



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO NORTE DO TOCANTINS
CENTRO DE CIÊNCIAS INTEGRADAS
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM LOGÍSTICA**

Thamyres da Silva Martins

**Otimização no processo de produção, armazenamento e entrega do vidro temperado:
Estudo de Caso de uma indústria localizada em Araguaína/TO.**

Araguaína - TO

2026

Thamyres da Silva Martins

**Otimização no processo de produção, armazenamento e entrega do vidro temperado:
Estudo de Caso de uma indústria localizada em Araguaína/TO.**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), na modalidade Artigo Científico apresentado à UFNT – Universidade Federal do Norte do Tocantins –Curso Superior de Tecnologia em Logística, para a obtenção do título de Tecnólogo em Logística.

Orientador (a): Dra. Angelita de Oliveira Almeida

Araguaína - TO

2026

Ficha catalográfica

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

D229o da Silva Martins, Thamyres.

Otimização no processo de produção, armazenamento e entrega do vidro temperado: Estudo de Caso de uma indústria localizada em Araguaína/TO. / Thamyres da Silva Martins. – Araguaína, TO, 2026.

34 f.

Artigo de Graduação - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Araguaína - Curso de Logística, 2026.

Orientador: Angelita de Oliveira Almeida

1. Vidro temperado.. 2. Gestão da produção.. 3. Logística.. 4. Otimização de processos.. I. Título

CDD 658.5

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Thamyres da Silva Martins

**Otimização no processo de produção, armazenamento e entrega do vidro temperado:
Estudo de Caso de uma indústria localizada em Araguaína/TO.**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), na modalidade Artigo Científico apresentado à UFNT – Universidade Federal do Norte do Tocantins – Curso Superior de Tecnologia em Logística, para a obtenção do título de Tecnólogo em Logística.

Data de aprovação: 26 / 06 / 2026

Banca Examinadora

Prof^a. Dra. Angelita de Oliveira Almeida (Orientadora)

Prof.^a Dr^a. Rita de Cassia Domingues Lopes (Examinadora)

Prof. Dr. Warton da Silva Souza (Examinador)

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha sincera gratidão à minha orientadora, por toda dedicação, paciência e conhecimento compartilhado ao longo desta jornada. Sua orientação foi fundamental para a realização deste trabalho, contribuindo não apenas para meu crescimento acadêmico, mas também para meu desenvolvimento profissional.

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo analisar a otimização dos processos de produção, armazenamento e entrega do vidro temperado em uma indústria localizada em Araguaína/TO. A pesquisa caracteriza-se como um estudo de caso, de natureza aplicada, com abordagem qualitativa e descritiva, utilizando a observação direta como principal técnica de coleta de dados. O estudo acompanha as etapas do beneficiamento do vidro comum até sua transformação em vidro temperado, incluindo recebimento das chapas, conferência, corte, lapidação, furação, lavagem, têmpera, armazenamento, expedição, transporte e entrega ao cliente. Os resultados demonstram que a qualidade final do produto depende da integração entre planejamento, controle da produção e logística, uma vez que falhas em qualquer etapa podem gerar desperdícios, retrabalho, atrasos e prejuízos financeiros. Observou-se que o uso de sistemas de otimização, como o Optiway, contribui para o melhor aproveitamento das chapas de vidro, reduzindo sobras e organizando o fluxo produtivo. Além disso, o armazenamento adequado em cavaletes protegidos, a separação por espessura e rota, bem como o carregamento cuidadoso com uso de separadores, cintas e lona, são fundamentais para preservar a integridade do vidro temperado. Conclui-se que a eficiência nos processos produtivos e logísticos contribui diretamente para a redução de perdas, melhoria da produtividade, aumento da competitividade e satisfação do cliente, tornando a gestão integrada um fator essencial para empresas que atuam com produtos frágeis e de alto valor agregado.

Palavras-chave: Vidro temperado. Gestão da produção. Logística. Otimização de processos.

ABSTRACT

This study aims to analyze the optimization of the production, storage, and delivery processes of tempered glass in an industry located in Araguaína, Tocantins, Brazil. The research is characterized as an applied case study, with a qualitative and descriptive approach, using direct observation as the main data collection technique. The study follows the stages of glass processing, from the receipt of common glass sheets to their transformation into tempered glass, including inspection, cutting, edging, drilling, washing, tempering, storage, dispatch, transportation, and final delivery to the customer. The results show that the final quality of the product depends on the integration between planning, production control, and logistics, since failures at any stage may cause waste, rework, delays, and financial losses. It was observed that the use of optimization systems, such as Optiway, contributes to better use of glass sheets, reducing waste and organizing the production flow. In addition, proper storage on protected racks, separation by thickness and delivery route, as well as careful loading with the use of separators, straps, and protective covers, are essential to preserve the integrity of tempered glass. It is concluded that efficiency in production and logistics processes directly contributes to loss reduction, productivity improvement, increased competitiveness, and customer satisfaction, making integrated management an essential factor for companies that work with fragile and high-value-added products.

Keywords: Tempered glass. Production management. Logistics. Process optimization.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Execução do processo de corte das chapas de vidro	20
Figura 2 – Processo de lapidação e acabamento das bordas do vidro	21
Figura 3 – Forno industrial utilizado no processo de têmpera do vidro	23
Figura 4 – Armazenamento dos vidros temperados no estoque da empresa	24
Figura 5 – Carregamento dos vidros temperados para transporte	28

LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
CNT – Confederação Nacional do Transporte
ERP – Enterprise Resource Planning
EVA – Espuma Vinílica Acetinada
MES – Manufacturing Execution System
MRP – Material Requirements Planning
NBR – Norma Brasileira
ODS – Objetivo de Desenvolvimento Sustentável
PC – Planejamento de Carga
PCP – Planejamento e Controle da Produção
SCADA – Supervisory Control and Data Acquisition
TCC – Trabalho de Conclusão de Curso
TMS – Transportation Management System
TO – Tocantins
UFNT – Universidade Federal do Norte do Tocantins

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	09
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	10
2.1 Gestão e planejamento da produção.....	10
2.2 Transporte logístico.....	12
2.3 Otimização dos serviços para a satisfação do cliente.....	15
3- METODOLOGIA.....	16
4- RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	25
4.1 Processo de fabricação do vidro temperado.....	18
4.2 Armazenamento do produto: vidro temperado.....	20
4.3 Processo de carregamento, transporte, descarregamento e entrega ao cliente	22
5- CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	24
REFERÊNCIAS	26

1 INTRODUÇÃO

A indústria de vidro temperado é fundamental para a construção civil, para a indústria de móveis e automóveis, porque oferece um produto que combina resistência, segurança e estética, pois passa por um beneficiamento, que envolve aquecimento e resfriamento controlado, o que aumenta sua resistência mecânica e térmica. Para garantir um produto de qualidade, é necessário um controle rigoroso em todas as etapas do processo de produção e logística, desde o corte e perfuração até o transporte e entrega ao cliente (Silvano; Fredericci; Yoshimura, 2011).

A produção desse tipo de material traz muitos desafios por causa de sua fragilidade e o alto valor agregado. Pequenas falhas podem comprometer o produto e gerar perdas significativas. Segundo informações do site Circula Vidro de 2023, a otimização dos processos produtivos e logísticos é uma necessidade estratégica e essencial para aumentar a eficiência, reduzir custos e melhorar a satisfação do cliente. Neste viés, adotar as boas práticas de gestão junto com as tecnologias de controle e planejamento se torna um diferencial competitivo para as indústrias deste setor.

