

**UNIVERSIDADE DE ARARAQUARA**  
**MESTRADO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**Rafael Mestre Saes**

**ESTUDO SOBRE SEQUENCIAMENTO DE PEDIDOS EM UM  
AMBIENTE SOB ENCOMENDA: O CASO DE UMA EMPRESA DO  
SETOR METALÚRGICO**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Engenharia de Produção da Universidade de Araraquara – UNIARA – como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, Área de Concentração: Gestão Estratégica e Operacional da Produção.

**Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Ethel Cristina Chiari da Silva**  
**Orientadora**

**Araraquara, SP – Brasil**  
**2018**

## FICHA CATALOGRÁFICA

S133e Saes, Rafael Mestre

Estudo sobre sequenciamento de pedidos em um ambiente sob encomenda: o caso de uma empresa do setor metalúrgico/Rafael Mestre Saes. – Araraquara: Universidade de Araraquara, 2018. 55f.

Dissertação (Mestrado) - Mestrado Profissional em Engenharia de Produção – Universidade de Araraquara - UNIARA

Orientador- Profa. Dra. Ethel Cristina Chiari da Silva

1. Planejamento e controle da produção. 2. Roteirização de cargas. 3. Produção sob encomenda. 4. Metalúrgica. I. Título.

CDU 62-1

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SAES, Rafael Mestre. Estudo sobre sequenciamento de pedidos em um ambiente sob encomenda: o caso de uma empresa do setor metalúrgico. 2018. 55 f. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção – Universidade de Araraquara, Araraquara-SP.

## ATESTADO DE AUTORIA E CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Rafael Mestre Saes

TÍTULO DO TRABALHO: Estudo sobre sequenciamento de pedidos em um ambiente sob encomenda: o caso de uma empresa do setor metalúrgico.

TIPO DO TRABALHO/ANO: Dissertação/2018

Conforme LEI Nº 9.610, DE 19 DE FEVEREIRO DE 1998, o autor declara ser integralmente responsável pelo conteúdo desta dissertação e concede a Universidade de Araraquara permissão para reproduzi-la, bem como emprestá-la ou ainda vender cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação pode ser reproduzida sem a sua autorização.

  
Assinatura Aluno(a)

---

**Rafael Mestre Saes**

Universidade de Araraquara – UNIARA

Rua Carlos Gomes, 1217, Centro. CEP: 14801–340, Araraquara-SP

E-mail (do autor): [rafael.m\\_saes@hotmail.com](mailto:rafael.m_saes@hotmail.com)



UNIVERSIDADE DE ARARAQUARA - UNIARA  
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

FOLHA DE APROVAÇÃO

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Engenharia de Produção da Universidade de Araraquara – UNIARA – para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Área de Concentração: Gestão Estratégica e Operacional da Produção.

NOME DO AUTOR: **RAFAEL MESTRE SAES**

TÍTULO DO TRABALHO:

**"PROPOSTA DE UM ROTEIRO PARA INTEGRAÇÃO DO PCP E LOGÍSTICA DE DISTRIBUIÇÃO PARA A EMPRESA DO SETOR METALÚRGICO."**

Assinatura do(a) Examinador(a)

Conceito

Aprovado ( ) Reprovado

Prof(a). Dr(a). Ethel Cristina Chiari da Silva (orientador(a))  
Universidade de Araraquara - UNIARA

Aprovado ( ) Reprovado

Prof(a). Dr(a). Creusa Sayuri Tahara Amaral  
Universidade de Araraquara - UNIARA

Aprovado ( ) Reprovado

Prof(a). Dr(a). Andréia Marize Rodrigues  
Universidade Est. Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - UNESP

Versão definitiva revisada pelo(a) orientador(a) em: 28 / 11 / 18

Prof(a). Dr(a). Ethel Cristina Chiari da Silva (orientador(a))

Dedicatória  
Dedico esse trabalho à Deus por me dar a vida e aos meus familiares pela compreensão e apoio necessário para essa etapa.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pela oportunidade. Aos meus pais Elson Zignane Saes e Vera Lúcia Mestre Saes, por todo apoio e incentivo dado que foram essenciais para essa conquista. À minha irmã Josiele Mestre Saes por sempre me transmitir amor e incentivo necessário.

À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ethel Cristina Chiari da Silva por me orientar durante o desenvolvimento desse trabalho e a todos os professores que me passaram o conhecimento necessário para a realização deste Mestrado.

