

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO  
GRANDE DO SUL – IFRS  
CAMPUS CAXIAS DO SUL  
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**QUEMUEL FISCHER DOS SANTOS**

**APLICAÇÃO DE UM *FRAMEWORK* BASEADO NOS CONCEITOS DE  
*WORKLOAD CONTROL (WLC)* PARA PRECISÃO DAS DATAS DE ENTREGA EM  
UMA EMPRESA DO SETOR MOVELEIRO QUE TRABALHA SOB DEMANDA**

**CAXIAS DO SUL**

**2023**

**QUEMUEL FISCHER DOS SANTOS**

**APLICAÇÃO DE UM *FRAMEWORK* BASEADO NOS CONCEITOS DE *WORKLOAD CONTROL (WLC)* PARA PRECISÃO DAS DATAS DE ENTREGA EM UMA EMPRESA DO SETOR MOVELEIRO QUE TRABALHA SOB DEMANDA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção, do curso de Engenharia de Produção, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, campus Caxias do Sul.

Orientador: Prof. Dr. Lucas Fabro

**CAXIAS DO SUL**

**2023**

## RESUMO

Fischer dos Santos, Quemuel. **Aplicação de um *framework* baseado nos conceitos de *Workload Control (WLC)* para precisão das datas de entrega de uma empresa do setor moveleiro que trabalha sob demanda.** 2023. folhas. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia. Caxias do Sul, 2023.

O aprimoramento no desempenho da confiabilidade de entrega em empresas de produção por encomenda (MTO) é um critério competitivo essencial na conjuntura de mercado atual. Nesse contexto, torna-se claro que a pesquisa desempenha um papel crucial ao apresentar ferramentas para auxiliar na identificação de oportunidades de melhorias na confiabilidade de entrega. O reconhecimento dessas oportunidades demanda uma estrutura de diagnóstico para avaliar o desempenho da situação atual. No entanto, a escolha do arcabouço teórico depende do problema específico de desempenho a ser diagnosticado, exigindo uma base sólida no domínio de conhecimentos científicos específicos. O propósito principal deste trabalho é introduzir os conceitos de *Workload Control*, juntamente com as ferramentas de diagnóstico, do *framework* desenvolvido por Soepenberget al. (2012c) em um cenário prático, utilizando um estudo de caso. Os resultados obtidos na análise de caso indicam que o *framework* se destaca como uma ferramenta de diagnóstico vital, demonstrando precisão na identificação das causas de atrasos nas ordens relacionadas às decisões de PCP.

**Palavras-chave:** Planejamento e Controle da Produção. Confiabilidade de Entrega. *Workload Control. Framework.* Engenharia de Produção.

## ABSTRACT

Fischer dos Santos, Quemuel. **Application of a framework based on the concepts of Workload Control (WLC) for accuracy of delivery dates of a company in the furniture sector that works on demand.** 2023. leaves. Completion of course work (Bachelor in Production Engineering) – Federal Institute of Education, Science and Technology. Caxias do Sul, 2023.

Improving the performance of delivery reliability in make-to-order (MTO) companies is an essential competitive criterion in the current market environment. In this context, it becomes clear that research plays a crucial role in providing tools to assist in identifying opportunities for improving delivery reliability. The recognition of these opportunities requires a diagnostic framework to assess the performance of the current situation. However, the choice of the theoretical framework depends on the specific performance problem to be diagnosed, requiring a solid foundation in the domain of specific scientific knowledge. The main purpose of this work is to introduce the concepts of Workload Control, together with the diagnostic tools, of the framework developed by Soepenberget al. (2012c) in a practical scenario, using a case study. The results obtained from the case study indicate that the framework stands out as a vital diagnostic tool, demonstrating accuracy in identifying the causes of delays in orders related to production planning and control (PPC) decisions.

**Keywords:** Production Planning and Control. Delivery Reliability. Workload Control. Framework. Production Engineering.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>3</b>
2.1 CONTROLE DE SOLICITAÇÃO DE PEDIDOS NO WORKLOAD CONTROL ...	5
2.2 HIERARQUIAS DE CARGA DE TRABALHO .....	6
2.3 GESTÃO DE PEDIDOS DE CLIENTES (CUSTOMER ENQUIRE MANAGEMENT – CEM) .....	8
2.4 LIBERAÇÃO DE ORDEM (ORDEM RELEASE – OR).....	9
<b>2.4.1 Métodos de Liberação Contínua</b> .....	<b>10</b>
<b>2.4.2 Métodos de Liberação Periódica</b> .....	<b>10</b>
<b>2.4.3 Combinação das abordagens de liberação contínua e periódica (LUMS         Corrected Order Release)</b> .....	<b>11</b>
2.5 INDICADOR DE DESEMPENHO ON TIME IN FULL (OTIF).....	11
2.6 CAPACIDADE PRODUTIVA.....	12
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	<b>14</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>17</b>
4.1 PROCESSO MACRO DE ACEITAÇÃO, PRODUÇÃO E ENTREGA DOS PEDIDOS .....	17
4.2 DEFINIÇÃO DE CARGA LIMITE DE TRABALHO NO CHÃO DE FÁBRICA....	19
4.3 NOVO PROCESSO DE ACEITAÇÃO DOS PEDIDOS .....	20
4.4 APLICAÇÃO DO FRAMEWORK PARA DIAGNÓSTICO DE CONFIABILIDADE DE DATAS DE ENTREGA .....	22
<b>4.4.1 Análise de distribuição do atraso</b> .....	<b>22</b>
<b>4.4.2 Análise das diferenças entre os subconjuntos da ordem</b> .....	<b>24</b>
<b>4.4.3 Análise das diferenças ao longo do tempo</b> .....	<b>25</b>
<b>4.4.4 Análise da data prometida (DP)</b> .....	<b>26</b>
<b>5 CONCLUSÃO</b> .....	<b>28</b>
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>30</b>

## 1 INTRODUÇÃO

De acordo com dados da MOVERGS (Associação das Indústrias de Móveis do Estado do Rio Grande do Sul), o Brasil destaca-se como um dos principais produtores móveis no mundo, sendo o líder na América Latina. Com mais de 18 mil empresas, o setor emprega cerca de 255 mil pessoas, alcançando um valor de produção estimado em cerca de R\$ 78,1 bilhões em 2021, conforme dados da Abimóvel. No cenário internacional, o Brasil figura como o 28º maior exportador de móveis, com exportações totalizando USD 1,03 bilhão no ano passado. No âmbito nacional, o Rio Grande do Sul assume a posição de segundo maior produtor de móveis no país. Com aproximadamente 2.400 indústrias moveleiras, o estado contribui para a geração de 37,4 mil empregos diretos, de acordo com dados da Inteligência Comercial Movergs baseados no NOVO CAGED (Cadastro Geral de Empregados e Desempregados) em dezembro de 2021. Além disso, o RS se destaca como o segundo maior exportador de móveis do Brasil, notabilizando-se internacionalmente pela qualidade na produção de mobiliário residencial. No ano de 2021, esse setor representou 2,5% do Produto Interno Bruto (PIB) industrial do país. No mesmo período, a contribuição do setor moveleiro alcançou 10,7% do valor adicionado bruto da indústria de transformação. O valor adicionado bruto é uma métrica que mensura a riqueza gerada por um segmento econômico. Além de sua relevância na composição do PIB industrial, o setor de móveis desempenha um papel crucial na economia brasileira ao impulsionar a geração de empregos e renda.

No cenário industrial, para obter diferencial competitivo e influenciar diretamente na decisão de compra dos clientes é necessário, entre outros fatores, prazos de entrega reduzidos, conformidade de calendário, qualidade e preço. Quando empresas firmam contratos, principalmente, de novos produtos ou customizados, a acuracidade de prazos de entrega, por vezes, reflete problemas operacionais, agravados pela falta de planejamento e controle, obrigando a utilização de estratégias de horas extras ou terceirização, aumentando os custos produtivos.

Nesse contexto, conforme Fernandes e Godinho Filho (2010), o processo de Planejamento e Controle da Produção (PCP) engloba uma série de tomadas de decisão destinadas a estabelecer diretrizes para o que, quanto e quando produzir, adquirir e entregar, bem como determinar quem, onde e como executar essas atividades. O Planejamento da Produção (PP) lida com decisões agregadas em um

horizonte de médio prazo, normalmente variando de 3 a 18 meses. Em contraste, o Controle da Produção (CP) assume a responsabilidade de regular o fluxo de materiais em um sistema de produção a curto prazo, geralmente dentro de um período de até 3 meses, utilizando informações e decisões para orientar a execução.

Adicionalmente, Kyrillos (2010) defende que o processo de planejamento, controle e produção envolve a integração da estrutura produtiva de uma organização, resultando em um sistema de trabalho abrangente que visa simplificar as tarefas e eliminar elementos desnecessários. O ato de planejar implica na projeção e formalização das atividades e metas futuras, com a presença essencial de mecanismos de controle e, quando necessário, a implementação de correções, a fim de garantir que os planos se concretizem de maneira eficaz.

Em empresas que trabalham *Make to Order* (MTO) a ação de programar, planejar e controlar a produção torna-se um desafio a partir do momento em que é necessário ter prazos de entrega curtos e competitivos a fim de não perder mercado. Conforme Thüerer e Godinho Filho (2012) destacam, uma das competências operacionais cruciais para empresas que atuam sob o modelo *Make to Order* (MTO) é a capacidade de alcançar um lead time reduzido e previsível, essencial para cumprir as datas prometidas aos clientes.

Nesse panorama, é de extrema importância que as decisões de Planejamento e Controle da Produção (PCP) estejam totalmente alinhadas com o objetivo de atingir seus indicadores e metas produtivas. No entanto, para que essas decisões se tornem eficazes, é essencial contar com ferramentas de diagnóstico voltadas para a confiabilidade da entrega.

Nesta perspectiva o *Workload Control* (WLC) se aplica. O *Workload Control* (WLC) consiste no controle das solicitações de pedidos de entrada e da liberação das ordens de saída, considerando a capacidade como uma variável. Soepenberget al. (2008), sustenta que a quantidade de pedidos aceitos (entrada) não deve exceder a capacidade disponível para a execução das atividades necessárias à produção do produto (saída). Se esse cenário se concretizar, as implicações seriam o atraso nas ordens e o aumento do estoque em processo (WIP), o que resultaria na desestabilização do fluxo de produção e na impossibilidade de gerenciar o *lead time*.