Assim, este estudo tem por objetivo geral analisar como a integração entre os processos de produção, armazenamento e transporte contribui para a eficiência operacional, redução de perdas e satisfação do cliente em uma indústria de vidro temperado de Araguaína – TO. E por objetivos específicos: 1- descrever o processo de beneficiamento do vidro comum até sua transformação em vidro temperado; 2 - caracterizar os procedimentos de armazenamento, expedição, carregamento, transporte e entrega do vidro temperado e 3- analisar como a integração entre produção e logística contribui para a redução de perdas, melhoria da produtividade e satisfação do cliente.

A questão-problema diz respeito a: De que forma os processos de produção, armazenamento e entrega do vidro temperado podem ser otimizados para reduzir perdas, evitar retrabalhos e melhorar a satisfação do cliente?

Até porque uma gestão voltada à excelência minimiza falhas no beneficiamento, como erros de corte e furos, e garante um transporte compatível com a fragilidade do produto, evitando danos como quebras e trincas. A integridade do vidro no ponto de entrega é fator determinante para a lucratividade e a fidelização de clientes (Moraes *et al.*, 2014). Em alinhamento com a agenda global, este estudo também dialoga com o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 9: Indústria, Inovação e Infraestrutura, cujo propósito é

construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação (ONU, 2015). Dessa forma, a pesquisa relaciona-se ao uso eficiente de recursos, à inovação tecnológica e à melhoria de processos produtivos e logísticos em uma indústria de vidro temperado.

Esse estudo justifica-se pela importância de compreender como os processos de produção, armazenamento e entrega influenciam diretamente a qualidade final do vidro temperado e a satisfação do cliente. Por se tratar de um material frágil, de alto valor agregado e muito utilizado na construção civil, qualquer falha no corte, na lapidação, na têmpera, no armazenamento ou no transporte pode gerar perdas, retrabalho, atrasos e prejuízos financeiros para a empresa. Além disso, a integração entre produção e logística torna-se essencial para garantir maior aproveitamento das chapas de vidro, redução de desperdícios, cumprimento dos prazos e entrega do produto em perfeitas condições. Dessa forma, estudar a otimização desses processos em uma indústria localizada em Araguaína/TO contribui para identificar melhorias práticas na rotina operacional, fortalecer a competitividade da empresa e ampliar a qualidade do serviço prestado ao cliente.

Com base no exposto, espera-se que esta pesquisa forneça um diagnóstico preciso dos desafios logísticos e operacionais da empresa estudada, propondo e/ou validando estratégias que conduzam a processos otimizados e mais eficientes. Ao final, espera-se que as recomendações oriundas deste estudo contribuam para o aumento da lucratividade, a redução de perdas e a consolidação da satisfação do cliente, de forma sustentável e competitiva.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Gestão e planejamento da produção

Os dielétricos de vidro são temperados termicamente para se aumentar a resistência mecânica, a resistência ao impacto e a resistência ao choque térmico. O vidro comum diferente do vidro temperado passa por um processo de tempera que aumenta a resistência em até 05 vezes mais resistente que o vidro comum, garantindo mais segurança em caso de quebras. O processo de tempera consiste no aquecimento do vidro até as temperaturas máximas de 650°C, e em seguida o vidro passa por um jato de ar frio, esses processos de beneficiamento geram tensões internas que garantem a resistência mecânica e térmica (Yoshimura, 2009).

Para Montoanel (2020) o sistema de gestão de produção de uma tempera envolve o controle de fluxo, melhoria de layout da indústria, realização de manutenção preventiva,

capacitação dos colaboradores, além do monitoramento da linha produção e controle da qualidade. Dessa forma, a linha de produção segue um fluxo definido por etapas, que definem a produção otimizados pelo planejamento de controle da produção (PCP). Na produção é onde a matéria-prima se transforma em produto final, sendo entendido como um grupo de atividades e operações inter-relacionadas envolvidas na produção de bens ou serviços de grande importância no contexto para gerar valor para as organizações (Montoanel, 2020).

Na linha de produção moderna, a utilização e integração de softwares e sistemas de gestão, como por exemplo, o ERP (*Enterprise Resource Planning*), o MES (*Manufacturing Execution System*) e o SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*) deixam de ser apenas ferramentas de auxílio e se tornam a parte principal da operação, pois permitem o monitoramento de cada etapa de forma instantânea e a coleta de dados precisos para análise de desempenho (Moreira, 1998).

Desse modo, uma produção organizada, com controle de estoques, monitoramento de custos e planejamento adequado garante produtos de qualidade, entrega pontual e redução de perdas, fortalecendo a posição da empresa no mercado, elementos estes essenciais para a fabricação de vidros temperados (Montoanel, 2018). A gestão da produção é o que move as operações industriais e quando bem aplicada transforma recursos em vantagem competitiva. Na indústria de vidro temperado, a função do Planejamento e Controle da Produção (PCP) vai além das tarefas em sequência, pois também envolve a definição de parâmetros de processo, a coordenação entre áreas (técnica, logísticas, etc.) e o monitoramento contínuo de indicadores que assegurem a integridade do produto.

O planejamento e controle da produção são essenciais para garantir que os recursos disponíveis sejam utilizados da maneira mais eficiente possível, prevenindo desperdícios e aumentando a produtividade. Sem um controle rigoroso, as indústrias enfrentam riscos de atraso, retrabalho e perdas financeiras, comprometendo a competitividade e a sustentabilidade do negócio (Sacomano, 1983, p. 45).

Isso significa que a empresa precisa de sistemas de gestão que conectem as pessoas, máquinas e materiais de forma organizada, para se ter menos erros e perdas. O processo de têmpera possui especificidades na sua operação e qualidade, pois a têmpera envolve aquecimento até temperatura adequada e resfriamento rápido controlado. Qualquer erro pode resultar em fragilidades internas que vão a comprometer a segurança do produto. Estudos sobre variáveis de processo e desempenho mecânico demonstram que controle térmico, perfil de resfriamento e uniformidade nas chapas são fatores críticos para a confiabilidade do vidro temperado (Silvano; Fredericci; Yoshimura, 2011). É para minimizar os possíveis gargalos

causados durante o processo de têmpera é que o PCP é uma ferramenta indispensável para a execução e qualidade das rotinas operacionais precisas, pois “em indústrias de alto valor agregado, como a de vidro temperado, até pequenos desperdícios de matéria-prima ou energia podem impactar significativamente os resultados financeiros e a eficiência operacional” (Macedo, 2012, p. 110).

Também um dos elementos essenciais que diz respeito à produção é a questão do controle de estoques. Pois, um estoque bem administrado evita excessos e/ou faltas de estoque, assim “o gerenciamento adequado evita excessos que geram custos desnecessários e fatos que prejudicam a continuidade da produção, garantindo que a matéria-prima esteja disponível no momento certo e na quantidade adequada” (Montoanel *et al.*, 2018, p. 6). Métodos eficientes de controle de estoque, como o da classificação ABC, estoque de segurança calculado por demanda e *lead time*, e políticas de revisão periódica são práticas que reduzem variabilidade e garante continuidade produtiva. Para Sacomano (1983), a padronização de procedimentos de gestão e o monitoramento de dados de indicadores de produção e níveis de estoques são essenciais para propiciar que o processo de produção consegue detectar precocemente possíveis falhas, implementado soluções viáveis. Isso significa que métodos, checklists de operação e manutenção, planos de amostragem para inspeção de qualidade e rotinas de gestão que facilitam a detecção de desvios devem ser formalizados e implementados para que o processo produtivo siga as estratégias definidas.