Agradeço também à Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Creusa Sayuri Tahara Amaral e a Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Andréia Marize Rodrigues, que juntamente com minha orientadora, formaram a banca de qualificação e defesa desta dissertação. Todo o conhecimento e comentários abordados por elas durante as apresentações foram de ampla importância para possível conclusão e formatação deste trabalho.

Agradeço a empresa estudada por permitir acesso aos dados que foram fundamentais para a conclusão do trabalho e aos amigos que estiveram ao meu lado durante todo período utilizado para a realização deste Mestrado.

Agradeço a todas as amigas que criei no Mestrado. O grupo foi muito unido e isso se tornou fundamental para conseguirmos finalizar cada etapa deste curso.

Por fim agradeço a todos os amigos que estiveram comigo nessa trajetória, também dedico essa conquista para cada um deles.

Epígrafe  
“Só se pode alcançar um grande êxito quando nos mantemos fiéis a nós mesmos.”  
Friedrich Nietzsche

## RESUMO

Em busca de se manter competitiva no mercado e satisfazer os clientes, as empresas estão cada vez mais preocupadas com a otimização de custos e cumprimento de prazos de entrega. Na produção sob encomenda, atender os pedidos com um Planejamento e Controle da Produção (PCP) eficaz se torna um desafio, pois, a complexidade e o tempo de produção de cada produto é diferente. Além disso, outra preocupação das empresas que atendem clientes situados em diversas regiões, é minimizar os custos gerados pela entrega de seus produtos. O objetivo dessa pesquisa é propor um modelo de planejamento que faça a integração do sequenciamento de pedidos com a roteirização de cargas em uma empresa de médio porte do segmento metalúrgico que atua no segmento de produção sob encomenda. Esta investigação de natureza qualitativa baseou-se, primeiramente, em uma pesquisa bibliográfica que forneceu o suporte para o desenvolvimento do estudo de caso para a elaboração de um modelo de sequenciamento de ordens para a empresa estudada. O resultado dessa pesquisa foi a elaboração de um modelo de sequenciamento de pedidos integrado com a roteirização de cargas. Os resultados esperados com a implantação desse modelo são: minimizar custos com a entrega dos produtos; minimizar atrasos de entregas causadas pela junção de cargas; facilitar o sequenciamento de pedidos; eliminar possíveis horas extras por falta de um sequenciamento eficaz.

**Palavras-chave:** Planejamento e controle da produção. Roteirização de cargas. Produção sob encomenda. Metalúrgica.

## **ABSTRACT**

*In order to remain competitive in the market and satisfy customers, companies are increasingly concerned with optimizing costs and meeting deadlines. In order-to-order production, meeting orders with effective Production Planning and Control (PPC) becomes a challenge as the complexity and production time of each product is different. In addition, another concern of companies that serve customers located in different regions, is to minimize the costs generated by the delivery of their products. The purpose of this research is to propose a planning model that integrates order sequencing with the routing of loads in a medium-sized company of the metallurgical segment that operates in the custom-made production segment. This research of a qualitative nature was based, first, on a bibliographical research that provided the support for the development of the case study for the elaboration of an order sequencing model for the studied company. The result of this research was the elaboration of an order sequencing model integrated with the routing of loads. The expected results with the implementation of this model are: minimize costs with the delivery of products; minimize delivery delays caused by the joining of loads; facilitating order sequencing; eliminate overtime due to lack of effective sequencing.*

**Key-words:** *Production Planning and Control. Routing of Loads. Custom Production. Metallurgical.*

## Lista de Figuras

Figura 1 – Fluxo de informações do PCP.....	<b>19</b>
Figura 2 – Elementos básicos da Logística.....	<b>26</b>
Figura 3 – Fluxos logísticos.....	<b>27</b>
Figura 4 – Paralelismo entre Distribuição Física e Canal de Distribuição.....	<b>29</b>
Figura 5 – Integrando dois clientes em um roteiro compartilhado .....	<b>32</b>
Figura 6 – Fluxograma sobre a classificação utilizada na pesquisa.....	<b>35</b>
Figura 7 – Condução do estudo de caso.....	<b>36</b>
Figura 8 – Fluxograma dos procedimentos de sequenciamento de pedidos propostos para empresa do estudo .....	<b>50</b>

## **Lista de Quadros**

Quadro 1 – Programação de atividades na empresa do estudo no período de março a junho de 2018 .....	<b>40</b>
Quadro 2 – Dados da produção da empresa Alfa no mês de setembro de 2018 .....	<b>51</b>