Hopp e Spearman (2004) argumentam que o *Workload Control* (WLC) está em total consonância com os modelos contemporâneos de administração na manufatura. Além disso, é possível relacionar o WLC ao conceito de *heijunka*, cujo propósito é

nivelar a produção com base no tipo e na quantidade de produtos ao longo de um determinado período (MARCHWINSKI; SHOOK; SCHROEDER, 2008).

A importância desse trabalho se dá ao fato de que a aplicação desse *framework* no contexto apresentado poderá gerar a eficiência logística, mantendo os prazos de entrega mais aproximados com a entrega real, fazendo com que a empresa obtenha vantagem competitiva no mercado em que atua. No que tange ao conteúdo do trabalho, é importante ressaltar que ele foi orientado sob uma visão gerencial do problema abordado, portanto, é possível que alguns dados e processos minuciosos não sejam retratados nesse estudo de caso. O objetivo principal do presente artigo pode ser expresso por aplicar o *framework* desenvolvido por Erik Soepenbergh et al. (2012) para o diagnóstico de confiabilidade de data de entrega e, concomitante, propor um modelo de Planejamento, Controle e Programação baseado nos conceitos de *Workload Control (WLC)* em uma indústria moveleira que atua sob encomenda. Para atingir os objetivos gerais se faz necessário respondê-los com alguns objetivos específicos, a saber:

- i) Mapear o estado atual do processo de aceitação, produção e entrega do pedido.
- ii) Mensurar a carga limite de trabalhos (ordens de produção) que pode ser lançada para fabricação.
- iii) Analisar tempos dos roteiros de fabricação, proporcionando uma distribuição eficiente e equilibrada das atividades.
- iv) Determinar a confiabilidade das entregas, bem como definir metodologia para cálculo das datas de entrega.

Sendo assim, o presente artigo discorre sobre uma metodologia proposta para a empresa estudada, considerando o seu contexto e suas particularidades. Como novos os processos e metodologias sugeridos não foram aplicados de fato na empresa, não haverá dados disponíveis para análise.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

Os assuntos a seguir são utilizados como base fundamental para a aplicação do *framework* aqui já retratado. Eles têm impacto direto na análise e aplicação da metodologia, influenciando os resultados e discussões a serem abordados. No contexto analisado, a implementação do modelo de Planejamento e Controle da

Produção (PCP) baseado no *Workload Control* (WLC) proporciona vantagens competitivas significativas, destacando-se a rapidez na entrega e a confiabilidade do processo, identificadas por alguns estudiosos como elementos cruciais na dimensão de "desempenho" (CORRÊA, 1993). No que diz respeito ao sistema de produção adotado pela empresa, destaca-se a dimensão de flexibilidade. Outros insights adicionais sobre as dimensões competitivas pertinentes a este estudo são:

i) Velocidade de entrega:

A celeridade na entrega assume cada vez mais um papel crucial na conquista de clientes e mercados. Presentemente, muitos consumidores estão dispostos a desembolsar um "prêmio", representado por um preço mais elevado, para assegurar a entrega de seus pedidos com máxima rapidez. A agilidade na entrega não apenas proporciona vantagens aos clientes (externas), mas também traz benefícios internos para a empresa fornecedora. Do ponto de vista do cliente, a diminuição do intervalo entre a realização do pedido e o recebimento do material resulta em um maior período para adiar a decisão de compra. Internamente, a rapidez na entrega se reflete em benefícios decorrentes do aumento da velocidade no fluxo de materiais entre os processos, uma vez que materiais que atravessam rapidamente os processos geram custos menores.

ii) Confiabilidade de entrega:

Diante da inclinação das empresas para diminuir seus estoques, os perigos de interrupção nas linhas de produção aumentam devido a eventuais atrasos na entrega de insumos pelos fornecedores. Assim, à medida que as fábricas se tornam mais reliantas na obtenção oportuna de matéria-prima, a asseguuração de que os pedidos serão recebidos dentro dos prazos acordados (confiabilidade de entrega) emerge como um fator de considerável importância na seleção de fornecedores.

iii) Flexibilidade:

A habilidade do Sistema de Produção em ajustar-se de forma ágil às variações do ambiente é essencial. Essas mudanças podem manifestar-se na demanda, no abastecimento, nos procedimentos de produção, na tecnologia utilizada, nas rotas de produção, e em outros componentes que integram o cenário da manufatura.

## 2.1 Controle de solicitação de pedidos no *Workload Control*

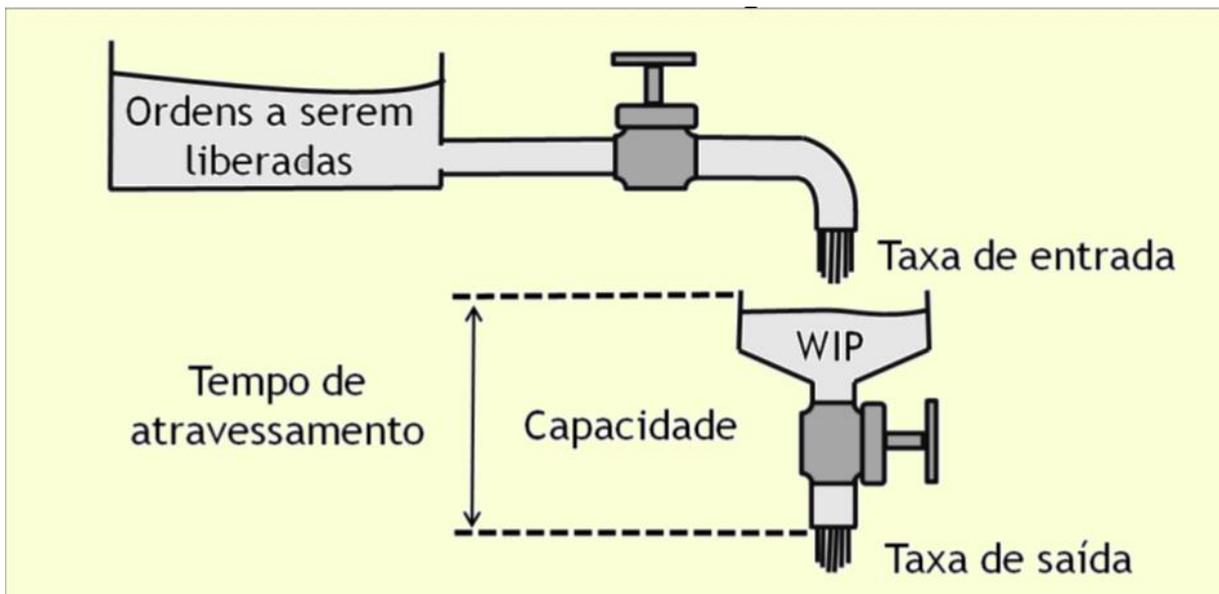
Para muitas empresas, controlar as solicitações de pedidos conforme a capacidade pode se tornar um dilema, pois, por um lado, as empresas precisam atender aos prazos de entrega acordados com os clientes, o que exige uma alta velocidade de entrega. Por outro lado, é necessário evitar atrasos, o que compromete a confiabilidade de entrega. O modelo de Planejamento, Controle e Programação da Produção baseado no WLC (*Workload Control*) pode ajudar as empresas a superar esse dilema, pois visa controlar a carga de trabalho do chão de fábrica de forma a garantir o cumprimento dos prazos de entrega e a otimização dos recursos produtivos. De forma resumida, o WLC aborda o dilema de velocidade e confiabilidade de entrega de três maneiras:

- i) Liberação controlada de ordens: O WLC permite que as empresas liberem ordens de produção de forma controlada, evitando que a carga de trabalho do chão de fábrica fique excessiva. Isso ajuda a reduzir o risco de atrasos na entrega. A gestão da liberação de ordens desempenha um papel crucial no equilíbrio entre a velocidade de entrega e a confiabilidade. Alguns autores destacam que a liberação controlada de ordens é uma estratégia eficaz para otimizar o desempenho operacional (Blackstone et al., 2004). Ao liberar ordens de forma coordenada, a empresa pode manter um controle preciso sobre o processo de produção, evitando gargalos e mantendo a confiabilidade na entrega (Van der Meer, 2016).
- ii) Controle dos níveis de carga de trabalho no chão de fábrica: O WLC fornece ferramentas para as empresas acompanharem os níveis de carga de trabalho no chão de fábrica. Isso permite que as empresas identifiquem gargalos e atrasos potenciais, tomando medidas para evitá-los. O controle eficiente da carga de trabalho no chão de fábrica é essencial para evitar sobrecargas e manter a consistência na entrega. Hopp & Spearman (2004) destacam a importância de estratégias que visam equilibrar a carga de trabalho, garantindo eficiência operacional. O controle adequado da carga de trabalho no chão de fábrica é fundamental para evitar atrasos e assegurar a qualidade do processo de produção.
- iii) Equilíbrio da carga de trabalho entre as estações de trabalho: O WLC permite que as empresas equilibrem a carga de trabalho entre as estações de trabalho. Isso

ajuda a reduzir o tempo de espera entre as estações, o que pode contribuir para aumentar a velocidade de entrega. Nahmias (2015) discute a importância do design adequado do layout de produção e da alocação inteligente de recursos para garantir um fluxo de trabalho suave e equilibrado. O equilíbrio entre as estações de trabalho não apenas acelera a produção, mas também contribui para a prevenção de gargalos que podem comprometer a confiabilidade.

Denominado Modelo Funil, a Figura 1 ilustra o conceito dos controles de entrada e saída. Nota-se que o gerenciamento das taxas está diretamente conectado ao nível de *Work in Progress* (WIP) dentro do sistema. A disparidade entre as taxas de entrada e saída não apenas determina o nível de WIP, mas também exerce influência nos tempos totais de processamento e no *lead time* de produção.

Figura 1 – Modelo Funil de controle de entrada e saída.



Fonte: Adaptado de Amaral e Fuchigami (2020).