Ferramentas atuais de gestão também ampliam o campo de atuação da gestão e planejamento da produção. A integração dos conceitos de *Lean Manufacturing*, com ênfase em eliminação de desperdícios, e sistemas de MRP para planejamento de materiais oferecem um arcabouço robusto para reduzir *lead times*, otimizar inventários e potencializar resultados. Para

Estender *et al.* (2017), a aplicação de técnicas modernas de gestão de produção, aliadas a ferramentas de monitoramento em tempo real, potencializa a capacidade de resposta da empresa, minimiza desperdícios e contribui para a sustentabilidade operacional para adaptação às demandas do mercado com qualidade e competitividade. Na linha de vidro temperado, o MRP ajuda a programar abastecimentos de chapas e consumíveis, enquanto técnicas enxutas reduzem movimentações e retrabalhos. Programas de manutenção preventiva e preditiva (baseados em indicadores como vibração, temperatura e consumo energético) evitam as paradas que não são planejadas e também garantem a estabilidade térmica nos fornos de têmpera, reduzindo perdas por rejeito.

2.2 Transporte logístico

A logística de transporte é um dos elementos básicos na gestão e desempenho da cadeia de suprimentos de mercadorias, garantindo o movimento eficaz e seguro dos produtos de um local onde é gerado até seu destino de consumo. Nesse sentido, o transporte é uma das atividades mais significativas nos procedimentos logísticos e é crítico para a qualidade do desempenho operacional e o nível de serviço prestado aos clientes (Ballou, 2006).

Em relação às frotas industriais, a logística de transporte envolve planejamento, execução e controle das operações de carregamento, descarregamento e transporte de carga, bem como a escolha do modal de transporte mais adequado, além da organização e planejamento do processo de entrega (Novaes, 2007). Basicamente, o envio ágil é visto como fator de vantagem competitiva enquanto afeta diretamente o custo e a satisfação do cliente final. Bowersox, Closs e Cooper (2014) apontam que o transporte pode representar dois terços dos custos logísticos, o que demonstrando a necessidade de garantir uma operação enxuta. Dessa forma, a logística de transporte não é mais vista apenas como uma operação, em vez disso, sua importância é destacada no planejamento estratégico de empresas e organizações, sendo vital para o processo de tomada de decisões baseadas em dados da gestão integrada na cadeia de suprimentos (Christopher, 2016).

Diante desse processo, existem o carregamento e descarregamento, que são operações-chave na logística de transporte, pois afetam a qualidade do produto, o tempo de entrega e os custos totais. O carregamento deve ser planejado, levando em consideração o peso, volume e requisitos de fragilidade das mercadorias. No caso de materiais sensíveis como vidro temperado, deve também ser aplicado normas de segurança e o uso de equipamentos específicos para evitar a quebra de peças do material e acidentes de trabalhadores (Fleury; Wanke; Figueiredo, 2017).

Rodrigues (2018) nos mostra que a eficiência dos processos de carregamento/descarregamento também está ligada à utilização de tecnologias de rastreamento e gestão logística, como os sistemas de gestão de transporte (TMS), que permitem o rastreamento em tempo real das rotas e o acompanhamento dos indicadores de desempenho. Esses dispositivos ajudam a gerenciar prazos e eliminar o tempo de espera nos pontos de carregamento/descarregamento, além de melhorar a comunicação entre motoristas, operadores e gestores de logística. De acordo com Ballou (2006), um sistema de roteamento

eficiente levaria em consideração a distância, congestionamento, horário do dia e prioridade das entregas, entre outros fatores, melhorando a capacidade de resposta da operação.

A aplicação de tecnologias na operação logística torna-se uma forte tendência na era da Indústria 4.0, onde digitalização e automação são necessárias para uma boa otimização do fluxo (Tortorella; Fettermann, 2018). Este novo modelo industrial vai além da automação de processos e da integração de máquinas, sistemas e pessoas como todos os nós em um único ecossistema produtivo inteligente e autônomo. A integração é crucial quando o setor de destino é o vidro, uma vez que a qualidade do produto final depende diretamente de variáveis muito controladas, como temperatura, tempo de aquecimento, resfriamento e homogeneidade do material.

Nesse viés, implementar tecnologias digitais pode rastrear essas variáveis em tempo real e se torna um método de medição mais preciso com muito menor margem de erro. A produtividade já havia começado a crescer por meio da automação industrial tradicional, a substituição de humanos por máquinas e sistemas programáveis. O fato é que a Indústria 4.0 eleva a um nível mais alto este patamar que envolve sensores, dispositivos de controle, software e redes integradas (que podem prevenir falhas de ocorrerem automaticamente configuradas +/-), bem como processos otimizados sem qualquer intervenção humana direta (Kagermann; Wahlster; Helbig, 2013).

A decisão de qual modal de transporte utilizar é uma das decisões mais estratégicas na logística, pois afeta tanto o custo total do produto, quanto as características do prazo de entrega e da qualidade do serviço. Segundo Ballou (2006), os modais de transporte se caracterizam pelo rodoviário, ferroviário, aquaviário, aéreo e dutoviário, com cada modo possuindo suas características específicas. No Brasil, o modal de transporte mais utilizado é o rodoviário, com uma participação estimada de mais de 60% da carga transportada, pois possui maior flexibilidade de rota e sua cobertura é bastante ampla (CNT, 2023). A intermodalidade, ou as conexões entre vários modais de transporte é uma tendência que se tornou cada vez mais relevante na logística moderna, utilizando das características específicas que os modais apresentam para reduzir custos e melhorar a eficiência. Novaes (2007), argumenta que a introdução desses sistemas intermodais deve ser planejada em detalhes, como também contar com uma infraestrutura disponível, como terminais de transbordo e dispositivos controlados por pátios de carga (PC).

Nessa linha de raciocínio, a segurança, ergonomia e equipamentos adequados para o trabalho são vitais no que se refere ao carregamento e descarregamento dos vidros

temperados. Como apontam Iida e Guimarães (2018), o manuseio manual de grandes pesos está ligado a um alto número de acidentes e doenças ocupacionais, o que conseqüentemente, é necessário investir em equipamentos de elevação, esteiras transportadoras e processos de carregamento automáticos projetados para garantir a integridade física dos trabalhadores, bem como a produção.

Quando você transporta vidros, por exemplo (material de folha temperada), os aspectos de fixação da carga também são integrados nas instruções de envio, já que esse material não suporta qualquer impacto ou flutuação súbita de temperatura. Em relação aos riscos logísticos, Novaes (2007) considera a análise de falhas possíveis, treinamento de motoristas para o manejo da carga e dispositivos de rastreamento e telemetria. Essas medidas servem para minimizar perdas, melhorar a efetividade dos processos e aumentar a competitividade no mercado.

Assim, produção e transporte integrados é um ponto crucial para a eficácia logística. De acordo com Corrêa, Giansi e Caon (2017), quando os setores de produção e transporte planejam conjuntamente, há menor tempo de espera, bem como pouco ou nenhum acúmulo de estoque. A correlação entre produção e transporte é essencial em setores como o de produtos frágeis, como o de vidros temperados.