## Lista de Abreviaturas e Siglas

CD – Centro de Distribuição

CR – Critical Ratio (Relação Crítica)

EDD – Earliest Due Date ( Menor data de entrega)

FIFO – First in, First out (Primeiro que entra, Primeiro que sai)

ICR – Índice Crítico

IFO – Índice de Folga

IPI – Índice de Prioridade

LIFO – Last in, Last out (Último que entra, Primeiro que sai)

LPT – Longest Processing Time (Operação mais longa primeiro)

LS – Least Slack (Menor folga)

MDE – Menor data de entrega

MRP – Material Requirement Planning (Planejamento das necessidades de material)

MTO - Make-To-Order (Produção sob encomenda)

OC – Ordem de Compra

OF – Ordem de Fabricação

OM – Ordem de Manutenção

OMC – Operação mais curta primeiro

OML – Operação mais longa primeiro

PCP – Planejamento e Controle da Produção

PEPS – Primeiro que entra, Primeiro que sai

PMP – Programa Mestre de Produção

PPCP – Planejamento, Programação e Controle da Produção

RC – Razão Crítica

SPT – Shortest Processing Time (Operação mais curta primeiro)

UEPS – Último que entra, Primeiro que sai

WLC - Workload Control (Controle de carga de trabalho)

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
1.1 Objetivo geral .....	14
1.1.1 Objetivos específicos .....	14
1.2 Justificativa .....	14
1.3 Considerações preliminares sobre o método da pesquisa.....	15
1.4 Estrutura do Trabalho .....	15
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>17</b>
2.1 Planejamento e Controle da Produção (PCP) .....	17
2.1.1 Fluxograma de informações .....	18
2.1.2 Classificação dos sistemas produtivos.....	20
2.2 Regras de Sequenciamento .....	22
2.3 Logística .....	25
2.3.1 Canais de distribuição.....	28
2.3.2 Roteirização de cargas .....	29
2.3.2.1 Método de roteirização (Clarke e Wright).....	30
<b>3 MÉTODO DA PESQUISA.....</b>	<b>34</b>
3.1 Classificação da pesquisa .....	34
3.2 Procedimentos Operacionais .....	38
<b>4 ESTUDO DE CASO.....</b>	<b>42</b>
4.1 Caracterização da empresa .....	42
4.2 Análise dos dados .....	43
4.2.1 Verificação de respostas .....	43
4.2.2 Elaboração do modelo de sequenciamento.....	44
4.2.2.1 Prazo de entrega.....	45
4.2.2.2 Sequenciamento de pedidos .....	45
4.2.2.3 Método de roteirização (Clarke e Wright).....	48
4.2.3 Modelo proposto.....	49
4.2.4 Aplicação do modelo proposto .....	51
4.3 Relatório .....	51
<b>5 CONCLUSÕES .....</b>	<b>55</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>56</b>

# 1 INTRODUÇÃO

De acordo com Dias, Otani e Bertoloni (2014), o avanço da competitividade global faz com que as organizações busquem cada vez mais diferenciais competitivos sustentáveis estando entre eles novas técnicas e ferramentas para o planejamento, organização e controle da produção que permeiam o contexto empresarial.

Rodrigues e Inácio (2010) afirmam que, para o maior entendimento da situação atual da empresa, o PCP (Planejamento e Controle da Produção) é fator fundamental, além de ser a base de informação necessária para possíveis intervenções, a fim de que o seu desempenho esteja sempre ligado com seus objetivos, trazendo um crescimento organizacional.

De acordo com Tubino (2007), o PCP em um ambiente de produção sob encomenda busca sequenciar as diferentes atividades que serão utilizadas no projeto, de forma que cada uma delas tenha seu início e fim interligados com as atividades que estarão em processo na empresa.

Nunes, Paula e Silva (1997) afirmam que as empresas que trabalham com produção sob encomenda têm grande dificuldades em sequenciar sua produção visando conciliar a ocupação e produtividade dos equipamentos. De acordo com o mesmo autor, vender com prazo de entrega fixado sem uma programação torna-se uma incerteza, pois, os produtos fabricados normalmente são distintos e com fluxos de produção variados.

Além dos problemas voltados ao PCP citados acima, empresas que fornecem a entrega de seus produtos aos seus clientes, também precisam se atentar à logística de distribuição. De acordo com Lima (2003) a logística de distribuição, também conhecida como roteirização de cargas, aplicada às empresas comerciais e industriais também está sendo cada vez mais um diferencial competitivo, pois, sua utilização permite reduzir custos e atender as exigências do consumidor com relação ao prazo de entrega.

