lógica: o frete é calculado individualmente por pedido, tornando-o imprevisível e incontrolável na formação de preços para clientes pequenos. A adoção da consolidação reduz o custo total de frete de R\$277.876 para R\$156.238, uma economia de R\$121.638 (43,8%), e, mais importante, uniformiza o custo de frete para todos os clientes, eliminando a distorção que tornava propostas para pequenos volumes economicamente inviáveis.

## 5.2 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE: ROBUSTEZ DO CENÁRIO OTIMIZADO

Foram simulados três cenários alternativos, variando as premissas mais incertas do modelo otimizado. Cenário S1 – Alta do papel (+10%): caso o Allying Cream suba para R\$7,15/kg, o custo de papel aumenta de R\$1.235.630,5 para R\$1.372.220 (+R\$124.746). Mesmo nesse cenário, a margem projetada seria de aproximadamente 15,6%, ainda 4,9 vezes superior à margem de 2025 (3,21%).

Cenário S2 – Consolidação logística parcial (70% de cargas consolidadas): caso a empresa consiga consolidar apenas 70% dos envios (e os demais 30% mantenham o custo atual de R\$679,40/pallet), a economia logística cai de R\$ 121.638 para aproximadamente R\$85.147. A margem projetada seria de aproximadamente 18,2%, ainda expressivamente superior ao cenário atual.

Cenário S3 – Pessimista combinado (alta do papel +10% + consolidação parcial 70%): a margem projetada seria de aproximadamente 14,0%, o que representa 4,4 vezes a margem atual e demonstra que o modelo otimizado é robusto mesmo sob hipóteses conservadoras simultâneas.

Cenário S4 – Repasse parcial ao cliente (redução de preço de 5%): caso a empresa opte por repassar parte dos ganhos para ampliar sua participação de mercado, reduzindo o preço médio de R\$ 0,11 para R\$ 0,1045/cinta, o faturamento total cairia em aproximadamente R\$ 143.700. Mesmo assim, a margem projetada ficaria em torno de 15,0%, ainda muito superior à margem atual. Essa capacidade de precificação estratégica é o que Porter (1985) denomina “espaço de manobra competitivo”: a diferença entre o custo mínimo sustentável e o preço de mercado.

A Tabela 5.1 sintetiza os quatro cenários de sensibilidade, demonstrando que as melhorias propostas geram ganhos robustos mesmo sob condições adversas.

**Tabela 20 – Análise de sensibilidade: margem comercial sob diferentes cenários – João Pessoa – PB (2026).**

Cenário	Premissa	Custo total estimado	Margem projetada	vs. 2025
Base otimizado	Allyking R\$6,50/kg; consolidação 100%	R\$ 1.814.249	19,96%	+6,2×
S1 – Alta do papel +10%	Allyking R\$7,15/kg	R\$ 1.938.995	15,60%	+4,9×
S2 – Consolidação 70%	Frete parcial	R\$ 1.850.740	18,20%	+5,7×
S3 – Pessimista combinado	Alta papel + frete parcial	R\$ 1.975.486	14,00%	+4,4×
S4 – Repasse 5% ao cliente	Preço médio –5%	R\$ 1.814.249	15,00%	+4,7×
Cenário 2025	Sem otimização	R\$ 2.283.109	3,21%	Base

**Fonte:** Elaborado pela autora com base nas simulações da planilha de orçamentos refeitos (2025).

### 5.3 SÍNTESE DOS RESULTADOS E CONTRIBUIÇÃO PARA A LITERATURA

Os resultados apresentados permitem identificar três contribuições principais para a literatura de Engenharia de Produção aplicada ao setor gráfico:

(i) Quantificação integrada e simultânea do impacto de decisões de engenharia de embalagens, produtividade operacional e logística sobre a margem em ambientes de bidding, articulação que, conforme a lacuna identificada na revisão sistemática (Seção 2.6), é escassa na literatura brasileira sobre o setor gráfico;

(ii) Demonstração empírica de que a interdependência entre os vetores de custo, papel, aparas, transformação e logística, gera sinergias que tornam a otimização integrada superior à soma das intervenções pontuais, validando empiricamente o framework teórico de Slack, Brandon-Jones e Johnston (2015) sobre sistemas de operações integradas;

(iii) Desenvolvimento e validação de um método replicável de diagnóstico econômico baseado em dados reais de ERP, simulações técnicas em software especializado (EngView) e análise de sensibilidade, que pode ser aplicado em outras empresas do setor gráfico que atuem em condições similares de alto volume, baixo valor unitário e pressão por custos em bidding.