Assim, a logística de transporte, incluindo operações de carga e descarga, seleção de modos e organização de entregas, torna-se um critério determinante da competitividade das empresas. Essas tarefas eficientes, realizadas corretamente, economizam tempo e dinheiro, enquanto também contribuem para uma experiência positiva do cliente e para a longevidade dos serviços da empresa. Desenvolvimentos futuros em tecnologia e a crescente consolidação dos serviços logísticos terão um grande impacto nos requisitos de treinamento para a gestão de transportes no futuro, tornando essencial ter pessoal competente e sistemas de controle de processos eficientes.

2.3 Otimização dos serviços para a Satisfação do cliente

A eficiência no processo de produção não pode ser reduzida como um custo para o consumidor, mas deve ser priorizada para que o cliente obtenha o produto final sem danos. Quando as empresas garantem que o que produzem corresponde às necessidades reais do mercado, evitam desperdícios e tornam o valor agregado claro para o cliente. Para manter a relevância da produção, cada etapa, desde a entrada até a saída, deve ser adaptada de forma a

minimizar as oportunidades de falhas que possam influenciar a percepção de qualidade do comprador (Christopher, 2016).

O transporte desempenha um papel essencial nesse mecanismo, pois sem um transporte eficaz o produto pode se tornar inútil para a organização. A logística de distribuição é geralmente a única linha de contato físico da marca com o cliente, e o modo de distribuição e gestão de rotas desempenham um papel importante na fidelização do cliente. Entregas rápidas e seguras transformam a experiência de compra e criam confiança e potenciais negócios futuros (Ballou, 2006).

A otimização nos processos dos setores da organização permite que a empresa reaja rapidamente a possíveis gargalos identificados que possam causar prejuízos para seu negócio. Assim, quando produção e transporte têm uma comunicação fluida, a otimização deixa de ser teórica e se torna algo visível, reduzindo o tempo e melhorando os níveis de serviço. A satisfação do cliente é, portanto, o resultado direto de um sistema que funciona em harmonia e onde a promessa é cumprida no momento da venda (Novaes, 2007).

Estes processos exigem investimentos em tecnologia de monitoramento em tempo real que possa avaliar cada parte da cadeia de suprimentos (Ballou, 2006). Os dados são usados para prever gargalos de produção e potenciais atrasos no transporte de mercadorias, para que a empresa possa agir antes que o cliente sofra uma perda. Nos dias de hoje, a informação é tão importante quanto o item físico, pois fornece o nível de transparência necessário para se sentir satisfeito (Wahlster; Helbig, 2013). Entende-se que um sistema de produção enxuta permite a eliminação de desperdícios para gerar um produto acabado com valor agregado significativo e uma taxa de desperdícios reduzida, permitindo que os clientes recebam um produto que atenda funcionalmente ao que esperam ser entregue (Sleight, 2021).

Há de considerar que o aspecto da otimização se estende desde o planejamento de rotas para evitar congestionamentos, até a seleção do veículo individual apropriado para cada tipo de carga. Se o transporte falhar, todo o esforço na linha de produção para entregar um produto de qualidade dentro do prazo estimando é perdido, o que pode causar frustração tanto para organização quanto para o cliente. Portanto, as empresas mais bem-sucedidas usam o transporte não como uma despesa extra real, mas como um elemento de estratégia de publicidade e fidelização (Ballou, 2006).

Sistemas que combinam rastreamento de produção e transporte permitem que o cliente acompanhe cada etapa da jornada do produto, desde a montagem até a etapa final da entrega do produto. Essa visibilidade minimiza a incerteza do comprador e fomenta a confiança

mútua, com a possibilidade de ser pré-comunicado com antecedência sobre qualquer evento adverso com danos mínimos à reputação da marca. Assim, a tecnologia da informação é o que mantém essa ponte entre a necessidade do consumidor e a distribuição (Wahlster; Helbig, 2013). A otimização também é uma questão de sustentabilidade ambiental e responsabilidade logística. Otimizar suas rotas para percorrer menos quilômetros pode economizar combustível, dinheiro e tempo, transcendendo a satisfação apenas pelo produto, mas também gerando responsabilidade sócio ambiental à sociedade (Sleight, 2021).

Contudo compreende-se que as organizações devem sempre investir em seus fluxos de serviços com o intuito de gerar processos e produtos de qualidade. Estes investimentos podem resultar em economias significativas para alcançar melhores resultados, reduzindo ineficiências e intensificando o que realmente funciona. Até porque o mercado oferece uma gama de opções tecnológicas que bem aproveitadas podem gerar um diferencial para a organização.

3- METODOLOGIA

A presente pesquisa caracteriza-se como um estudo de caso de natureza aplicada, com abordagem qualitativa e descritiva, desenvolvido em uma indústria do setor vidreiro localizada em Araguaína - TO. Consiste em uma estratégia de investigação que busca compreender fenômenos contemporâneos inseridos em seu contexto real, permitindo analisar situações específicas de forma aprofundada e detalhada (YIN, 2015). A escolha dessa metodologia ocorreu em razão da necessidade de compreender, dentro do ambiente industrial, como acontecem os processos de beneficiamento do vidro temperado, o armazenamento do produto acabado e as etapas logísticas de transporte até a entrega ao cliente.

Para tanto, utilizou a técnica de observação como principal instrumento de coleta de dados. Segundo Lakatos e Marconi (2021), a observação consiste em uma técnica de coleta de informações baseada no acompanhamento sistemático dos fatos e fenômenos no ambiente em que eles ocorrem, permitindo ao pesquisador analisar comportamentos, rotinas e procedimentos sem interferir diretamente no processo.

A coleta de dados ocorreu por meio da observação das rotinas produtivas e logísticas da empresa, contemplando todas as etapas do processo de fabricação do vidro temperado. Foram observadas as operações de corte, lapidação, furação, lavagem, inspeção, têmpera, separação das peças e expedição do produto final. Durante as observações, buscou-se compreender como ocorre o fluxo produtivo, quais procedimentos são adotados em cada etapa

e de que maneira o material é conduzido ao longo da linha de produção até sua finalização. Também foram analisadas as condições de armazenamento do vidro temperado após a conclusão do beneficiamento.

Nessa etapa, observou-se a organização dos produtos acabados, os cuidados necessários para evitar danos às peças, os métodos de separação dos pedidos, as formas de identificação dos vidros e os critérios utilizados para acondicionamento antes da expedição. Essas observações permitiram compreender a importância do armazenamento adequado para garantir a integridade física do produto e evitar perdas durante a movimentação interna. Com relação ao transporte do vidro temperado até o cliente final, foram acompanhadas as etapas de carregamento dos caminhões, organização das peças nos veículos, utilização de suportes apropriados para transporte, procedimentos de conferência dos pedidos e descarregamento no local de entrega. A observação dessas atividades possibilitou identificar os cuidados necessários durante o transporte do vidro temperado, considerando que se trata de um material frágil e suscetível a danos quando manuseado inadequadamente.

A observação das atividades foi realizada entre os meses de abril e maio de 2026, no ambiente interno da indústria de beneficiamento de vidro temperado analisada. A escolha desse período permitiu acompanhar diferentes etapas do processo produtivo e logístico, desde o recebimento do vidro comum, corte, lapidação, furação, lavagem e têmpera, até os procedimentos de armazenamento, expedição, carregamento, transporte e entrega ao cliente.