Portanto, para empresas que atuam com produção sob encomenda e entregam seus produtos em diversas regiões, é muito importante conseguir realizar uma integração do sequenciamento de ordens de produção com a roteirização de cargas, pois além da preocupação com o prazo, quanto mais produtos for possível alocar em uma mesma carga, menor será o custo com o frete.

Diante deste contexto a questão da pesquisa que se coloca é: como integrar o sequenciamento de pedidos com a roteirização de cargas?

## 1.1 Objetivo geral

Essa pesquisa tem como objetivo propor um modelo de sequenciamento de pedidos integrado com a roteirização de cargas em uma empresa de médio porte de produção sob encomenda do segmento metalúrgico.

### 1.1.1 Objetivos específicos

- Verificar as especificidades do PCP em ambiente sob encomenda;
- Estudar regras de sequenciamento de pedidos;
- Estudar logística voltada à roteirização de cargas (entrega de produtos).

## 1.2 Justificativa

Quezado, Cardoso e Tubino (1999) afirmam que o PCP em uma ambiente sob encomenda é fundamental, pois quando implantado corretamente, sua utilização possibilita aos gerenciadores do projeto fatores positivos tais como:

- Uma visão dos recursos utilizados no projeto;
- Uma estimativa de tempo que será utilizado no projeto;
- Uma visualização das atividades críticas que serão utilizadas para a confecção do projeto;
- Verificação dos tempos de folga entre as atividades que não são críticas, possibilitando mudanças com intuito de reduzir recursos utilizados e custos de produção.

O transporte dos materiais, matérias-primas, produtos em fabricação e produtos acabados, sempre mereceu atenção por parte dos responsáveis pela gestão industrial, por ser assunto estreitamente ligado ao leiaute e à estrutura física do prédio e por ter implicações na produtividade, na qualidade, na segurança no local de trabalho e nos custos da operação. (MACHLINE, 2011, p. 227).

Na literatura estudada, foi possível encontrar integrações do PCP com outros setores de empresas que fabricam sob encomenda (*Make-To-Order* – MTO).

De acordo com Thurer e Godinho Filho (2012), o WLC (Workload Control) é um método com potencial para trazer melhorias no *lead time*, no estoque em processo e na pontualidade de entregas em ambientes que fabricam sob encomenda por meio da integração

de produção e vendas. Os mesmos autores também afirmam que apesar do método WLC já estar sendo estudado pela literatura há algum tempo, com atenção especial nos últimos anos, tal tema é praticamente desconhecido e não estudado/pesquisado no Brasil.

Porém, até o momento do desenvolvimento desta pesquisa, a literatura não apresenta trabalhos que abordem a integração de PCP com a roteirização de cargas para empresas que fabricam sob encomenda.

Desta maneira, considera-se esta pesquisa importante pois apresentará um modelo de integração de PCP com a roteirização de cargas, tendo como resultados esperados: minimizar custos com a entrega dos produtos; minimizar atrasos de entregas causadas pela junção de cargas; facilitar o sequenciamento de pedidos; eliminar possíveis horas extras por falta de um sequenciamento eficaz.

### **1.3 Considerações preliminares sobre o método da pesquisa**

Este trabalho pode ser classificado como uma pesquisa qualitativa de natureza exploratória e aplicada. O recorte da pesquisa é transversal pois a coleta dos dados é feita em um período determinado. O processo de coleta dos dados foi baseada em pesquisa documental pois se baseou nos dados fornecidos pela empresa e também na revisão bibliográfica para a seleção do sistema de sequenciamento de ordens e roteirização. Nesta pesquisa utilizou-se como técnica o estudo de caso para o desenvolvimento de uma proposta de integração do sequenciamento da produção com a roteirização de cargas.

### **1.4 Estrutura do Trabalho**

A seção 1 apresenta a introdução, que traz o contexto do tema abordado, bem como a problemática, questão da pesquisa, objetivo, uma breve metodologia, justificativa e a estrutura do trabalho.

A seção 2 apresenta uma revisão bibliográfica de conceitos inerentes a PCP, logística e produção sob encomenda..

A seção 3 apresenta o método de pesquisa apresentando a classificação metodológica e as etapas de desenvolvimento do trabalho.

A seção 4 apresenta os dados coletados e os resultados obtidos com a proposta de PCP com base em logística de entrega.