#### 5.4 DIRETRIZES ESTRATÉGICAS PARA FORMAÇÃO DE PREÇOS E PARTICIPAÇÃO EM PROCESSOS DE BIDDING EM 2026

Os resultados obtidos nos capítulos anteriores permitem formular um conjunto de diretrizes estratégicas para orientar a participação da empresa em processos de bidding no ano de 2026, respondendo ao quinto objetivo específico deste estudo. Essas diretrizes articulam as otimizações propostas com a estratégia comercial, traduzindo ganhos de eficiência interna em vantagem competitiva mensurável no mercado de Petrolina–PE.

##### Diretriz 1 – Adoção do Allyking Cream como insumo padrão para cintas

A substituição do mix de papéis pelo Allyking Cream 190g/m<sup>2</sup> (R\$6,50/kg) deve ser formalizada como política de suprimentos para o segmento de cintas. A validação técnica realizada confirmou a compatibilidade do insumo com os requisitos do produto, e a economia projetada de R\$262.597 justifica a priorização desse substrato em negociações com fornecedores. Recomenda-se a negociação de contratos de fornecimento de médio prazo (6 a 12 meses) para garantir previsibilidade de custo e reduzir a exposição a flutuações de mercado, conforme apontado por Van Weele (2018) como prática essencial em ambientes de bidding.

##### Diretriz 2 – Parametrização das novas diagramações no sistema ERP

As diagramações otimizadas para as 13 facas analisadas, com as novas larguras de bobina (820 mm, 980 mm e 1.037 mm) e os novos índices de repetição por folha (média de 22), devem ser cadastradas no Metrics ERP como parâmetros padrão de orçamento. A manutenção dos parâmetros antigos no sistema representa um risco operacional concreto: orçamentos elaborados com dados desatualizados subestimam os ganhos reais, resultando em propostas menos competitivas do que o potencial da empresa permitiria. Slack, Brandon-Jones e Johnston (2015) reforçam que a integração entre engenharia de embalagens e orçamento é condição necessária para que os ganhos técnicos se traduzam em competitividade comercial efetiva.

##### Diretriz 3 – Implantação do modelo de consolidação logística com janelas fixas

A adoção de janelas fixas de envio para Petrolina–PE (recomenda-se inicialmente duas saídas semanais, às terças e sextas-feiras) deve ser comunicada formalmente aos clientes como política de entrega. Conforme demonstrado na Seção 4.5, a consolidação de cargas reduz o custo médio por pallet de R\$679,40 para R\$382,00, viabilizando comercialmente clientes de menor volume que, no modelo atual, são penalizados de forma desproporcional pelo frete dedicado. Christopher (2016) destaca que a definição de janelas fixas, ao reduzir a variabilidade operacional,

permite o planejamento sistemático da consolidação sem comprometer o nível de serviço percebido pelo cliente.

#### Diretriz 4 – Formação de preços com margem mínima de referência para BIDs

Com base na estrutura de custos otimizada, recomenda-se que a empresa adote uma margem comercial mínima de 15% como piso de referência para aceitação de propostas em processos de bidding. Essa margem, inferior à projeção central de 19,96%, oferece espaço de manobra para negociações comerciais sem comprometer a sustentabilidade econômica do contrato, mesmo sob os cenários adversos simulados na análise de sensibilidade (Seção 5.2). Porter (1985) denomina esse intervalo entre o custo mínimo sustentável e o preço de mercado como "espaço de manobra competitivo", e sua ampliação — de praticamente zero para aproximadamente cinco pontos percentuais acima do piso — constitui o principal resultado estratégico deste estudo.