A aluna responsável pela pesquisa atua como funcionária da indústria em questão, o que possibilitou o acompanhamento direto da rotina operacional e maior proximidade com os processos observados. As observações ocorreram durante a execução das atividades diárias da empresa, permitindo identificar situações relacionadas à organização do trabalho, aproveitamento das chapas de vidro, perdas por quebra, retrabalhos, atrasos, sobras de material, cuidados no armazenamento e conferência dos pedidos.

Para orientar a coleta das informações, foi utilizado um roteiro de observação com categorias previamente definidas, contemplando aspectos como produção, armazenamento, expedição, carregamento, transporte, entrega, perdas, retrabalho, sobras de vidro e satisfação do cliente. As anotações foram organizadas de forma descritiva, considerando cada etapa acompanhada e os principais problemas ou melhorias identificados. A análise das informações ocorreu a partir da relação entre os processos produtivos e logísticos, buscando compreender de que forma a integração entre essas etapas contribui para a redução de perdas, melhoria da produtividade e aumento da satisfação do cliente.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Processo de fabricação do vidro temperado

O procedimento de observação do processo de fabricação do vidro temperado permitiu compreender que a qualidade final do produto depende de uma sequência organizada de etapas produtivas, iniciando-se no recebimento das chapas de vidro comum e finalizando-se com o processo de têmpera. O processo tem início com o recebimento das chapas de vidro, acompanhadas das respectivas notas fiscais, sendo realizada a conferência pelo gerente de produção. Nessa etapa, são verificadas possíveis avarias, trincas, riscos, quebras ou inconformidades nas chapas, que possuem dimensões aproximadas de 3,21 m por 2,40 m. Essa conferência inicial é essencial, pois qualquer defeito não identificado pode comprometer as etapas seguintes, além de gerar perdas de matéria-prima, retrabalho e atrasos na entrega ao cliente.

Esse resultado dialoga com Slack, Chambers e Johnston (2019), ao afirmarem que a administração da produção deve controlar os recursos de entrada, transformação e saída, garantindo que o produto final atenda aos requisitos de qualidade, custo e prazo. No caso do vidro temperado, esse controle torna-se ainda mais relevante, pois se trata de um produto com características específicas de fragilidade durante o manuseio e alto valor agregado. Assim, a conferência das chapas no recebimento não representa apenas uma rotina operacional, mas uma prática de controle de qualidade que evita que falhas sejam transferidas para as fases seguintes do processo produtivo.

Após a conferência, ocorre o abastecimento do estoque e o encaminhamento das informações ao setor de Planejamento e Controle da Produção, setor este responsável pela otimização das chapas por meio do sistema Optiway. Convém ressaltar que este sistema organiza as peças dentro das chapas de vidro de forma estratégica, considerando os projetos enviados pelo setor comercial, as medidas solicitadas pelos clientes e o melhor aproveitamento possível da matéria-prima. A otimização permite reduzir desperdícios, melhorar o uso das chapas e organizar a sequência produtiva de maneira mais eficiente.

Nesse sentido, Corrêa, Giansesi e Caon (2017) destacam que o planejamento, programação e controle da produção é fundamental para coordenar materiais, equipamentos, pessoas e prazos, evitando desperdícios e melhorando a produtividade. Na empresa estudada, o uso do sistema de otimização evidencia a aplicação prática desse conceito, uma vez que o

planejamento anterior ao corte contribui para a redução de sobras de vidro e para a melhor organização das ordens de produção.

A primeira etapa operacional observada foi o corte, momento em que o vidro é dimensionado conforme a otimização realizada pelo PCP (figura 1) e de acordo com o projeto comercial. Essa etapa é decisiva, pois define as medidas finais da peça antes do beneficiamento e da têmpera. Como o vidro temperado não pode ser cortado ou furado após passar pelo forno, qualquer erro nessa fase pode resultar na perda total do material. Por isso, o corte precisa ser realizado com precisão, considerando as medidas, formatos e especificações do cliente.

Figura 1 – Execução do processo de corte das chapas de vidro



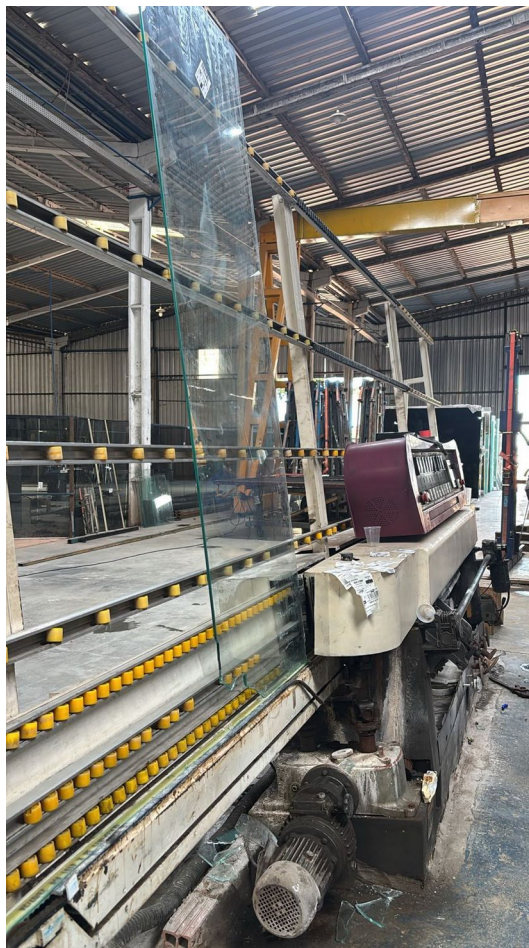
Fonte: Acervo da empresa pesquisada (2026).

A importância dessa etapa pode ser relacionada às discussões de Silvano, Fredericci e Yoshimura (2011), que analisaram variáveis do processo de têmpera e destacaram que o desempenho mecânico e termomecânico do vidro está diretamente relacionado ao controle adequado das etapas de fabricação. Embora o processo de têmpera seja responsável por

conferir maior resistência ao vidro, as fases anteriores, como corte, lapidação, furação e acabamento, também interferem diretamente na qualidade final. Dessa forma, a precisão no corte contribui para evitar perdas e garantir que o produto entregue esteja de acordo com o pedido do cliente.

Após o corte, as peças passam pelo processo de lapidação e acabamento das bordas (figura 2). Em seguida, são realizadas as furações e os recortes necessários, de acordo com cada projeto. Essas etapas são indispensáveis, pois preparam o vidro para a têmpera e garantem acabamento adequado, segurança no manuseio e conformidade com as exigências do cliente. A lapidação das bordas reduz riscos de cortes, elimina irregularidades e diminui a possibilidade de quebras provocadas por tensões ou imperfeições.

Figura 2 – Processo de lapidação e acabamento das bordas do vidro



Fonte: Acervo da empresa pesquisada (2026).

Na sequência, o vidro é encaminhado para a lavagem industrial, etapa que tem como objetivo remover resíduos, poeira, partículas da lapidação e demais impurezas antes da entrada no forno. A lavagem adequada é fundamental para evitar manchas, marcas ou defeitos que possam surgir durante o aquecimento. Essa etapa demonstra que a qualidade do vidro

temperado não depende apenas da resistência final do produto, mas também da sua apresentação visual e acabamento.