## 2.2 Hierarquias de cargas de trabalho

No WLC, a carga admitida (entrada) não deve ultrapassar a capacidade de realizar as atividades necessárias para obter o produto (saída) (Soepenberget al., 2008). Caso isso ocorra, as ramificações podem incluir atrasos em ordens e um aumento no estoque em processo (WIP), o que desencadearia desestabilização no fluxo de produção e prejudicaria o controle do *lead time*. Dessa forma, essa abordagem visa integrar os departamentos de produção e vendas em um sistema hierárquico de cargas de trabalho, permitindo o controle simultâneo do estoque,

capacidade e *lead time* produtivo. Essa hierarquia foi definida por Thürer e Godinho Filho (2012) que apontam três níveis que formam esse sistema de cargas de trabalho, sendo eles:

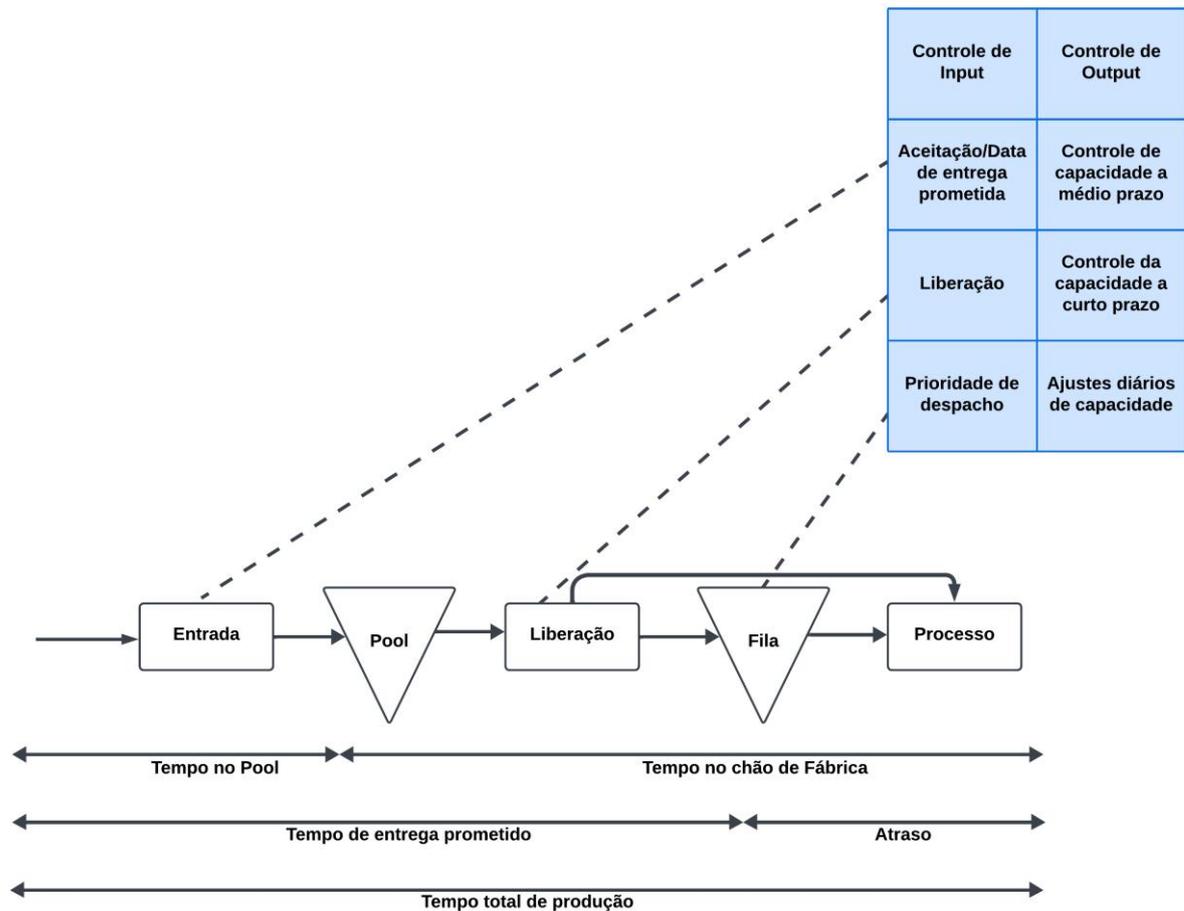
- i) Carga de trabalho do chão de fábrica ou WIP;
- ii) Carga de trabalho planejada: é a soma do WIP e da carga de trabalho formada pelas ordens aceitas no *pre-shop pool*<sup>1</sup>.
- iii) Carga de trabalho total: é a soma de todas as cargas de trabalho e de uma porcentagem que reflete a probabilidade de a empresa conseguir novos pedidos denominada de *strike rate*<sup>2</sup>.

Além disso, o Controle de Execução da Manufatura (CEM) exerce influência sobre a carga de trabalho planejada, desempenhando um papel crucial na determinação das datas de entrega (*Due ou Delivery Date – DD*) e na definição do *strike rate* (Thürer e Godinho Filho, 2012). Seguindo a perspectiva de Duenyas e Hopp (1995) e Kingsman e Mercer (1997), a consideração do *strike rate* agrega uma dimensão estratégica ao processo de estabelecimento dos *leads times* do Planejamento e Controle da Produção (PCP), conferindo à empresa uma vantagem competitiva em relação aos seus concorrentes.

---

<sup>1</sup> Pre-shop pool – sala de espera, onde as ordens ficam até ter carga de trabalho disponível.  
<sup>2</sup> Strike Rate – Probabilidade de conseguir novos pedidos.

Figura 2 – Decisões de controle de entrada e saída



Fonte: Adaptado de Kodama, Paredes e Godinho-Filho (2018).

### 2.3 Gestão de Pedidos de Clientes (Customer Enquire Management - CEM)

O processo estratégico de fornecimento de prazos de entrega assume uma relevância significativa em empresas de fabricação sob encomenda (MTO). Esse processo demanda uma abordagem individualizada para cada pedido, dada a diversidade de requisitos associados a cada solicitação. Em ambientes desse tipo, a capacidade de fornecer prazos de entrega curtos e realistas de maneira consistente aos clientes é essencial (THÜRER; GODINHO FILHO, 2012; SPEARMAN; ZHANG, 1999). Quando a empresa recebe um pedido de cotação, o *Workload Control* (WLC) desempenha um papel fundamental na determinação das datas de entrega. Isso é alcançado por meio de uma análise comparativa entre a capacidade disponível e a capacidade necessária, simulando a entrada do novo pedido considerando a carga

total existente. O objetivo é garantir que o pedido possa ser produzido de maneira lucrativa e dentro do prazo estipulado. O Controle de Execução da Manufatura (CEM) leva em consideração dois tipos de pedidos (Thürer e Godinho Filho, 2012):

- Pedidos com datas de entrega sujeitas a negociação: Nessa situação, uma data de entrega viável é estabelecida por meio de programação antecipada do pedido, considerando a confirmação do pedido e a disponibilidade dos materiais. Quando necessário e factível, a capacidade pode ser ampliada, ou então, prioridade pode ser concedida a um pedido de modo a garantir que a data de entrega proposta pela empresa seja aceita pelo cliente. A integração interativa entre o controle de capacidade e a probabilidade de a empresa fechar novos pedidos permite a determinação de preços e datas que maximizam a probabilidade de conquistar o pedido e ao mesmo tempo manter a rentabilidade.
- Pedidos com datas fixas: Nessa circunstância, a avaliação da possibilidade de atender à data exigida pelo cliente ocorre por meio de programação retroativa. Assim, uma data de início planejada é calculada, representando o momento em que o pedido precisa ser liberado para garantir a entrega dentro do prazo estipulado.

#### **2.4 Liberação de Ordem (Order Release – OR)**

Os elevados níveis de *Work in Progress* (WIP) resultam em congestionamento no chão de fábrica, prolongando os *leads times*. Na perspectiva do WLC, as ordens não são liberadas imediatamente para o chão de fábrica; ao invés disso, elas são retidas na chamada "*pre-shop pool*" e são liberadas quando os níveis pré-determinados de carga no chão de fábrica atingem limites denominados "normas" ou "*workload norm*" (Thürer e Godinho Filho, 2012). O controle da liberação das ordens funciona como uma proteção contra a variabilidade, reduzindo tanto o WIP quanto o lead time, e facilitando a detecção de desperdícios. Dessa maneira, o WLC integra os mecanismos de liberação de ordens (OR) e o Controle de Execução da Manufatura (CEM) com uma eficaz programação de produção e gestão de materiais. Esse processo contribui de forma significativa mesmo em ambientes *job shop*, caracterizados pela grande variedade de produtos. Segundo Thürer e Godinho (2012), os métodos de OR dentro do WLC podem ser essencialmente divididos em dois

grupos: métodos que liberam as ordens do “*pre-shop pool*” de forma periódica e métodos que liberam as ordens do “*pre-shop pool*” de forma contínua.

#### **2.4.1 Métodos de Liberação Contínua**

O método de liberação contínua define que a decisão de liberar um novo pedido no chão de fábrica deve ser tomada a qualquer momento, em vez de seguir uma periodicidade específica. A liberação é iniciada por um evento no chão de fábrica, que pode ser:

- I) A carga de um equipamento gargalo atingir um nível específico
- II) A carga de um centro de trabalho cair abaixo de um determinado limite.
- III) A carga total do chão de fábrica cair abaixo de um determinado nível.

As ordens escolhidas para serem liberadas são selecionadas com base em regras, de maneira semelhante aos métodos periódicos. No caso (III), a ordem pode ser liberada de acordo com a regra denominada *Work-In-Next-Queue* (WINQ), a qual escolhe liberar a ordem cuja primeira operação em seu roteiro produtivo envolve o centro de trabalho com a menor fila. A liberação de ordens continua até que a carga de trabalho ultrapasse o nível de liberação estabelecido.

#### **2.4.2 Métodos de Liberação Periódica**

Diferentemente do método de liberação contínua, os métodos de liberação periódica trabalham com liberação de ordens em períodos pré-datados, podendo ser dias, semanas etc. Conforme Land e Gaalman (1998) entendem, a maioria dos métodos de liberação periódica apresentam características comuns entre eles:

- A liberação das ordens do “*pre-shop pool*” segue critérios convencionais, como a Data de Entrega Mais Cedo (*Earliest Due Date – EDD*), a menor folga ou a Data de Liberação Planejada (*Planned Release Date – PRD*).
- A soma da carga de cada operação da ordem é acrescentada à carga já existente em todos os centros de trabalho do roteiro associado a essa ordem. Se a(s) nova(s) carga(s) for(em) menor(es) que o limite previamente definido no *workload norm*, a ordem é autorizada para liberação, e a carga das

operações da ordem é alocada à carga dos centros correspondentes. Se pelo menos um dos limites estabelecidos for ultrapassado, o sistema aguarda até o próximo intervalo de liberação. Esse processo é repetido até que todas as ordens tenham sido analisadas.

Uma maneira de explicar isso de forma mais simples é pensar que as ordens no “*pre-shop pool*” são como pessoas em uma sala de espera. Elas são selecionadas de acordo com critérios como a hora de chegada ou de prioridade. Depois que uma pessoa é selecionada, sua carga é calculada. A carga de uma pessoa é como o peso dela. Se o peso da pessoa for menor ou igual ao limite de peso permitido para a sala, a pessoa é liberada para entrar na sala. Se o peso da pessoa exceder o limite de peso permitido, a pessoa é adiada para o próximo período. Este procedimento é repetido até que todas as pessoas tenham sido consideradas.