#### Diretriz 5 – Estratégia de crescimento de market share em Petrolina

A combinação das quatro otimizações anteriores cria condições para uma estratégia ativa de ampliação da participação de mercado no polo de Petrolina. Com a estrutura de custos otimizada, a indústria pode oferecer preços até 5% inferiores aos praticados atualmente e ainda operar com margem superior a 15%, conforme demonstrado no Cenário S4 da análise de sensibilidade. Considerando que a empresa detém atualmente 12% de um mercado de 246 milhões de cintas anuais, o potencial de crescimento é expressivo. Recomenda-se que os ganhos de eficiência sejam utilizados prioritariamente para conquistar os clientes de médio porte atualmente inviabilizados pelo custo de frete, ampliando a base de clientes sem necessidade de investimentos adicionais em capacidade produtiva.

## 6 CONCLUSÃO

Este trabalho buscou responder à seguinte pergunta de pesquisa: como a integração entre decisões de engenharia de embalagens, eficiência operacional e estratégia logística pode ampliar a competitividade de uma empresa gráfica em processos de bidding, em um contexto de produto com baixo valor unitário, alta escala e elevada sensibilidade a custos?

A análise do negócio de cintas de papel-cartão da indústria do setor gráfico no período de janeiro a outubro de 2025, baseada em dados reais extraídos do Metrics ERP e em simulações técnicas realizadas com EngView, CorelDRAW e Microsoft Excel, demonstrou que a integração entre esses fatores pode ampliar de forma mensurável a competitividade econômica da operação. Os resultados obtidos indicam que a margem reduzida observada no período analisado não estava associada principalmente aos preços praticados junto aos clientes, mas à estrutura interna de custos do processo produtivo. A implementação integrada das quatro estratégias propostas, substituição do mix de papéis, revisão da estratégia de bobinas, parametrização da velocidade da coladeira e consolidação logística, projeta uma elevação da margem comercial de 3,21% para aproximadamente 19,96%, multiplicando o resultado econômico do negócio por mais de seis vezes.

### 6.1 CONFIRMAÇÃO DOS OBJETIVOS E DA PESQUISA

O objetivo geral deste estudo, propor e quantificar estratégias de otimização da engenharia de embalagens, da eficiência operacional e da logística para ampliar a competitividade em processos de bidding, foi plenamente atingido. Os objetivos específicos também foram alcançados. Inicialmente, realizou-se o diagnóstico econômico da produção de cintas no período analisado, identificando os principais vetores de ineficiência associados ao custo de papel, ao índice de aparas, ao custo de transformação e ao custo logístico. Em seguida, a análise de Pareto das facas permitiu identificar os itens com maior impacto na produção e orientar a revisão das diagramações e das larguras de bobinas.

Posteriormente, foram realizadas simulações técnicas que possibilitaram quantificar os ganhos potenciais decorrentes da otimização da engenharia de embalagens e da produtividade operacional. Por fim, foi proposto e avaliado um modelo de consolidação logística capaz de reduzir significativamente o custo médio de transporte. Dessa forma, a pesquisa demonstrou que a competitividade em processos de bidding depende fortemente da eficiência interna da estrutura de custos e da integração entre decisões técnicas, produtivas e logísticas.

## 6.2 CONTRIBUIÇÕES CIENTÍFICAS

Do ponto de vista acadêmico, este estudo contribui para a literatura de Engenharia de Produção ao demonstrar, de forma quantitativa e aplicada, como as decisões de engenharia de embalagens, produtividade operacional e logística influenciam simultaneamente a estrutura de custos e a competitividade em ambientes de bidding.

Além disso, o trabalho contribui ao apresentar uma análise integrada desses fatores no contexto do setor gráfico brasileiro, área ainda pouco explorada em estudos empíricos que relacionem engenharia de embalagens, eficiência produtiva e estratégias logísticas.

Outro aspecto relevante refere-se à proposição de um procedimento metodológico estruturado para diagnóstico econômico em operações industriais de alto volume e baixo valor unitário, utilizando dados reais de sistemas ERP combinados com simulações técnicas de engenharia de produto. Esse método pode ser aplicado em outros estudos voltados à análise de custos e competitividade em ambientes industriais.