A seção 5 apresenta as considerações finais da pesquisa, as principais questões tratadas na dissertação, os resultados obtidos relacionados com os objetivos do trabalho e com indicações de continuidade de trabalhos futuros.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico abrange três importantes temas para o desenvolvimento deste trabalho, sendo:

- Planejamento e Controle da Produção (PCP);
- Regras de sequenciamento;
- Logística voltada à roteirização de cargas.

### 2.1 Planejamento e Controle da Produção (PCP)

De acordo com Tubino (2007) para a organização dos dados e facilidade para tomadas de decisões, as empresas definem um setor ou um departamento para apoiar a produção, normalmente ligado à gerencia da empresa, conhecido como PCP (Planejamento e Controle da Produção), em alguns casos nominados como PPCP, (Planejamento, Programação e Controle de Produção). O mesmo autor afirma que o PCP constitui-se como um dos principais setores da empresa que busca obtenção de eficiência e eficácia no processo de produção, o PCP consiste em um sistema de informações que gerencia a produção ao que corresponde nas seguintes questões: o que, como, quando e quanto fabricar, levando em conta também seus respectivos controles. Guerrini, Belhot e Azzolini Júnior (2014) afirmam que o PCP recebe informações de diversas áreas e transforma em recursos viáveis com a intenção de aproveitar ao máximo a produtividade, o sequenciamento das ordens de produção e as paradas para troca de produto (*setup*), buscando de um modo geral, a redução de custos.

Rodrigues e Inácio (2010) e Evangelista et al. (2011), afirmam que o PCP têm como função coordenar e apoiar o sistema produtivo. Esse sistema é caracterizado por transformar o processo de entradas (inputs) em saídas (outputs) e envolvem diversas áreas que são ligadas diretamente ou indiretamente com a produção. O sistema busca informações necessárias para planejar, controlar e produzir de acordo com os pedidos solicitados e dentro dos prazos estipulados.

O planejamento e controle de produção refere-se às decisões sobre a aquisição, utilização e alocação de recursos de produção para atender as necessidades dos clientes de forma mais eficaz (GRAVES, 1999)

Segundo Quezado, Cardoso e Tubino (1999), a finalidade do PCP é garantir que uma organização tenha sua produção eficaz, produzindo dentro dos prazos determinados,

necessitando que os recursos utilizados para a confecção do produto estejam disponíveis no tempo e na quantidade certa.

Para se chegar em um gerenciamento de operação e produção eficiente e econômico em uma organização faz-se necessário integrar o planejamento de produção com o sistema de controle dentro de um planejamento de recursos da organização (YANG; ARNDT; LANZA, 2016).

De acordo com Lustosa et al. (2008) um sistema de produção o PCP deve ser exercido baseando-se em 3 níveis hierárquicos, desenvolvendo atividades de idealização, elaboração, controle e operação, conforme descritos abaixo:

- Nível estratégico: São definidas políticas estratégicas de longo prazo, sendo elas: decidir sobre aquisição de novos equipamentos; ampliação ou redução da capacidade produtiva; quantidade de horas-homem e horas-máquina disponíveis; planejamento do tipo de produto a ser inicializado; aquisição de novas tecnologias, etc. ;
- Nível tático: estabelecimento de planos com médio prazo para a produção onde o PCP formula um Plano Mestre de Produção (PMP) baseando-se em dados como: quantidade de turnos utilizados; recursos humanos e horas disponíveis para a realização dos pedidos, equacionando a capacidade produtiva da organização e informando uma programação de produção;
- Nível operacional: preparação e acompanhamento de pedidos com curto prazo de produção, como resultado do MRP (Material Requirement Planning). Devido à sua importância, Mabert (2007) e Peinaldo e Graeml (2007), dizem que os sistemas de planejamento de necessidades de material (MRP) tornaram-se uma abordagem proeminente para gerenciar o fluxo de matérias-primas e componentes no chão de fábrica no final do século XX ou Planejamento das Necessidades de Materiais, organizando os estoques, sequenciando os processos de produção, gerando Ordens de Compra (OC), Ordens de Fabricação (OF) e Ordens de Montagem (OM).