#### **2.4.3 Combinação das abordagens de liberação contínua e periódica (LUMS Corrected Order Release)**

O *LUMS Corrected Order Release* é um algoritmo que combina as duas abordagens de liberação de ordens. Nesse conceito ocorre a equalização da carga no chão de fábrica. Porém, caso em algum ponto no tempo, a carga de um centro de trabalho atinja zero, ocorre uma liberação. Por exemplo, se o centro de trabalho A não possui atividade, todas as ordens no “*pre-shop pool*” cuja primeira operação está associada ao centro de trabalho A tornam-se elegíveis para liberação. Essa combinação das abordagens tem como objetivo garantir que as ordens sejam liberadas de forma a evitar sobrecargas nos centros de trabalho. Com essa metodologia, será possível melhorar a eficiência da produção, reduzindo seus respectivos custos.

#### **2.5 Indicador de desempenho *On Time in Full* (OTIF)**

O OTIF é um indicador de desempenho destinado a monitorar a excelência na entrega de produtos e serviços, com o objetivo principal de elevar a satisfação dos clientes ao estabelecer o nível de serviço proporcionado pela organização (Oliveira e

Araújo, 2009). A sua sigla representa as iniciais das palavras em inglês “*On Time In Full*”, cujo conceito abrange:

- **On Time:** Os produtos/serviços devem ser entregues em uma data, horário ou janela de horas e local previamente acordados com o cliente.
- **In Full:** Os produtos/serviços devem estar em conformidade com as especificações estabelecidas pelo cliente, abrangendo qualidade intrínseca, dimensões, quantidade, condições físicas ideais e quaisquer outros atributos específicos de cada setor.

Para calcular o indicador de desempenho OTIF é necessário seguir a fórmula a seguir:

$$OTIF = \left( \frac{\text{número de entregas no prazo completas}}{\text{número total de entregas}} \right) \times 100$$

O OTIF emerge como o indicador mais crucial na gestão logística, pois avalia o desempenho operacional sob a perspectiva do cliente. Ele examina a eficácia no cumprimento de prazos e a eficiência de todos os procedimentos de atendimento, garantindo a conformidade com as especificações estabelecidas no momento do pedido, incluindo a entrega no local indicado, a integralidade do pedido, a ausência de erros e a aderência a todas as características esperadas.

## 2.6 Capacidade produtiva

A capacidade produtiva refere-se à quantidade de produtos que pode ser gerada em um determinado contexto, sendo expressa em termos temporais ou atemporais. Quando se discute a capacidade projetada de uma organização, está-se mencionando a produção máxima que a empresa pode alcançar com base em suas instalações disponíveis. Contudo, é comum que as indústrias evitem operar no limite máximo de produção, uma vez que enfrentam desafios para lidar com flutuações na oferta de insumos ou demanda (LUSTOSA et al, 2008).

A produção eficiente é o resultado de uma sequência de atividades operando em sua máxima capacidade. Vários elementos têm o potencial de impactar a capacidade produção, incluindo a falta de mão de obra, falhas em maquinários e

atrasos na entrega dos insumos essenciais para o processo produtivo (GAITHER e FRAIZER, 2002).

A capacidade de produção pode ser categorizada em diferentes tipos: instalada, disponível, efetiva e realizada. A capacidade instalada representa o máximo que uma fábrica pode produzir sem interrupções, sem considerar as perdas. A capacidade disponível refere-se ao máximo que pode ser produzido durante a jornada líquida de trabalho, desconsiderando as perdas. Já a capacidade efetiva representa a capacidade disponível, eliminando as perdas planejadas. Por fim, a capacidade realizada é obtida subtraindo as perdas planejadas e não planejadas da capacidade disponível.

No presente artigo o foco específico será na capacidade produtiva instalada e efetiva, na qual, segundo alguns autores, é a capacidade mais próxima do real em um centro de trabalho. A capacidade efetiva é expressa através da capacidade disponível, na qual são deduzidas as perdas planejadas, como manutenção preventiva e paradas de setup. A subtração do tempo das paradas planejadas da carga horária de trabalho (CH) resulta nas horas disponíveis para a produção (HD). Esse cálculo é representado a seguir:

$$HD = CH - TPP$$

Onde:

*HD = Horas Disponíveis*

*CH = Carga Horária de Trabalho*

*TPP = Tempo Utilizado para Perdas Planejadas*

Com o resultado das horas disponíveis, é possível chegar ao cálculo da capacidade efetiva, através da divisão das horas disponíveis pelo tempo padrão de produção de determinado produto:

$$\text{Capacidade Efetiva} = HD/TP$$

Onde:

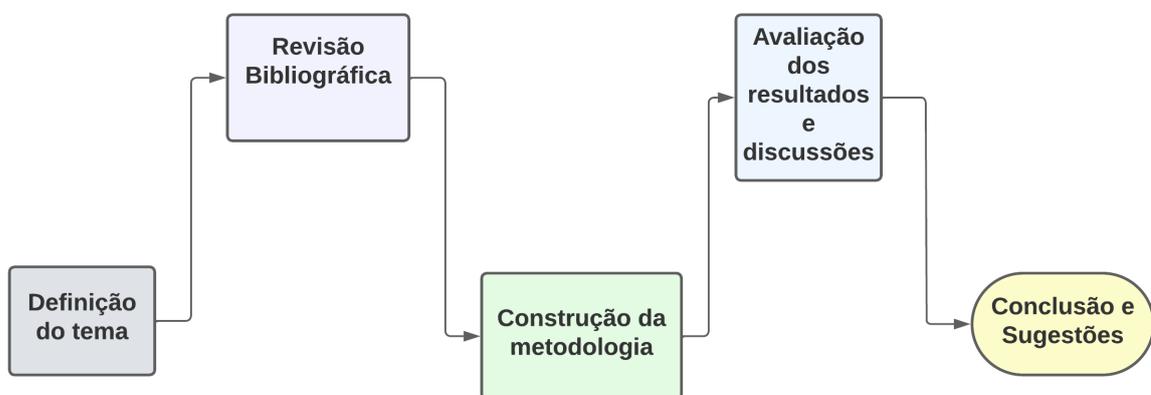
*HD = Horas disponíveis*

*TP = Tempo padrão de produção de um item*

### 3 METODOLOGIA

Conforme Marconi (2010), a metodologia é um componente fundamental de qualquer artigo científico, pois ela é o fio condutor da pesquisa, orientando o pesquisador na escolha das técnicas e instrumentos de coleta e análise de dados, bem como na interpretação dos resultados. Uma metodologia bem elaborada é essencial para garantir a validade e confiabilidade dos resultados da pesquisa. Nesse contexto, a metodologia com estudo de caso é importante por uma série de razões. Em primeiro lugar, ela permite ao pesquisador compreender melhor fenômenos complexos dentro do seu contexto real. O estudo de caso permite ao pesquisador coletar dados de uma variedade de fontes, incluindo entrevistas, observação participante, análise documental e análise de dados secundários. Isso permite ao pesquisador obter uma compreensão mais completa do fenômeno estudado (EISENHARDT e GRAEBNER, 2007). De forma sintética, os processos executados para a construção do artigo foram:

Figura 3 – Síntese da construção do artigo



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Tendo em vista a aplicação do framework desenvolvido por *Ekir Soepenber*, que trata sobre fases de diagnóstico e aplicação dos conceitos de *Workload Control* nas decisões da área de Planejamento e Controle da Programação, utilizou-se o método de estudo de caso em uma empresa de médio porte que está inserida no ramo moveleiro cuja sua produção é voltada sob demanda (*Make to Order*), desenvolvendo uma metodologia de PCP. A fim de que os objetivos principais sejam atingidos, será necessário realizar algumas ações:

Quadro 1 – Relação dos objetivos específicos com os métodos de coleta de dados

Objetivos Específicos	Métodos de coleta de dados				
	Análise <i>in loco</i>	Análise documental	Reuniões de alinhamento	Validação de dados	Lucidchart® e/ou Excel® e/ou Power BI®
Mapear processo atual	X	X	X	X	X
Demonstrar cálculo atual das datas de entrega	X		X	X	
Definir carga limite de trabalhos	X	X	X	X	
Estabelecer novo processo	X	X	X	X	X

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Conforme visualizado no quadro 1, foi realizado análise in loco no setor de PCP, durante o período de 23/08 até 25/08, para mapear o estado atual do fluxo de processo de criação, liberação de ordens e determinação de prazos de entrega. Todo o processo de extração de dados e análise documental foi efetivado em relatórios consolidados de ordens e informações extraídas do ERP (*Enterprise Resource Planning*<sup>3</sup>), visando analisar tempos e roteiros de fabricação, determinar atrasos de pedidos, e avaliar indicadores OTIF (*On time In Full*<sup>4</sup>). Foram realizadas reuniões de alinhamento, buscando definir critérios para acesso aos dados/documentos da empresa, fazendo a validação destes com o coordenador da equipe de PCP e engenharia de processos para análise. Todos os dados foram tabulados e analisados utilizando o Microsoft Excel®, para validação, bem como, os fluxogramas elaborados no Lucidchart® e o quadro de acompanhamento de trabalho no Power BI®.