## 6.3 CONTRIBUIÇÕES PRÁTICAS

Do ponto de vista gerencial, os resultados obtidos fornecem subsídios relevantes para a tomada de decisão da indústria estudada.

A adoção das melhorias propostas permitiria:

- Elevar a margem comercial de 3,21% para aproximadamente 20%, sem alteração no preço praticado junto aos clientes;
- Viabilizar economicamente propostas para clientes de menor volume, anteriormente inviabilizadas pelo elevado custo de frete dedicado;
- Ampliar a participação da empresa no mercado de Petrolina, atualmente estimada em cerca de 12% de um mercado potencial de 246 milhões de cintas por ano;
- Reduzir a vulnerabilidade do negócio a variações no custo do papel, uma vez que a margem ampliada permite absorver flutuações maiores sem comprometer a rentabilidade da operação.

Esses resultados indicam que ganhos significativos de competitividade podem ser obtidos por meio da otimização da estrutura interna de custos, mesmo sem alterações no preço final ofertado ao mercado.

#### 6.4 LIMITAÇÕES DA PESQUISA

Apesar das contribuições apresentadas, este estudo possui algumas limitações que devem ser consideradas.

Primeiramente, trata-se de um estudo de caso aplicado a uma única organização e a um produto específico, o que limita a generalização direta dos resultados para outras empresas ou segmentos do setor gráfico.

Além disso, as simulações realizadas baseiam-se em parâmetros técnicos e econômicos observados no período analisado. Mudanças nas condições de mercado, nos preços de insumos ou na dinâmica logística podem alterar parcialmente os resultados projetados.

Outra limitação refere-se ao fato de que o estudo considerou principalmente variáveis operacionais internas da empresa, não incorporando de forma detalhada fatores macroeconômicos ou estratégicos que também podem influenciar a competitividade em processos de bidding.

#### 6.5 SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS

Com base nos achados e nas limitações identificadas, propõem-se quatro direções para pesquisas futuras: (i) replicação da metodologia em outras empresas gráficas de diferentes portes e segmentos, permitindo a generalização dos resultados e a comparação entre contextos; (ii) análise longitudinal do negócio de cintas após a implementação das melhorias, avaliando a aderência entre resultados projetados e realizados; (iii) desenvolvimento de um modelo de precificação dinâmica integrado ao ERP, capaz de recalcular automaticamente o bid a partir de parâmetros atualizados de diagramação, produtividade e logística; e (iv) investigação do impacto da sazonalidade agrícola do Vale do São Francisco sobre a estrutura de custos logísticos e a estratégia de consolidação de cargas.

Por fim, este estudo evidencia que a competitividade em mercados caracterizados por alto volume, baixo valor unitário e forte pressão por preços não depende exclusivamente de estratégias comerciais, mas sobretudo da eficiência estrutural dos processos internos. A integração entre engenharia de embalagens, produtividade operacional e logística demonstrou ser capaz de gerar ganhos econômicos expressivos, ampliando significativamente a margem comercial do negócio analisado. Nesse sentido, o trabalho reafirma o papel da Engenharia de Produção como área integradora, capaz de articular decisões técnicas de projeto, produção e logística em modelos de análise quantitativa orientados à competitividade industrial. Ao demonstrar empiricamente que

melhorias relativamente simples de engenharia e organização operacional podem produzir impactos econômicos substanciais, este estudo contribui para ampliar a compreensão sobre como empresas industriais podem fortalecer sua posição competitiva em ambientes de bidding por meio da otimização integrada de sua estrutura de custo.

## REFERÊNCIAS

ABRE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMBALAGEM. **Panorama da embalagem no Brasil 2023**. São Paulo: ABRE, 2023.

ABRE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMBALAGEM. **Projeções do setor de embalagens 2025**. São Paulo: ABRE, 2025.

ABIGRAF – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA GRÁFICA. **Relatório setorial da indústria gráfica brasileira 2025**. São Paulo: ABIGRAF, 2025.