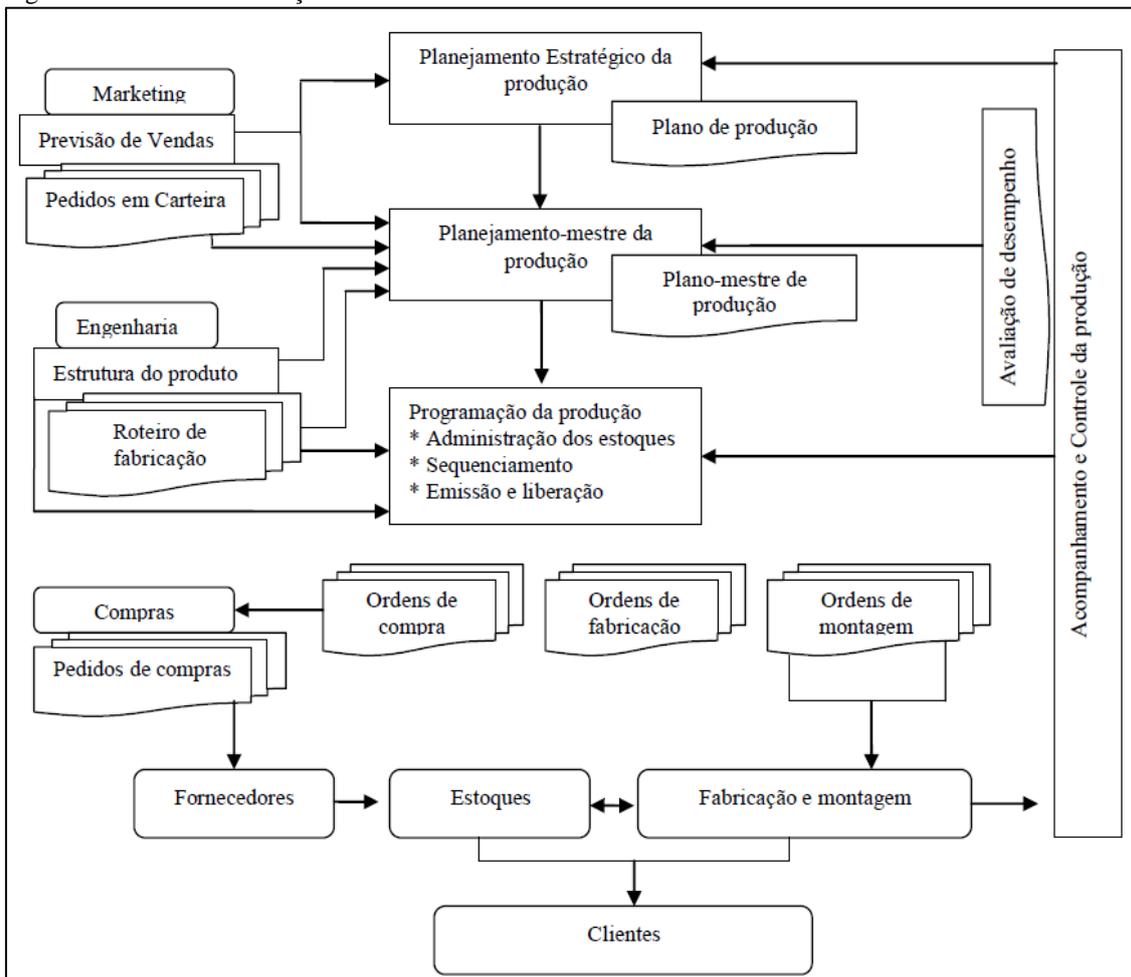
### **2.1.1 Fluxograma de informações**

De acordo com Tubino (2007), dentro de um ambiente produtivo o PCP é o setor responsável pela coordenação dos recursos produtivos de forma a atender da melhor maneira possível aos prazos programados nos níveis estratégico, tático e operacional. O mesmo autor afirma que o PCP, buscando atingir seus objetivos, administra as informações relacionadas às áreas do sistema produtivo de forma indireta ou de forma direta como citado abaixo:

- Engenharia do Produto: informações sobre listas de materiais e desenhos estruturais;
- Engenharia do Processo: roteiros de fabricação com tempos padrões de processamento;
- Marketing: previsões de vendas de longo e médio prazo e pedidos já liberados;
- Manutenção: informações sobre planos de manutenção preventiva, corretiva e preditiva;
- Compras: informações sobre entradas e saídas dos materiais em estoque;
- Recursos Humanos: informações sobre programas de treinamentos;
- Finanças: informações sobre plano de investimentos e fluxo de caixa.

A figura 1 apresenta uma visão geral sobre o fluxo de informações das atividades do PCP dentro de um ambiente fabril.