Segundo Slack, Chambers e Johnston (2019), a qualidade deve ser compreendida como a capacidade de um produto atender às expectativas do cliente, envolvendo aspectos técnicos, funcionais e estéticos. No caso do vidro temperado, a ausência de manchas, riscos ou resíduos é um fator importante para a percepção de qualidade, especialmente porque o produto é amplamente utilizado em ambientes residenciais, comerciais e arquitetônicos, nos quais a aparência visual possui grande relevância. Portanto, a lavagem industrial contribui tanto para o desempenho técnico quanto para a satisfação do cliente.

Após a lavagem, as peças seguem para o forno industrial, onde são aquecidas em temperaturas aproximadas entre 620 °C e 680 °C (figura 3), próximas ao ponto de amolecimento do vidro. Em seguida, ocorre o resfriamento rápido por meio de jatos de ar frio de alta pressão. Esse processo gera tensões internas no vidro, tornando sua superfície mais resistente e conferindo ao material maior resistência mecânica e térmica. Dessa forma, o vidro comum é transformado em vidro temperado, apresentando maior segurança em relação ao vidro não temperado.

Figura 3 – Forno industrial utilizado no processo de têmpera do vidro



Fonte: Acervo da empresa pesquisada (2026).

Yoshimura (2009) explica que a têmpera térmica consiste em submeter o vidro a elevadas temperaturas e, posteriormente, a um resfriamento rápido, processo responsável por gerar tensões internas que aumentam a resistência mecânica e termomecânica do material. Da mesma forma, Silvano, Fredericci e Yoshimura (2011) destacam que o controle das variáveis do processo, como temperatura, tempo de aquecimento e resfriamento, é fundamental para garantir o desempenho adequado do vidro temperado. Assim, os resultados observados confirmam a importância do controle térmico no forno e do resfriamento rápido para a qualidade final do produto.

Entretanto, uma característica importante do vidro temperado é que, após passar pelo processo de têmpera, ele não pode mais ser cortado, furado ou lapidado. Isso reforça a necessidade de precisão em todas as etapas anteriores. Qualquer erro de medida, furo ou recorte gera perda da peça e necessidade de refabricação. Desse modo, a integração e otimização dos processos entre setor comercial, PCP e produção é essencial para evitar falhas, reduzir desperdícios e garantir que o produto final corresponda ao pedido do cliente.

4.2 Armazenamento do produto pronto: vidro temperado

Após a finalização do processo de têmpera, o vidro pronto é encaminhado para o armazenamento em cavaletes metálicos acolchoados com borracha e materiais de proteção (figura 4). Na empresa observada, os vidros são separados por seções, espessura e rota de entrega, sendo utilizados materiais como espuma em EVA, separadores e cantoneiras de papel moldadas para proteger as peças. Esse armazenamento tem como finalidade preservar a integridade do produto acabado até o momento da expedição.

O armazenamento adequado do vidro temperado é uma etapa relevante porque, embora o material tenha maior resistência mecânica após a têmpera, ele ainda pode sofrer danos durante o manuseio, movimentação ou contato direto entre peças. Riscos, trincas, quebras e danos nas bordas podem comprometer a qualidade do produto e gerar prejuízos à empresa. Assim, os cuidados no armazenamento devem ser considerados parte do processo de qualidade, e não apenas uma atividade intermediária entre produção e transporte.

Figura 4 – Armazenamento dos vidros temperados no estoque da empresa



Fonte: Acervo da empresa pesquisada (2026).

Ballou (2006) destaca que a armazenagem é uma das atividades logísticas responsáveis por garantir disponibilidade, conservação e organização dos produtos até sua distribuição. No caso do vidro temperado, essa função é ainda mais importante, pois o produto necessita de cuidados específicos para evitar danos físicos. Dessa forma, a utilização de cavaletes apropriados, separadores e materiais de proteção contribui para manter o produto em boas condições até o momento da entrega.

A organização dos vidros por espessura, seção e rota também contribui para a eficiência operacional da empresa. Quando os produtos acabados são armazenados de forma organizada, a equipe de expedição consegue localizar os pedidos com maior rapidez, reduzir erros de separação e preparar os carregamentos conforme a sequência de entrega. Essa prática favorece o cumprimento dos prazos e evita atrasos decorrentes de desorganização interna.

Essa observação se relaciona com Novaes (2007), ao afirmar que a logística empresarial deve integrar armazenagem, movimentação e transporte, garantindo que o

produto esteja disponível no momento certo, no local correto e em condições adequadas. Na empresa analisada, o armazenamento por rota demonstra essa integração, pois o produto já é organizado considerando a etapa seguinte do processo logístico. Assim, o armazenamento deixa de ser apenas uma guarda temporária e passa a funcionar como uma estratégia de apoio à expedição e à satisfação do cliente.

Outro aspecto observado foi o uso de espuma em EVA e cantoneiras de papel moldadas entre as peças. Esses materiais reduzem o atrito direto entre os vidros e protegem bordas e superfícies contra danos. Esse cuidado é importante porque, mesmo pequenos impactos podem comprometer a integridade do produto, especialmente nas bordas, que são pontos sensíveis durante o manuseio. A utilização de proteções demonstra uma preocupação da empresa com a preservação do produto acabado.

Morais *et al.* (2014), ao discutirem melhorias em empresa de vidro temperado por meio da ferramenta 5S, apontam que a organização do ambiente produtivo e dos materiais contribui para a redução de perdas e para o aumento da produtividade. Nesse sentido, o armazenamento observado na empresa apresenta relação com os princípios de organização e padronização, pois os vidros são mantidos em locais apropriados, separados por critérios definidos e protegidos contra possíveis danos.

Além disso, o armazenamento adequado influencia diretamente a satisfação do cliente. Um produto corretamente fabricado pode perder sua qualidade se for armazenado de maneira inadequada antes da entrega. Caso o vidro sofra avarias, a empresa poderá ter que refazer a peça, atrasar a entrega e assumir custos adicionais. Dessa forma, o armazenamento impacta não apenas a preservação do produto, mas também a lucratividade da empresa e a confiança do cliente.

Bowersox, Closs e Cooper (2014) afirmam que a logística deve ser compreendida como um processo integrado voltado à criação de valor para o cliente. Assim, armazenar corretamente o vidro temperado significa garantir que o produto chegue ao consumidor conforme foi produzido, sem danos e dentro do prazo esperado. Portanto, os resultados demonstram que o armazenamento do produto pronto é uma etapa estratégica para assegurar a continuidade da qualidade obtida na produção. Assim, essa etapa deve ser compreendida como parte essencial da gestão da produção e da logística, especialmente em empresas que trabalham com materiais frágeis e de alto valor agregado.

4.3 Processo de carregamento, transporte, descarregamento e entrega ao cliente

A etapa de expedição tem início com a separação dos pedidos a partir do romaneio enviado pelo setor comercial da empresa. Esse documento contém informações fundamentais, como tamanho das peças, espessura, quantidade, nome da empresa compradora e endereço de entrega. Com base nesses dados, a equipe de expedição realiza a separação dos vidros, seguida da conferência pelo responsável pela expedição e pelo responsável pelo carregamento.