ALANEZI, W.; FRANCHETTI, M. Integrating Lean Six Sigma with sustainable manufacturing: a framework for optimized efficiency and environmental performance. **Journal of Manufacturing Science and Engineering**, v. 147, n. 1, p. 011005, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1115/1.4069878>.

ANTUNES NETO, J. M. F. *et al.*, **Redução do tempo de setup em impressora de papelão ondulado: análise baseada em experiência**. Zenodo, 2024. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.14037370>.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BHAMU, J.; SANGWAN, K. S. Lean manufacturing: literature review and research issues. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 5, n. 2, p. 87–140, 2014.

CARVALHO, E. C.; OLIVEIRA, L. Reformulação do modelo de precificação de uma indústria de plástico flexível. **Produção Online**, v. 24, n. 1, p. 5238, 2024. DOI: <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v24i1.5238>.

CHEN, X.; ZHANG, Y. Supplier selection and procurement strategies in supply chains. **International Journal of Production Economics**, 2021.

CHOPRA, S.; MEINDL, P. **Supply chain management: strategy, planning, and operation**. 7. ed. Harlow: Pearson, 2021.

CHRISTOPHER, M. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos**. 5. ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2022.

CNI – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Relatório de competitividade industrial 2025**. Brasília: CNI, 2025.

COYLE, J. J. et al. **Supply chain management: a logistics perspective**. 11. ed. Boston: Cengage Learning, 2023.

CRESWELL, J. W. **Research design: qualitative, quantitative, and mixed methods approaches**. 4. ed. Thousand Oaks: Sage Publications, 2014.

EMPAPEL – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMBALAGENS EM PAPEL. **Anuário estatístico 2025**. São Paulo: EMPAPEL, 2025.

EMBRAPA SEMIÁRIDO. **A fruticultura irrigada no Vale do São Francisco**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2024.

GARDAS, B. B. Encouraging circular economy and sustainable environmental practices by addressing waste management and biomass energy production. **Regional Sustainability**, v. 5, n. 4, p. 100174, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.regsus.2024.100174>.

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

HENDIJANI, R.; SAEI, R. Internal integration and cost leadership strategy in manufacturing firms. **International Journal of Organizational Analysis**, 2024.

HORNGREN, C. T. *et al.*, **Cost accounting: a managerial emphasis**. 14. ed. Harlow: Pearson, 2012.

HU, K.; KONG, L.; JIA, Z. Supplier selection and competitive bidding decisions under operational constraints. **Production and Operations Management**, 2024.

HÜBNER, A. *et al.*, Distribution systems in omni-channel retailing. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 46, n. 6/7, p. 558–577, 2016.

IVANOV, D. *et al.*, **Introduction to supply chain management, logistics and operations management**. Cham: Springer, 2019.

IZIDORO, G. et al. Análise de desperdício no processo de acoplagem de folhas de papel em uma empresa do ramo gráfico. **Revista de Gestão e Secretariado**, v. 15, n. 4, p. 01–26, 2024. DOI: <https://doi.org/10.7769/gesec.v15i4.3647>.

KRALJIC, P. Purchasing must become supply management. **Harvard Business Review**, Boston, v. 61, n. 5, p. 109–117, 1983.

KUMAR, R. *et al.*, Sustainable reverse logistics network design. **International Transactions in Operational Research**, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1111/itor.70082>.

LI, X.; PAIK, I. Resource cost optimization strategies in off-site construction. **Journal of Construction Engineering and Management**, 2025.

LOTFI, R. et al. Supplier selection under cost uncertainty and risk conditions. **Computers & Industrial Engineering**, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cie.2024.110319>.

OHNO, T. **O sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1988.

PAN, S. *et al.* Digital twin-enabled synchronization in production and logistics. **International Journal of Production Economics**, 2024.

PERVAZ, J. *et al.* Simulation-based algorithm for continuous improvement of enterprises performance. **International Journal of Simulation Modelling**, v. 23, n. 2, p. 289–300, 2024. DOI: <https://doi.org/10.2507/ijsimm23-2-670>.

PORTER, M. E. **Competitive advantage: creating and sustaining superior performance**. New York: Free Press, 1985.