Em relação ao diagnóstico proposto no *framework*, serão utilizados os seguintes caminhos:

- Análise de Distribuição do atraso: como primeira medida será feito uma extração de dados, com o objetivo de analisar a distribuição do atraso. Esse estudo na distribuição de atraso é de extrema importância, pois através dele, será possível orientar os demais passos do diagnóstico: pela variação do atraso ou pela média de atraso.
- Analisar as diferenças entre os subconjuntos da ordem: nessa parte do diagnóstico é onde será definido que a análise seguirá pela variação. Nesse

<sup>3</sup> *Enterprise Resource Planning – Sistema de gestão de informações.*

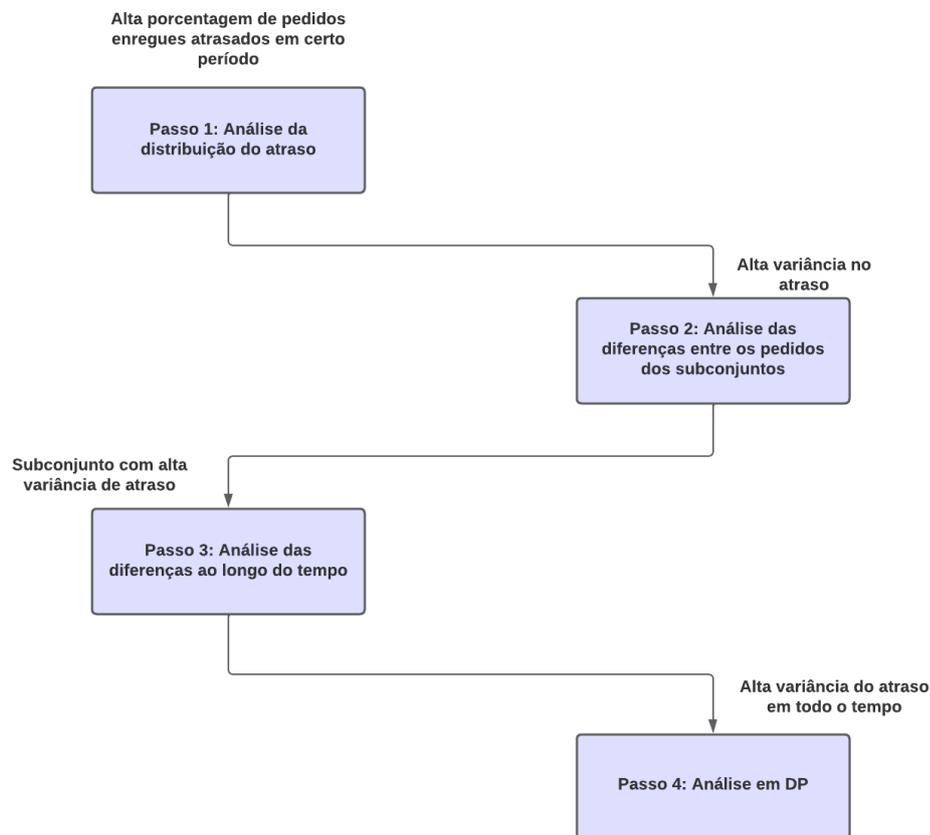
<sup>4</sup> *On time In Full – Indicador de desempenho de entrega de pedidos.*

momento, Dez pedidos serão escolhidos baseados no número mais expressivo de dias de atraso. Essa escolha também foi orientada pelo indicador de desempenho amplamente utilizado em logística e gestão da cadeia de suprimentos, mais conhecido como *OTIF (On Time In Full)*.

- Analisar as diferenças ao longo do tempo: orientado pela variação de atraso, essa fase do diagnóstico busca compreender se a variância do atraso é dependente do tempo ou se essa variância é independente do tempo.
- Analisar data prometida (DP): Orientado pela análise da variância do atraso, o passo quatro do diagnóstico será focado na análise do cálculo e determinação do prazo de entrega (*DP-Delivery Time Promissing*<sup>5</sup>).

Figura 4 – Etapas de diagnóstico para confiabilidade de entrega

#### Etapas de diagnóstico para confiabilidade de entrega



Fonte: Adaptado de Soepenberget al (2012).

<sup>5</sup> Delivery Time Promissing – Determinação do prazo de entrega.

Após a execução dos passos acima citados, será analisado a metodologia utilizada para determinar a confiabilidade da data de entrega, buscando utilizar o cálculo da determinação das datas de entrega do *Workload Control*, como novo método utilizado pela empresa.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

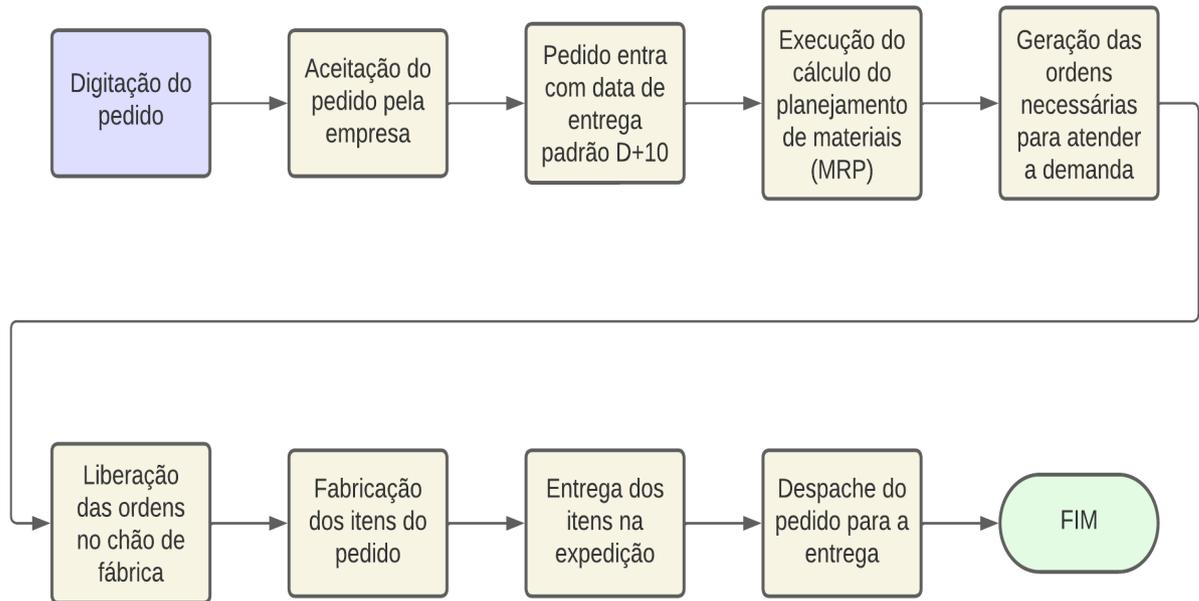
Para a implantação do *framework* foi necessário conhecer o ciclo de produção, ou seja, como ocorre o fluxo dos processos. Diante disso, foi realizada análise *in loco* no processo produtivo, levantando informações do arranjo físico, produtos e serviços realizados.

A empresa pesquisada é caracterizada por participar de um grupo de diferentes empresas, na qual está inserida no mercado do setor moveleiro há mais de 50 anos, sendo relevante para o desenvolvimento econômico da região em que se situa. A empresa conta hoje com, aproximadamente, 150 colaboradores, sendo divididos em seus respectivos setores, comercial, financeiro, produção entre outros. Em relação ao faturamento, a empresa fatura, em média, 50 milhões anuais. Quando a característica do mix dos produtos vendidos, a empresa utiliza alguns produtos como base, mas com a possibilidade de alteração de características através de um configurador de produto. Utilizando um sofá como exemplo, a empresa vende cinco modelos padrões, onde, após a escolha desse modelo é possível alterar o tipo de tecido, cor do tecido, cor dos pés e o tamanho do móvel.

### **4.1 Processo macro de aceitação, produção e entrega dos pedidos**

A fim de que se entenda o contexto atual da empresa analisada, é importante visualizar de forma geral o processo de aceitação, produção e entrega dos pedidos. Esse processo por ser demonstrado através da figura abaixo:

Figura 5 – Processo macro de aceitação, produção e entrega dos pedidos



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

De acordo com a imagem acima é possível destacar que os pedidos de venda já entram com uma data base de entrega, podendo ser expressa pelo “cálculo” abaixo:

$$Data\ Entrega = TTR + TF5$$

onde:

*TTR = tempo total do roteiro do item na fábrica*

*TF5 = tempo de transporte fixo de 5 dias*

A definição desse formato de cálculo foi feita exclusivamente de forma empírica, sem qualquer embasamento teórico ou científico, apenas de acordo com o conhecimento da realidade da empresa. Logo, a precisão é baixa e a tendência de ocorrerem atrasos é maior.

## 4.2 Definição de carga limite de trabalho do chão de fábrica

Para definir a carga de trabalho no chão de fábrica, é importante separá-la em centros de trabalho. No contexto da empresa analisada, é possível elencar os principais centros de trabalho, a fim de poder mensurar sua carga de trabalho. São eles: serralheria, corte, costura, pintura e montagem. A fórmula utilizada para o cálculo da capacidade efetiva está descrita no tópico de número 2.6. No cenário atual, a unidade de tempo trabalhada será em minutos (min), respeitando a mesma unidade cadastrada nos roteiros de fabricação. Os seus respectivos tempos disponíveis para trabalho estão inseridos no quadro 2.

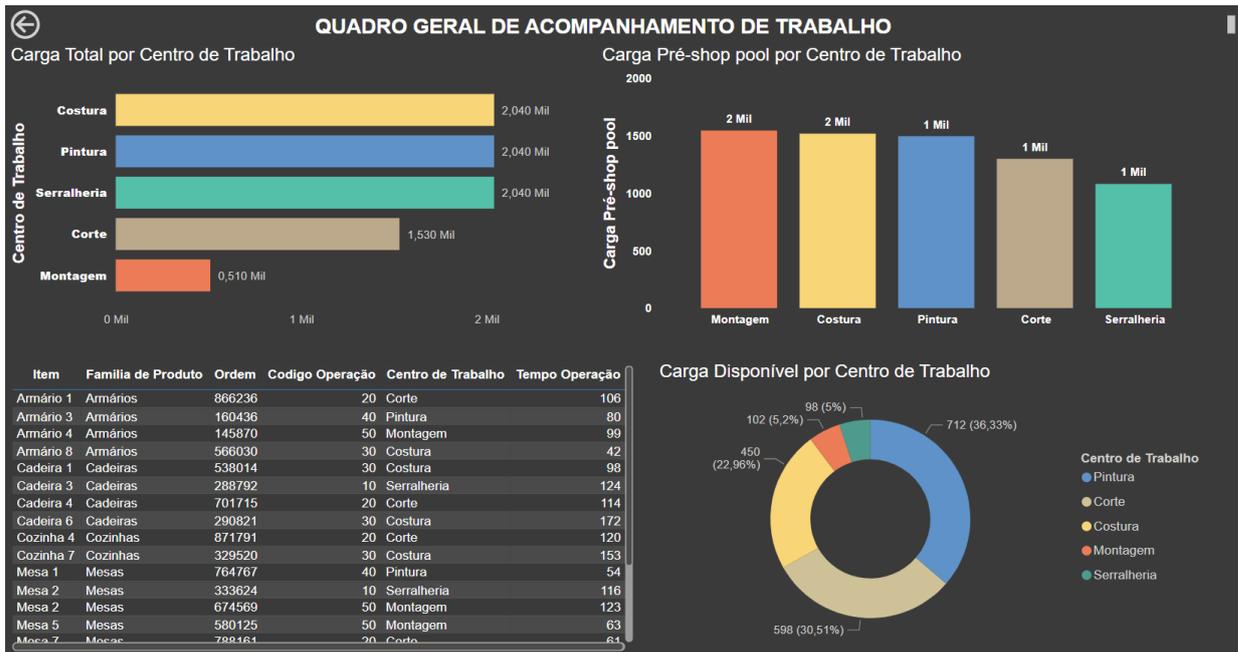
Quadro 2 – Carga Limite de trabalho por centros de trabalho

CAPACIDADE PRODUTIVA POR CENTRO DE TRABALHO						
C.E. Mensal (min)	C.I. Diária (min)	Quantidade de Máquinas/ MO	Paradas (min)	C.I. Mensal (min)	C.E. Diária (min)	C.E. Mensal (min)
Serralheria	2040	4	45	244800	1995	59850
Corte	1530	3	45	137700	1485	44550
Costura	2040	4	45	244800	1995	59850
Pintura	2040	4	45	244800	1995	59850
Montagem	510	1	45	15300	465	13950
C.I. = Capacidade Instalada						
C.E. = Capacidade Efetiva						
Turno Trabalhado = 7:30 às 12:00 13:00 às 17:00						

Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Analisando o quadro anterior, é possível ver que a capacidade dos principais centros de trabalhos produtivos da empresa é variável, sendo influenciado diretamente de acordo com a quantidade de máquinas e mão de obra disponível, com uma estimativa de paradas e perdas iguais. Na figura a seguir tem-se um quadro de acompanhamento de trabalho que foi desenvolvido no software Power BI®.