Figura 1: Fluxo de informações do PCP



Fonte: Tubino (2007, p.3)

Segundo Quezado (1999), as principais atividades realizadas pelo PCP estão interligadas aos prazos de produção, sendo elas:

- Planejamento Estratégico da Produção: esta atividade estabelece um planejamento da produção para um determinado período, baseando-se: na demanda de vendas que em geral é determinada no período de um ano; nos recursos produtivos, podendo ser ampliados ou reduzidos; e nos recursos financeiros disponíveis para atender um pedido;
- Planejamento-mestre da produção: esta atividade consiste em definir um planejamento de produção de produtos finais, baseando-se em estimativas de vendas com médio prazo ou nos pedidos já liberados para confecção. Em situações com produção sob encomenda este planejamento somente é realizado depois de uma liberação de pedido e normalmente não ocorrem projetos iguais, portanto se torna inviável planejar com base em demanda de vendas;
- Programação da Produção: Com base no Plano-mestre de produção, define-se uma Programação da Produção no curto prazo, planejando: o quanto e quando comprar; o que fabricar; os itens necessários para a confecção do pedido; e o sequenciamento das ordens de produção em função das disponibilidades de cada recurso utilizado. Na maioria dos processos com produção sob encomenda, o sistema de produção é empurrado, onde a programação envia as ordens de serviços para todos os recursos utilizados no pedido, empurrando a produção;
- Acompanhamento e Controle da Produção: Com base na realização da coleta e análise dos dados de produção, o Acompanhamento e Controle de Produção tem como finalidade garantir que a programação da produção seja realizada conforme suas etapas, buscando uma identificação de possíveis problemas e tomando medidas corretivas com rapidez. Esta atividade também é responsável por coletar dados como: índices de problemas; utilização de horas-máquina e horas-homem; utilização de materiais; índices de manutenção de máquinas, entre outros.

### **2.1.2 Classificação dos sistemas produtivos**

Segundo Tubino (2007), os sistemas produtivos podem estar voltados para geração de bens, o produto fabricado pode ser tocado e visto, como por exemplo um carro, uma bola, etc; também podem estar voltados à geração de serviços, estes podem ser apenas sentidos, por

exemplo uma consulta médica, transporte de pessoas, um filme, etc. O mesmo autor afirma esses dois tipos de manufatura devem projetar seus produtos, treinar sua mão-de-obra, vender seus produtos, prever sua demanda, balancear sua produção, planejar e controlar suas operações e distribuir seus recursos.

De acordo com Tubino (2007), os sistemas produtivos são classificados em quatro tipos, suas principais diferenças estão voltadas ao volume de produção e à complexidade do produto conforme descrito abaixo:

- **Sistemas contínuos:** produção com alta uniformidade e demanda de bens ou serviços, fazendo com que o processo produtivo seja interdependente, possibilitando sua automatização. Esse sistema é chamado de contínuo pois não é fácil de identificar e separar uma unidade do produto das demais fabricadas. Geralmente, a produção de bens de base são classificados como sistemas contínuos, como por exemplo a energia elétrica, produtos químicos, petróleo e derivados, etc; ou em produção com auxílio de máquinas, como por exemplo sistemas de monitoramento, serviços fornecidos por Internet, sistemas de aquecimento, ar condicionado, etc.
- **Sistemas em massa:** alto volume de produção e alta padronização, exigindo a utilização de mão-de-obra qualificada para a transformação do produto. Geralmente, a demanda desse tipo de sistema é estável, estabelecendo poucas alterações de produção e possibilitando a construção de uma estrutura produtiva especializada e pouco flexível. A variação entre os produtos fabricados normalmente é apresentada na montagem final, pois seus componentes são padronizados e permite uma produção em alto escala. Alguns exemplos de empresas classificadas como sistemas em massa são as montadoras de automóveis, montadoras de eletrodomésticos, serviços com grande demanda como o transporte aéreo, editora de revistas e jornais, etc.
- **Sistemas em lotes:** médio volume de produção de bens ou serviços padronizados em lotes. Neste caso, o sistema de produção deve ser flexível visando atender diversos pedidos e clientes acompanhando as variações da demanda, utilizando equipamentos pouco especializados, normalmente divididos por departamentos e utilização de mão-de-obra polivalente. Com a diversidade de produção e a baixa sincronização entre as etapas, esse tipo de sistema produtivo trabalha com um estoque dos materiais de forma que garanta o atendimento da próxima etapa de produção.
- **Sistemas sob encomenda:** produção realizada de acordo com as especificações do cliente, com baixa demanda e alta complexidade. Nesse tipo de sistema, a organização