PORTER, M. E. The five competitive forces that shape strategy. **Harvard Business Review**, Boston, v. 86, n. 1, p. 78–93, 2008.

SHANK, J. K.; GOVINDARAJAN, V. **Strategic cost management**. New York: Free Press, 1993.

SLACK, N. *et al.*, **Gerenciamento de operações e de processos**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

SOROKA, W. **Fundamentals of packaging technology**. 4. ed. Naperville: Institute of Packaging Professionals, 2014.

TADELIS, S.; LEWIS, G. Procurement and contracting with private suppliers. **Journal of Economic Perspectives**, v. 33, n. 3, p. 187–210, 2019.

TWEDE, D.; SELKE, S. **Cartons, crates and corrugated board**. Lancaster: DEStech Publications, 2005.

VAN WEELE, A. J. **Purchasing and supply chain management: analysis, strategy, planning and practice**. 7. ed. Andover: Cengage Learning EMEA, 2018.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation**. New York: Free Press, 2003.

XIE, S. et al. Coordinated optimization of logistics scheduling. **Applied Energy**, v. 358, p. 123147, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2024.123147>.

YIN, R. K. **Case study research: design and methods**. 5. ed. Thousand Oaks: Sage Publications, 2015.

YOSEPHINE, I. *et al.*, Integrated shipment consolidation and vehicle routing problem. **Journal of the Korean Society of Supply Chain Management**, v. 24, n. 1, 2024. DOI: <https://doi.org/10.25052/kscm.2024.05.24.1.1>.

ZHANG, Y. *et al.*, Operational efficiency and cost competitiveness in manufacturing firms. **Managerial and Decision Economics**, 2024.

## **APÊNDICE A – Tópicos orientadores das conversas técnicas realizadas na empresa**

Durante o processo de diagnóstico do negócio de cintas de papel-cartão na indústria analisada, foram realizadas conversas técnicas com profissionais das áreas de Engenharia, Orçamento, Suprimentos, Produção e Logística. Essas interações tiveram como objetivo validar parâmetros operacionais, compreender as rotinas produtivas e discutir oportunidades de otimização da estrutura de custos do produto.

As conversas ocorreram ao longo do período de desenvolvimento da pesquisa, entre agosto e novembro de 2025, sendo conduzidas a partir da análise da planilha consolidada de orçamentos e dos dados extraídos do sistema Metrics ERP. Embora não tenha sido aplicado um questionário estruturado, as discussões seguiram um conjunto de tópicos orientadores previamente definidos pela pesquisadora, apresentados a seguir.

### **1. Engenharia de embalagens**

Quais facas apresentam maior volume de produção no negócio de cintas?

Qual o número médio de repetições por folha nas diagramações atuais?

Existem possibilidades de aumento de repetições por folha com alteração de bobinas?

Quais larguras de bobina seriam tecnicamente viáveis para otimização das diagramações?

Quais facas apresentam maior índice de aparas?

### **2. Matéria-prima e suprimentos**

Quais tipos de papel-cartão foram utilizados na produção de cintas em 2025?

Quais os preços médios de aquisição de cada insumo ao longo do período?

Existem alternativas de substratos com menor custo e mesma especificação técnica?

Quais os critérios utilizados pela área de suprimentos na seleção de fornecedores?

### **3. Produção e transformação**

Qual a velocidade padrão considerada no orçamento para a coladeira?

Qual a velocidade operacional efetivamente observada na produção de cintas?

Existem restrições técnicas que limitam o aumento da velocidade de colagem?

Qual o impacto da diagramação no número de folhas processadas nas máquinas?

#### 4. Logística e transporte

Como é realizado atualmente o cálculo do frete para pedidos destinados a Petrolina-PE?

Quais tipos de veículos são utilizados nas entregas?

Existe possibilidade operacional de consolidação de cargas entre diferentes clientes?

Qual seria a frequência viável de envios consolidados para o polo fruticultor?

As respostas obtidas a partir dessas discussões técnicas contribuirão para a validação das premissas utilizadas nas simulações apresentadas no Capítulo 4 e para a construção dos cenários de otimização analisados neste estudo.

**Fonte:** Elaborado pela autora (2026).