Figura 6 – Quadro de acompanhamento de trabalho no Power BI®.

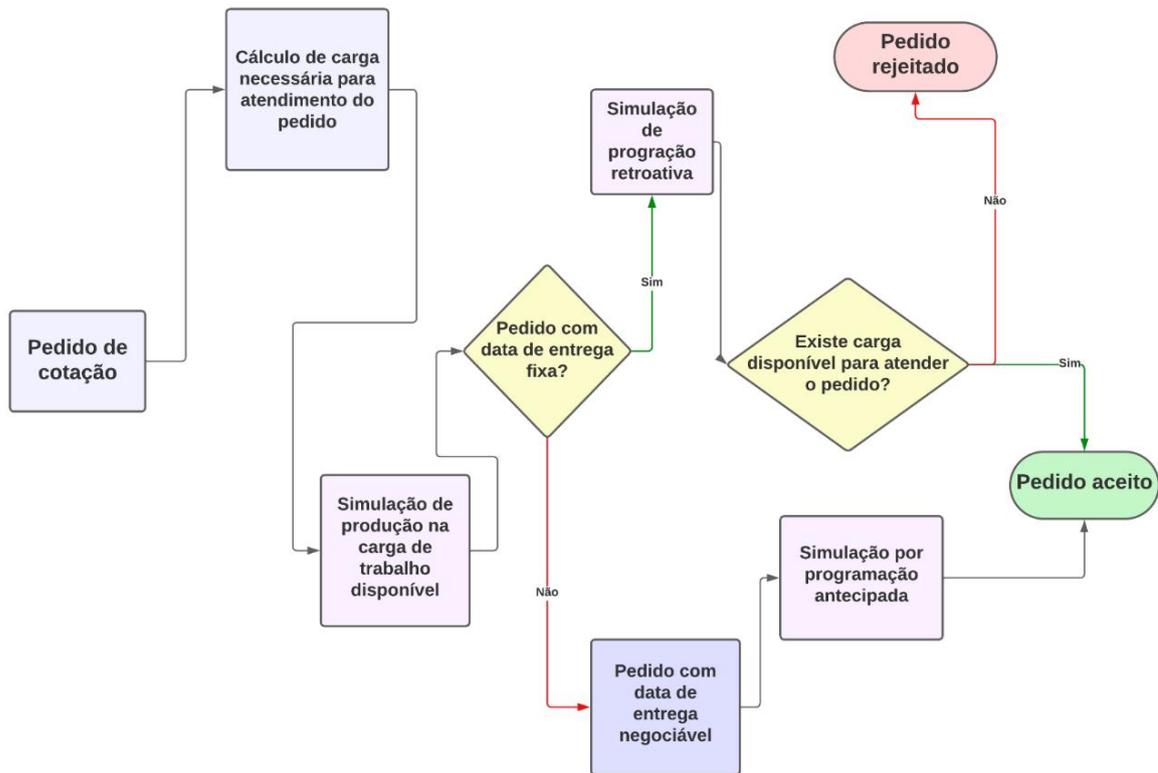


Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

### 4.3 Novo Processo de aceitação dos pedidos

Após a definição das cargas de trabalhos de cada centro de trabalho, é possível estruturar o processo de análise e aceitação dos pedidos de venda. No processo macro anterior, demonstrado na figura 5, não havia nenhum tipo de análise e simulação de carga para aceitar ou não os pedidos de venda. Na figura 7 é possível visualizar esse processo estruturado.

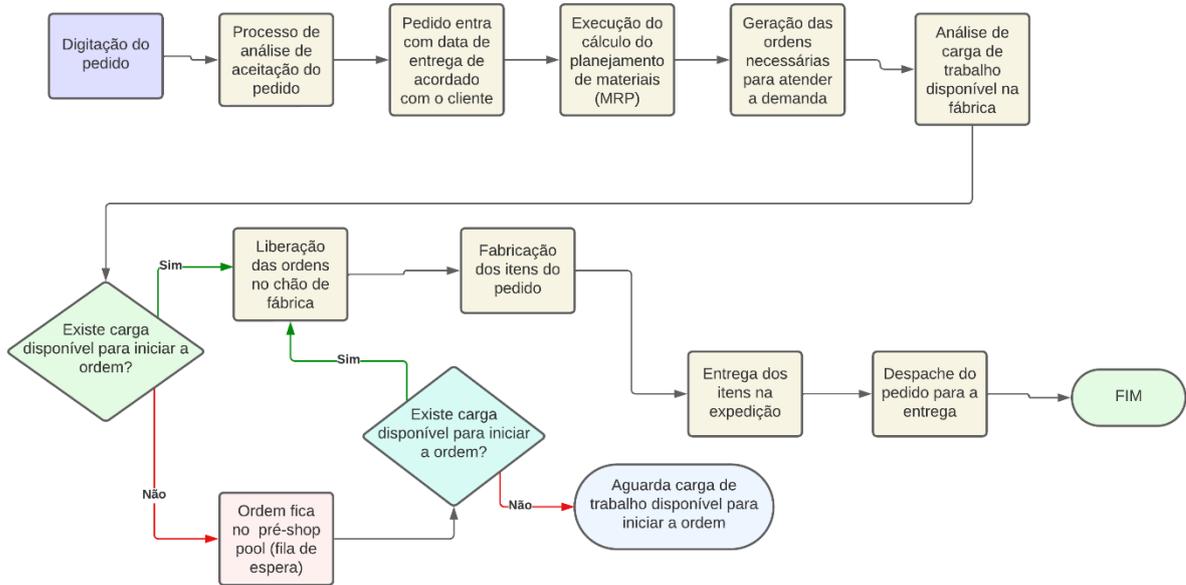
Figura 7 – Novo processo macro de análise de aceitação do pedido



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Após a inserção do pedido de cotação é realizado o cálculo da carga necessária nos centros de trabalho para atendimento do pedido, simulando-a com a carga de trabalho disponível no chão de fábrica. O ponto importante nesse processo é a condição das datas de entrega dos pedidos. Se o pedido de cotação tem data de entrega fixa, é necessário realizar uma simulação retroativa a fim de encaixar esse pedido na carga disponível. Se não há carga disponível para atendê-lo dentro do prazo, o pedido é rejeitado. Caso o pedido tenha data de entrega negociável, é feita uma simulação antecipada considerando a disponibilidade de materiais e a carga disponível para a confirmação da data de entrega. Após a análise demonstrada, a cotação se transforma em pedido de venda, seguindo o novo processo demonstrado na figura 8.

Figura 8 – Novo processo de desenvolvimento do pedido



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Nesse novo processo, há algumas alterações em relação a metodologia de liberação de ordens. Após a geração das ordens necessárias para atender as demandas, as ordens vão sendo liberadas de acordo com a carga de trabalho disponível nos centros de trabalho. Caso não haja carga disponível, as ordens ficam no *pré-shop pool* até que haja carga disponível para a liberação da ordem.

#### 4.4 Aplicação do Framework para diagnóstico de confiabilidade de datas de entrega

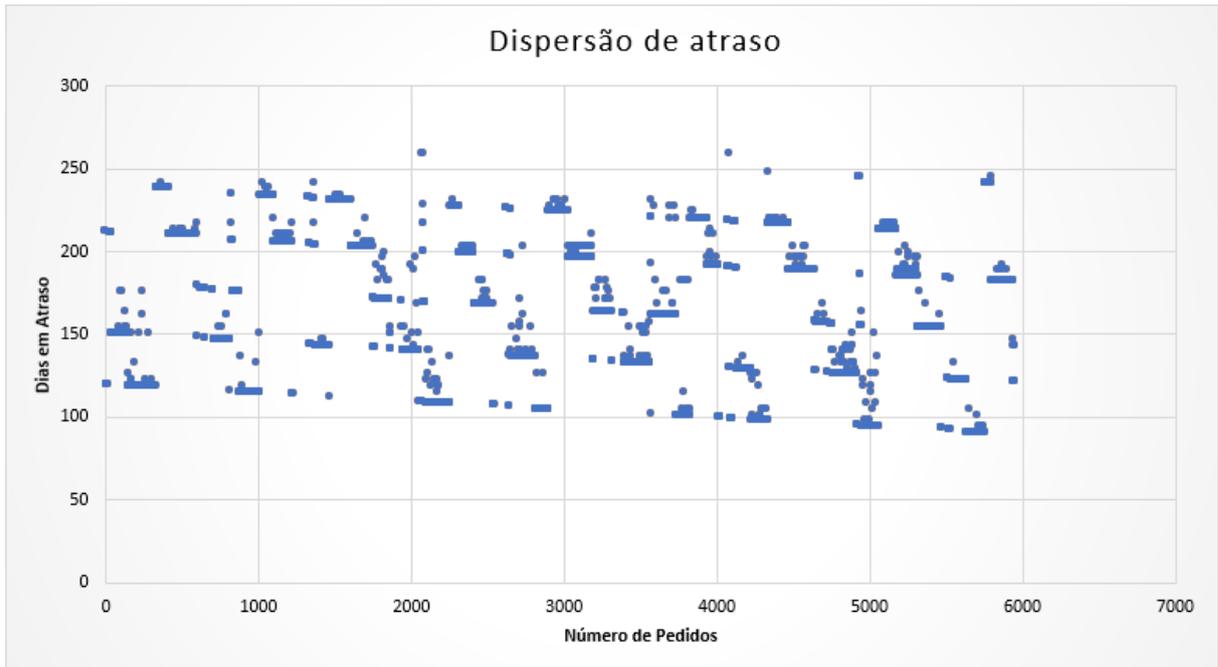
Conforme mencionado no tópico 2, na presente seção do trabalho será tratado sobre a aplicação dos passos do diagnóstico do framework para o diagnóstico de confiabilidade nas datas de entrega.