A utilização do romaneio é essencial para garantir que o pedido seja separado corretamente e entregue conforme solicitado pelo cliente. Esse documento funciona como instrumento de controle e rastreabilidade, pois permite verificar se as peças correspondem às informações do pedido. A conferência evita trocas, envio de peças erradas, divergências de medidas e entregas incompletas. Dessa forma, o romaneio contribui para a organização logística e para a redução de falhas no atendimento.

Segundo Ballou (2006), a logística empresarial envolve planejamento, implementação e controle do fluxo de produtos, informações e serviços, desde a origem até o destino final, com o objetivo de atender às necessidades dos clientes. No caso observado, o romaneio representa justamente essa integração entre informação e movimentação física do produto. Sem um controle documental adequado, aumenta-se o risco de erros na expedição, o que pode comprometer a satisfação do cliente.

Antes do carregamento, é realizada a inspeção final das peças. Nessa etapa, verifica-se se os vidros estão sem defeitos aparentes, com medidas corretas e devidamente identificados. Essa inspeção é uma medida preventiva importante, pois representa a última oportunidade de identificar inconformidades antes da saída do produto da empresa. Caso algum problema seja identificado nessa fase, é possível evitar que o cliente receba um produto inadequado.

Essa prática se relaciona com a perspectiva de Slack, Chambers e Johnston (2019), que destacam a importância do controle de qualidade ao longo de todo o processo produtivo, e não apenas ao final da produção. A inspeção final na expedição reforça essa lógica, pois atua como uma barreira de controle antes da entrega. Em produtos frágeis como o vidro temperado, essa verificação é ainda mais necessária, considerando que falhas podem gerar reclamações, devoluções e custos de reposição.

Após a conferência, os vidros são preparados para o transporte. As peças são organizadas em cavaletes no caminhão (figura 5), com uso de separadores de cortiça, EVA ou espuma para evitar atrito entre elas. O carregamento é realizado com cuidado, utilizando ventosas, carrinhos ou movimentação manual adequada. Depois de posicionadas, as peças são

amarradas com cintas e colocadas de forma inclinada para evitar deslocamentos durante o trajeto. Também é utilizada lona para proteger os vidros contra chuva, umidade, sujeira e pequenos impactos.

Figura 5 – Carregamento dos vidros temperados para transporte



Fonte: Acervo da empresa pesquisada (2026).

A importância desses cuidados é discutida por Fleury, Wanke e Figueiredo (2017), ao afirmarem que o transporte de cargas exige planejamento adequado, principalmente quando envolve produtos frágeis, pesados ou de difícil manuseio. No caso do vidro temperado, o carregamento incorreto pode comprometer todo o processo produtivo realizado anteriormente. Assim, a logística de transporte deve ser tratada como uma extensão da qualidade da produção, pois o produto só cumpre sua finalidade quando chega íntegro ao cliente.

A amarração das peças, o uso de separadores e o posicionamento inclinado são procedimentos que reduzem os riscos de deslocamento, impactos e atrito durante o transporte. Esses cuidados também contribuem para a segurança dos trabalhadores envolvidos no

carregamento e descarregamento. Iida e Guimarães (2018) destacam que a ergonomia e o uso adequado de equipamentos são fundamentais para reduzir riscos ocupacionais, especialmente em atividades que envolvem peso, esforço físico e movimentação de materiais frágeis. Dessa forma, o uso de ventosas, carrinhos e movimentação adequada contribui tanto para a preservação do produto quanto para a segurança da equipe.

Antes da saída do veículo, é realizada uma última conferência da carga e da documentação de entrega. Essa prática contribui para evitar falhas no envio e garantir que todos os produtos estejam corretamente carregados. Durante o transporte, o veículo segue até o endereço do cliente, respeitando os procedimentos de segurança necessários para cargas frágeis. Essa etapa exige atenção, pois qualquer falha na condução, na fixação da carga ou no trajeto pode causar danos às peças. Novaes (2007) afirma que o transporte representa uma das principais atividades logísticas, pois influencia diretamente o custo, o prazo e o nível de serviço oferecido ao cliente.

Ao chegar ao local de entrega, os vidros são descarregados cuidadosamente e conferidos juntamente com o cliente. Essa conferência conjunta permite verificar se o pedido está completo, correto e sem danos aparentes. Após a conferência, o cliente assina o comprovante de recebimento ou romaneio, formalizando a conclusão do processo. Essa etapa possui importância comercial, pois comprova a entrega e transmite maior segurança para ambas as partes.

Para acompanhar a eficiência do processo logístico, a empresa poderia utilizar indicadores como: índice de perdas por quebra durante o transporte, tempo médio de carregamento e descarregamento, percentual de entregas realizadas dentro do prazo, quantidade de retrabalho por erro de separação ou danos nas peças, número de sobras de chapa após o corte, índice de devoluções e nível de satisfação do cliente. O acompanhamento desses indicadores possibilita identificar falhas no processo, reduzir desperdícios, melhorar o planejamento das entregas e aumentar a qualidade do atendimento prestado ao cliente.

A entrega ao cliente representa o encerramento do ciclo produtivo e logístico. Nesse momento, a satisfação do cliente depende não apenas do produto em si, mas de todo o serviço prestado, incluindo cumprimento do prazo, integridade das peças, organização da entrega, cuidado no descarregamento e clareza na conferência. Christopher (2016) destaca que a logística moderna está diretamente relacionada à criação de valor para o cliente, pois a entrega eficiente e confiável pode se tornar um diferencial competitivo para a empresa.

Durante a análise do processo produtivo e logístico, observou-se que as maiores perdas costumam ocorrer na etapa de corte, principalmente quando a chapa de vidro não é totalmente aproveitada, e também durante a movimentação interna, produção e transporte, quando podem acontecer quebras. As etapas de lapidação e têmpera tendem a gerar mais retrabalho, especialmente quando as peças apresentam medidas incorretas, defeitos no acabamento ou quebras durante o processo.

Também foi possível identificar possíveis gargalos no corte, na lapidação, na têmpera e na expedição. A têmpera pode representar um ponto crítico, pois depende da capacidade do forno e do sequenciamento adequado das peças. A expedição, por sua vez, pode sofrer atrasos quando os pedidos não estão devidamente separados e organizados por rota. Nesse sentido, o sequenciamento das entregas por rota contribui para reduzir o tempo de carregamento, facilitar a localização das peças e evitar atrasos na saída dos veículos.

Sobre o armazenamento, quando os vidros são organizados de maneira adequada, há melhor aproveitamento do espaço físico, maior facilidade na localização das peças e redução do risco de quebras. O uso de sistemas como o Optiway também contribui para a otimização do corte das chapas, possibilitando maior aproveitamento do material e redução das sobras, que podem variar conforme o tipo de produção e o padrão dos pedidos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa teve como objetivo analisar como a gestão otimizada e eficiente da produção e do transporte em uma indústria de beneficiamento de vidro temperado pode contribuir para a melhoria dos processos internos, redução de perdas e aumento da satisfação do cliente. A partir da observação direta realizada no ambiente industrial, foi possível compreender que o processo de fabricação do vidro temperado não se limita apenas à etapa de têmpera, mas envolve uma sequência integrada de atividades que se inicia no recebimento das chapas de vidro comum e se estende até o armazenamento, expedição, transporte, descarregamento e conferência final junto ao cliente.