##### 4.4.1 Análise de Distribuição do atraso

Nesse primeiro passo do diagnóstico, busca-se calcular a proporção de pedidos de venda que foram entregues após o prazo no intervalo que abrange desde janeiro de 2023 até setembro de 2023. Para cumprir com a primeira etapa, foram extraídos

dados do sistema de gestão da empresa referida (ERP) e através de uma planilha do Microsoft Excel, uma análise foi conduzida utilizando dados quantitativos relacionados às datas estimadas e reais de conclusão de 5.434 pedidos. A distribuição dos atrasos foi representada graficamente com base nesses dados, e a Figura 9 oferece uma visualização desta distribuição.

Figura 9 – Gráfico de dispersão de atraso



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

O gráfico exibido na figura 9 ilustra a distribuição dos atrasos ao longo do tempo, visando compreender o padrão de atrasos dentro do horizonte temporal analisado. A observação do gráfico revela que todas as entregas são finalizadas depois da data estimada.

No quadro 3, é possível verificar os dados da análise de forma estratificada mensalmente. Nesta tabela contém os dados dos números de pedidos entregues antes, dentro e depois do prazo, bem como suas devidas percentagens.

Quadro 3 – Resumo de análise dos meses de janeiro 2023 a setembro de 2023

Período	Número de pedidos analisados	Média de dias em atraso	Maior atraso	Menor Atraso	Número de pedidos entregues antes do prazo	Número de pedidos entregues no prazo	Número de pedidos entregues depois do prazo	% de pedidos entregues antes do prazo	% de pedidos entregues no prazo	% de pedidos entregues depois do prazo
jan/23	57	157,20	259	241	0	0	57	0	0	100
fev/23	905	224,74	241	213	0	0	905	0	0	100
mar/23	1311	196,83	259	182	0	0	1311	0	0	100
abr/23	869	164,68	227	154	0	0	869	0	0	100
mai/23	1189	136,59	203	121	0	0	1189	0	0	100
jun/23	1103	106,59	182	91	0	0	1103	0	0	100
Total	5434									

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Conforme visualizado, os dados mostram que 100% dos pedidos são entregues depois do prazo. O período que teve maior número de atrasos foi o mês de março com 1311 pedidos entregues fora do prazo. Contrariamente, o período que teve menor número de atrasos foi o mês de setembro, com apenas 57 pedidos entregues fora do prazo. Devido a esse fato, o caminho a seguir será pela variância de atraso.

#### 4.4.2 Análise das diferenças entre os subconjuntos da ordem

A fase subsequente do modelo envolve a categorização das ordens designadas com base em um conjunto de características semelhantes, permitindo a análise das disparidades entre o subconjunto específico de ordens. Orientado pela variância do atraso, a seguir será visualizado na tabela 1 alguns dados sobre os dez pedidos que tiveram maior expressão em dias de atraso, seguindo a metodologia exposta no tópico 2.

Tabela 1 – Análise estatística dos 10 pedidos que mais tiveram atrasos no período

<b>Análise de Pedidos</b>	
<b>Média (dias)</b>	248,09
<b>Desvio Padrão (dias)</b>	6,62
<b>Variância (dias)</b>	43,83

<b>Análise de Pedidos</b>	
<b>Mínimo (dias)</b>	245
<b>Máximo (dias)</b>	259
<b>Quantidade de ordens</b>	10

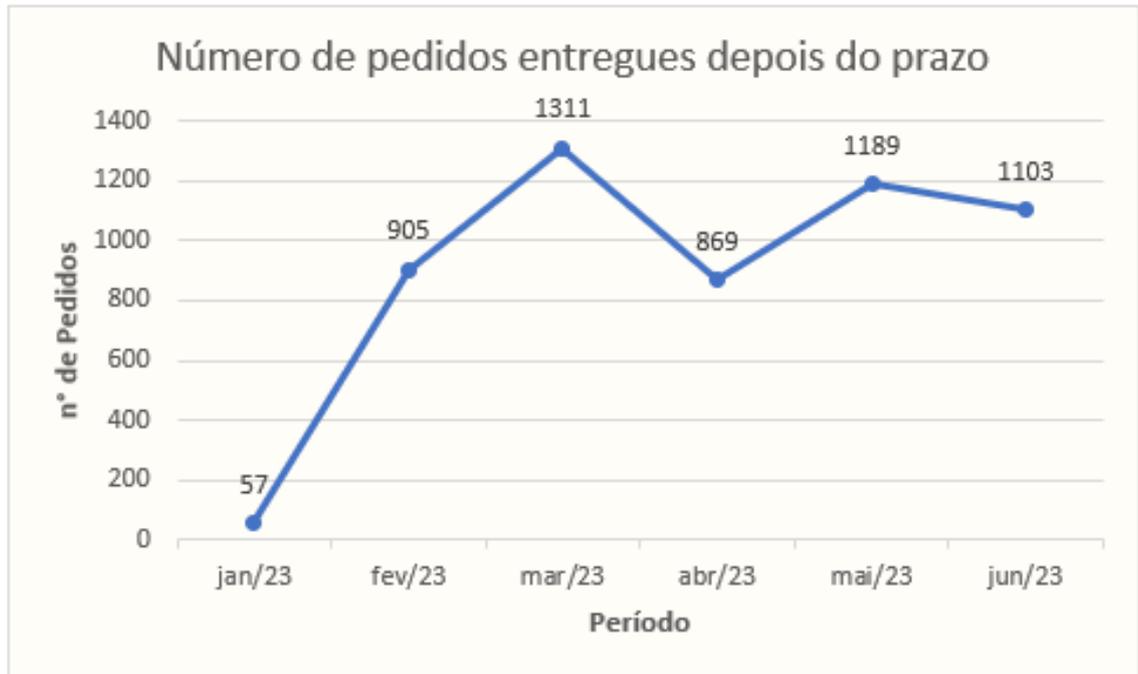
Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

A tabela 1 mostra que a média de dias em que esses pedidos foram entregues com atraso é de 249,5 dias, sendo extremamente considerável. O desvio padrão ficou em 6,62 dias e a variância em 43,83 dias.

#### **4.4.3 Análise das diferenças ao longo do tempo**

Conforme visualizado no quadro 3, as diferenças ao longo do tempo existem, porém foram alternando conforme a demanda na empresa analisada. Dessa forma, é difícil mensurar se os dados apresentados seriam diferentes caso a demanda aumentasse ou diminuísse. Por exemplo, o mês de janeiro teve menos dias úteis e, menor capacidade de produção devido ao período de férias que a empresa adotou, por isso, a quantidade de pedidos foi consideravelmente menor, se comparado a outros meses. Sendo assim, não é possível afirmar que o atraso tem uma relação direta com o tempo, visto que, nos meses analisados, 100% dos pedidos foram entregues atrasados. A figura 10 demonstra isso.

Figura 10 – Gráfico com disposição de pedidos entregues em atraso ao longo do período



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

#### 4.4.4 Análise da data prometida (DP)

Na quarta etapa do processo de diagnóstico, ocorre a identificação do ponto focal do problema, determinando se reside no processo de estipulação do prazo de entrega (DP) ou na execução do pedido (RP). Como comentado na segunda fase do *framework*, a condução do diagnóstico será guiada pela variância. De acordo com a tabela 2, em todo o período analisado, 100% dos pedidos foram entregues depois do prazo acordado. Utilizando os mesmos dez pedidos analisados no tópico 4.4.2, serão analisadas as datas de liberações das suas respectivas ordens e os tempos de atravessamento dessas ordens no chão de fábrica.

Quadro 4 – Análise do tempo de atravessamento e liberação do pedido no chão de fábrica

PEDIDO	DT ENTREGA	DIAS ATRASO	DT EMISSÃO NF	TEMPO DE ATRAVESSAMENTO DA ORDEM (DIAS)	DATA LIBERAÇÃO DA ORDEM	DT ENTREGA X DT LIBERAÇÃO OF
53052	13/01/2023	259	29/09/2023	17	12/09/2023	242
53052	13/01/2023	259	29/09/2023	15	14/09/2023	244
53232	22/03/2023	248	25/11/2023	23	02/11/2023	225
53181	20/01/2023	248	25/09/2023	21	04/09/2023	227
53032	27/01/2023	245	29/09/2023	18	11/09/2023	227
52967	17/01/2023	245	19/09/2023	19	31/08/2023	226
53047	23/01/2023	245	25/09/2023	24	01/09/2023	221
53430	25/01/2023	245	27/09/2023	20	07/09/2023	225
53415	19/01/2023	245	21/09/2023	15	06/09/2023	230
53036	26/01/2023	245	28/09/2023	18	10/09/2023	227
<b>MÉDIA</b>		<b>248,40</b>		<b>19,00</b>		<b>229,40</b>

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Diante da análise realizada no quadro 4, é possível identificar que a liberação dos pedidos no chão de fábrica foram, em média, 229,40 dias depois da data de entrega planejada. Além disso, o tempo médio de atravessamento da ordem na fábrica foi de 19,00 dias, indicando que a metodologia de cálculo de data de entrega atual da empresa está incorreta, pois o tempo de entrega fixo é de 10 dias. Sendo assim, confirma-se que o melhor caminho é redefinir o cálculo de data de entrega, substituindo-o pela fórmula demonstrada abaixo:

$$OCD = OCD_{i-1} + t_{proc,i} + k + F(W_{t,j}, C_{t,j})$$

Onde:

$OCD_{i-1}$ : o  $OCD$  da operação imediatamente anterior

$t_{proc,i}$ : tempo de processamento da operação  $i$

$k$ : menor tempo de fluxo permitido

$F(W_{t,j}, C_{t,j})$ : o tempo de espera estimada extra de um pedido na operação  $i$  em função da carga de trabalho ( $W_{t,j}$ ) e da capacidade ( $C_{t,j}$ ) existentes no centro de trabalho  $j$  no instante futuro  $t$ .