Os resultados demonstraram que cada etapa do processo produtivo possui importância direta na qualidade do produto final. O recebimento das chapas, a conferência das notas, a inspeção visual para identificação de avarias, o abastecimento do estoque e a otimização das chapas pelo setor de planejamento e controle da produção representam procedimentos fundamentais para evitar desperdícios e garantir melhor aproveitamento da matéria-prima. Nesse sentido, verificou-se que o uso de sistemas de otimização, como o Optiway, contribui

para organizar as peças de forma estratégica nas chapas, reduzindo sobras, melhorando o fluxo produtivo e favorecendo a eficiência operacional.

Também foi possível observar que as etapas de corte, lapidação, furação, recortes e lavagem precisam ser realizadas com rigor técnico, pois antecedem a têmpera e não podem ser corrigidas posteriormente. Assim, a pesquisa evidenciou que a precisão no processo produtivo é um fator indispensável para garantir não apenas a qualidade técnica do vidro temperado, mas também a confiabilidade do serviço prestado, pois o vidro temperado é um produto que exige precisão na fabricação e cuidado na movimentação.

Constatou-se também que a organização dos vidros em cavaletes metálicos acolchoados, separados por espessura, sessão e rota, contribui para a preservação das peças e para a agilidade da expedição. Com isso, percebe-se que o armazenamento adequado não é apenas uma etapa intermediária, mas uma prática estratégica para manter a integridade do produto até o momento do carregamento. Além disso, o carregamento dos vidros nos caminhões, com uso de cavaletes, separadores, cintas de fixação, lona de proteção e movimentação cuidadosa, demonstra a necessidade de práticas específicas para o transporte de cargas frágeis. Dessa maneira, a pesquisa confirmou que um produto produzido com qualidade pode ser comprometido caso o transporte não seja realizado de forma segura e organizada.

A entrega ao cliente representa a finalização do ciclo produtivo e logístico. Nesse momento, a conferência conjunta das peças e a assinatura do comprovante de recebimento ou romaneio tornam-se importantes para formalizar a conclusão do processo, evitar divergências e transmitir segurança ao consumidor. Assim, a satisfação do cliente está diretamente relacionada à soma de diferentes fatores: qualidade do vidro, cumprimento das especificações, ausência de danos, organização da entrega, pontualidade e atendimento adequado no descarregamento.

Dessa forma, conclui-se que a otimização do processo de produção do vidro temperado depende da integração e otimização dos processos da produção, estoque, expedição e transporte. Quando esses setores atuam de maneira alinhada, a empresa consegue reduzir desperdícios, evitar retrabalho, melhorar o aproveitamento dos materiais, diminuir perdas financeiras e entregar um produto com maior qualidade. Além disso, a adoção de procedimentos padronizados, tecnologias de apoio, conferências constantes e cuidados logísticos fortalece a competitividade da empresa e contribui para a fidelização dos clientes.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 14698: Vidro temperado**. Rio de Janeiro: ABNT, 2001/2025.

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

BOWERSOX, Donald J.; CLOSS, David J.; COOPER, M. Bixby. **Gestão logística da cadeia de suprimentos**. 4. ed. Porto Alegre: AMGH, 2014.

CHRISTOPHER, Martin. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos**. 4. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2016.

CIRCULA VIDRO. Manual Operacional Básico – Logística Reversa de Embalagens de Vidro. [s.l.]: Circula Vidro, 2023. Disponível em: https://circulavidro.org/wp-content/uploads/2024/05/Manual-Operacional-Basico_vf.pdf. Acesso em: 12 out. 2025.

CNT – Confederação Nacional do Transporte. **Anuário do Transporte Brasileiro 2023**. Brasília: CNT, 2023.

CORRÊA, Henrique L.; GIANESI, Irineu G. N.; CAON, Mauro. **Planejamento, programação e controle da produção**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

ESTENDER, A. C.; SEQUEIRA, G. R.; SIQUEIRA, N. A. S.; CÂNDIDO, G. J. A importância do planejamento e controle da produção. In: VI SINGEP, 2017, São Paulo. **Anais... São Paulo**: [s. n.], 2017. Disponível em: <https://singep.org.br/6singep/resultado/422.pdf>. Acesso em: 18 set. 2024.

FLEURY, Paulo Fernando; WANKE, Peter; FIGUEIREDO, Kleber Fossati. **Logística empresarial: a perspectiva brasileira**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

IIDA, Itiro; GUIMARÃES, Lia. **Ergonomia: projeto e produção**. 4. ed. São Paulo: Blucher, 2018.

KAGERMANN, Henning; WAHLSTER, Wolfgang; HELBIG, Johannes (eds.). **Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0: Final report of the Industrie 4.0 Working Group**. Frankfurt: National Academy of Science and Engineering, 2013.

MACEDO, Mariano de Matos. Gestão da produtividade nas empresas. **Revista Organização Sistêmica**, [S. l.], v. 1, n. 1, p. 110–119, 2012. Disponível em: <https://www.revistasuninter.com/revistaorganizacaosistemica/index.php/organizacaoSistemica/article/view/65>. Acesso em: 28 set. 2025.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2021.

MONTOANEL, Samuel et al. Melhoria da Qualidade em uma Linha de Produção de Vidros Temperados. **Revista Eletrônica Multidisciplinar UNIFACEAR**, v. 1, n. 9, p. 1-15, 2020. Disponível em: <https://revista.unifacear.edu.br/rem/article/view/456>. Acesso em: 17 set. 2025.

MORAIS, Leonidas Magno de; MAGALHÃES, Bruno; HENRIQUE, Leonardo; LOURENÇO, Thales. Implantação da ferramenta 5S em uma empresa de vidro temperado. **Cadernos UniFOA**, Volta Redonda, v. 9, n. 1 esp., p. 97-107, 2014. DOI: 10.47385/cadunifoa.v9.n1 esp.214.

MOREIRA, Daniel Augusto. **Produção e Operações**. São Paulo: Pioneira, 1998. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ts/a/fk93cjKJG3Cm5pXHWJXbcvL/?lang=pt>. Acesso em: 20 set. 2025.

NOVAES, Antônio Galvão. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição**. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Nova York: ONU, 2015. Disponível em: <https://sdgs.un.org/2030agenda>. Acesso em: 2 jul. 2026.

RODRIGUES, Paulo Roberto. **Logística e transporte: uma visão integrada**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2018.

SACOMANO, José Benedito. Introdução ao Planejamento e Controle da Produção. São Carlos: Universidade de São Paulo, 1983.

SILVANO, Guedes; CATIA, Fredericci; YOSHIMURA, Humberto Naoyuki. Efeitos das variáveis de processo no desempenho mecânico e termomecânico do dielétrico de vidro temperado. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos (REMAP)**, v. 6, n. 2, 2011. Disponível em: <https://remap.revistas.ufcg.edu.br/index.php/REMAP/article/view/60>. Acesso em: 16 set. 2025.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

TORTORELLA, Guilherme Luz; FETTERMANN, Diego. Implementation of Industry 4.0 and lean production in Brazilian manufacturing companies. **International Journal of Production Research**, v. 56, n. 8, p. 2975–2987, 2018.

YOSHIMURA, H. N. Dielétrico de vidro de elevada confiabilidade mecânica e termomecânica produzido por tempera de dois estágios: tempera térmica, troca iônica. *Revista Brasileira de Materiais*, v. 30, n. 2, p. 1-6, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rmat/a/GqFmMvM3yQXpZrP4NCc5TvD/>. Acesso em: 08 out. 2025.