De acordo com a definição apresentada, as diretrizes para determinar as datas de entrega no contexto do WLC estabelecem uma diferenciação entre a data de entrega interna e a data de entrega externa. A data de entrega interna corresponde ao *OCD* (*Order Completion Date*) da última operação, apresentado anteriormente, enquanto a data de entrega externa adiciona a essa data interna um *lead time buffer*<sup>6</sup> de tempo para mitigar os efeitos da variabilidade. Logo, a fórmula da data de entrega externa, pode ser representada da seguinte forma:

$$OCD = OCD_{i-1} + t_{proc_i} + k + F(W_{t,j}, C_{t,j}) + lead\ time\ buffer$$

Devido a estratégia de suprimentos e característica do mix de produtos da empresa, além de outras variáveis internas e externas, não é possível afirmar que a confiabilidade das datas de entrega será de 100% após a execução do método sugerido, mas que trará uma previsão mais aproximada da data real de entrega. Além disso, não houve liberação da empresa para a aplicação da equação para definição das datas de entrega de novos pedidos de venda.

## 5 CONCLUSÃO

Os resultados desta pesquisa evidenciaram que a eficácia do Planejamento e Controle da Produção (PCP) inicia-se com uma Gestão de Pedidos de Clientes (CEM) eficiente e estende-se em direção a uma estratégia apropriada de liberação de pedidos no ambiente fabril.

Nesse interim, o *Workload Control* (WLC) surge como uma solução adequada para o importante processo decisório do PCP em empresas *Make-to-Order* (MTO). Essa abordagem possibilita *lead times* curtos e confiáveis, contribuindo para a melhora do nível de serviço ao cliente. De maneira ampla, os resultados obtidos reforçam o indicativo de que, para que o *Workload Control* (WLC) funcione de forma

---

<sup>6</sup> Lead time buffer – Unidade utilizada para mitigar os efeitos da variabilidade.

correta, sua implementação deve ser abrangente, abarcando todos os conceitos apresentados no tópico 2.

Ao gerenciar as cargas de trabalho e aprimorar a confiabilidade, o WLC surge como uma ferramenta essencial no âmbito do Planejamento e Controle da Produção (PCP), proporcionando às empresas o alcance dos princípios inerentes aos modernos modelos de gestão de manufatura, como <sup>7</sup>*Lean Manufacturing* e <sup>8</sup>*Quick Response Manufacturing*, que defendem uma gestão segura, eficiente e enxuta.

Partindo desses princípios, é possível afirmar que os principais objetivos foram alcançados, pois a metodologia de PCP baseado nos conceitos de *Workload Control* e o *framework* desenvolvido por Soepenberget al. (2012) foram aplicados. A principal virtude do *framework* utilizado reside na capacidade de realizar uma análise consolidada dos atrasos ao longo de um período específico. Essa síntese proporciona uma visão abrangente e simplifica a tomada de decisões concernentes às áreas de aprimoramento da empresa. No contexto apresentado, o *framework* identificou a principal causa do atraso dos pedidos analisados: o erro do cálculo utilizado para a definição das datas de entrega dos pedidos.

Devido ao fato de que a empresa não autorizou a execução da equação do cálculo das datas de entrega, sugere-se que a realidade da empresa seja executada em *softwares* de simulação de processos de manufatura, a fim de extrair informações como por exemplo, o caminho crítico e demais dados relacionados a tempos a fim de ter as informações necessárias para a nova proposta de execução do cálculo das datas de entrega. Um fator limitando da metodologia sugerida é que ela não resolverá os problemas no processo de produção dos pedidos, e que podem estar influenciando diretamente no atraso da entrega dos pedidos, mas busca trazer uma previsão mais aproximada das datas reais de entrega.

Por fim, como recomendação, os gestores e empresários que optarem por incorporar essa abordagem em suas empresas, devem empregar uma norma para a definição de prazos. Além disso, é essencial adotar um mecanismo apropriado para a liberação de ordens, como por exemplo, os citados no tópico 2.4. É extremamente

---

<sup>7</sup> Lean Manufacturing – Filosofia cuja premissa é focar na redução de desperdícios.

<sup>8</sup> Quick Responde Manufacturing – Estratégia de negócio que busca altos níveis de serviço.

importante considerar que a determinação do limite predefinido de carga desempenha um papel vital no desempenho geral da metodologia *Workload Control*.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BLACKSTONE, J.H., COX, J.F., & SCHLEIER, J. G. (2004). Workload Control: Survey and Directions for Future Research. **Journal of Manufacturing Systems**, 23(4), 274–285.

CHOPRA, S., & MEINDL, P. (2015). **Supply chain management: strategy, planning, and operation (6th ed.)**. New York: Pearson.

CORRÊA, Henrique L., GIANESI, Irineu G. N. **Just in Time, MRP II e OPT: um enfoque estratégico**. São Paulo: Atlas, 1993.

DUENYAS, Izak; HOPP, Wallace J. Quoting customer lead times. **Management Science**, v.41, n. 1, p. 43-57, 1995.

EISENHARDT, K. M., & GRAEBNER M. E. **Theory building from cases: Opportunities and challenges**. **Academy of Management Journal**, 50(1), 25-32, 2007.

FERNANDES, F.C.F.; GODINHO FILHO, M. **Planejamento e Controle da Produção: dos fundamentos ao essencial**. São Paulo: Atlas, 2010.

GAITHER, N; FRAZIER, G. **Administração da produção e operações**. 8. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2002.

HOPP, W.J.; SPEARMAN, M.L. **To pull or not to pull: What is the question?** **Manufacturing and Service Operations Management**, vol. 6, n. 2, p. 133 – 148, 2004.

KINGSMAN, Brian G.; MERCER, Alan. Strike Rate Matrices for Integrating Marketing and Production During the Tendering Process in Make-to-Order Subcontractors. **International Transactions in Operational Research**, v. 4, n. 4, p. 251-257, 1997.

KODAMA, T. K.; PAREDES, F. J. G.; GODINHO-FILHO, M. Aplicação do throughput diagram: uma ferramenta de análise das decisões de planejamento e controle de produção. In: **XXXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 38., 2018, Alagoas**. Artigo Enegep. Alagoas: Enegep, 2018. p. 1-21.

LAND, M. J.; GAALMAN, G. J.C. The performance of workload control concepts in job shops: Improving the release method. **International Journal of Production Economics**, v. 56, p. 347-364, 1998.

LUSTOSA, Leonardo; et al. **Planejamento e controle da produção**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

MARCHWINSKI, Chet; SHOOK, John (Ed.). Lean lexicon: a graphical glossary for lean thinkers. **Lean Enterprise Institute**, 2003.

MARCONI, M. A. (2010). **Fundamentos da metodologia científica**. São Paulo: Atlas.

NAHMIAS, S. (2015). **Production and Operations Analysis (7th ed.)**. Waveland Press.

OLIVEIRA, R. R.; ARAÚJO, R. B. **Otimizando os processos logísticos pela implantação do OTIF com Lean Seis Sigma**. *Tecnol. Metal. Mater.*, São Paulo, v. 5, n. 4, p. 235-240, abr.-jun. 2009.

S. MOVERGS - **Associação das Indústrias de Móveis do Estado do RS**. Disponível em: <<https://www.movergs.com.br/>>. Acesso em: 10 nov. 2023.

SOEPENBERG, G. D.; LAND, M.; GAALMAN, G. The order progress diagram: A supportive tool for diagnosing delivery reliability performance in make-to-order

companies. **International Journal of Production Economics**, v. 112, n. 1, p. 495–503, 2008.

SPEARMAN, M.L.; and ZHANG, R.Q. Optimal Lead Time Policies. **Management Science**, v. 45, n. 2, p. 290 – 295, 1999.

SURI, R. **Quick response manufacturing: a company-wide approach to lead time reduction**. Portland: Productivity Press, 1998.

SURI, R. It's about time: **The competitive advantage of Quick Response Manufacturing**. New York: Productivity Press, 2010.

THÜRER, M.; GODINHO FILHO, M. Redução do lead time e entregas no prazo em pequenas e médias empresas que fabricam sob encomenda: A abordagem Workload Control (WLC) para o Planejamento e Controle da Produção (PCP). **Gestão & Produção**, v. 19, n. 1, p. 43–58, 2012.

THÜRER, M.; GODINHO FILHO, M. Redução do lead time e entregas no prazo em pequenas e médias empresas que fabricam sob encomenda: a abordagem Workload Control 200 (WLC) para o Planejamento e Controle da Produção (PCP). **Gestão e Produção**, v. 19, n. 1, 2012.

VAN DER MEER, R. Workload Control Research—A Review and Evaluation. **International Journal of Production Research**, 54(7), 1963–1985.



Ministério da Educação  
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul  
Conselho Superior

## ANEXOS

### ANEXO A TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA PUBLICAÇÃO ELETRÔNICA

#### 1 Identificação do autor e do documento

Nome completo: Quemuel Fischer dos Santos

Curso: Engenharia de Produção Campus: Caxias do Sul

Tipo de trabalho: ( ) Relatório de Estágio (X) TCC ( ) Dissertação ( ) Tese  
( ) Outros. Especifique: \_\_\_\_\_

Nome do(a) orientador(a): Lucas Fernando Fabro Data da apresentação:

14 / 12 / 2023 Título do documento:

APLICAÇÃO DE UM FRAMEWORK BASEADO NOS CONCEITOS DE WORKLOAD CONTROL (WLC) PARA PRECISÃO DAS DATAS DE ENTREGA EM UMA EMPRESA DO SETOR MOVELEIRO QUE TRABALHA SOB DEMANDA

2 Restrições (período de embargo): sim  não

Em caso afirmativo, informe a data de liberação: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ (no máximo até dois anos após a data da apresentação)

Justificativa: \_\_\_\_\_

#### 3 Autorização para disponibilização no Repositório Digital / Biblioteca Digital do IFRS.

Autorizo o IFRS a depositar e disponibilizar gratuitamente, sem ressarcimento dos direitos autorais, o documento supracitado, de minha autoria, no Repositório Digital / Biblioteca Digital para fins de leitura e/ou impressão pela Internet.

Não autorizo o IFRS a depositar gratuitamente, sem ressarcimento dos direitos autorais, o documento supracitado, de minha autoria no Repositório Digital / Biblioteca Digital.

Caxias do Sul, 18 / 12 / 2023

Local Data Assinatura do(a) autor(a) ou de seu(sua) representante legal

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** LUCAS FERNANDO FABRO  
Data: 15/12/2023 09:21:29-0300  
Verifique em <https://validar.jf.gov.br>

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** QUEMUEL FISCHER DOS SANTOS  
Data: 18/12/2023 18:05:05-0300  
Verifique em <https://validar.jf.gov.br>

Assinatura do(a) Orientador(a)