da produção é específica para cada projeto, portanto não existe possibilidade de ser preparada com antecedência. Segundo Kurle et al (2016), a tarefa do PCP representa um desafio para as empresas que trabalham sob encomenda pois, a alocação de recursos se torna mais complexa. A compra de matérias-primas podem ser realizadas com base em históricos de produção, realizando então um estoque mínimo para a fabricação dos novos projetos. A organização dos recursos nesse tipo de sistema é dividida por centro de trabalho ou departamentos que tem como foco a etapa que será confeccionada. No caso de sistemas sob encomenda, a empresa necessita de um sistema de informações para se comprometer com datas de entregas confiáveis, ou seja, um cronograma que demonstre o carregamento dos recursos (gráfico de Gantt), permitindo simular a entrega de um novo pedido com base na utilização dos recursos disponíveis.

## **2.2 Regras de Sequenciamento**

De acordo com Silva (2005), o sequenciamento da produção é a atividade que determina a sequência em que os produtos serão fabricados no sistema produtivo.

Segundo Monks (1987), Gaither e Frazier (2002) e Tubino (2007), para que o processamento de pedidos possa ser organizado, podem-se utilizar as regras de sequenciamento, as quais fornecem um meio lógico de saber qual produto vai ter prioridade na fila de processamento em um recurso. Os mesmos autor afirmam que existem diversas regras de sequenciamento, sendo elas:

### **a) FIFO/PEPS: First in first out/Primeiro que Entra, Primeiro que Sai**

Monks (1987) e Silva (2013) afirmam que o sequenciamento de cada produto é realizado de acordo com sua ordem de chegada, com isso, o primeiro pedido que entra na empresa também será o primeiro a sair. Os mesmos autores afirmam que essa é a regra mais simples e muito utilizada em prestação de serviços e fila de caixas sem prioridades.

Segundo Silva et al. (2012), essa regra visa diminuir o tempo de permanência de cada produto nas máquinas ou na fábrica.

Tubino (2007) afirma que a regra FIFO/PEPS pode gerar atraso nos pedidos caso o tempo de processamento seja muito longo, ou adiantamento nos pedidos caso o tempo de processamento seja muito curto.

**b) LIFO/UEPS: Last in first out/Último que Entra, Primeiro que Sai**

Monks (1987) afirma que a regra LIFO/UEPS, realiza o sequenciamento de pedidos de acordo com sua ordem de chegada, sendo assim temos que o último pedido que entra na empresa é o primeiro que sai. Essa regra é utilizada geralmente em carregamento de contêineres, agrupamentos de entregas.

No mesmo contexto, Tubino (2007) afirma que os últimos pedidos a serem entregues são carregados primeiro e os últimos pedidos que entram nos contêineres são os primeiros que saem do mesmo.

Silva et al. (2012) afirmam que a regra LIFO/UEPS é pouco utilizado por ser adverso e negativo no que tange à confiabilidade e rapidez de entrega e não ter uma sequência baseada em qualidade, flexibilidade ou custo.

**c) SPT/OMC: Shortest Processing Time/Operação Mais Curta Primeiro**

Tubino (2007) e Silva et al. (2012) afirmam que na regra SPT/OMC, também conhecido como MTP (Menor Tempo de Processamento), os pedidos com menores tempo de processamento são fabricados primeiro, portanto a programação da produção é realiza em ordem crescente de tempo.

De acordo com Monks (1987) e Silva et al. (2012), nos sequenciamentos de pedidos que são realizados através da regra SPT/OMC, a prioridade é dada pelo menor tempo de processamento total e sua utilização visa reduzir o tamanho das filas e o aumento do fluxo de pedidos na empresa.

**d) LPT/OML: Longest Processing Time/Operação Mais Longa Primeiro**

Gaither e Frazier (2002) afirmam que essa regra é o inverso do SPT. Os pedidos com maiores tempo de processamento são fabricados primeiro, isto é, em ordem decrescente de tempo de processamento.

Segundo Tubino (2007), nos sequenciamentos de pedidos que são realizados através da regra LPT/OML, os pedidos que demoram mais tempo para serem processados são priorizados e sua utilização visa aumentar o tamanho das filas e reduzir a troca de máquinas, ou seja, diminuir o fluxo de pedidos na empresa.

**e) EDD/MDE: Earliest Due Date/Menor Data de Entrega;**

De acordo com Silva et al. (2012), nos sequenciamentos de pedidos que são realizados através da regra EDD/MDE, a priorização é realizada de acordo com as menores datas de entrega, ou seja, são priorizados os pedidos que estão mais próximos da data de entrega, visando diminuir o atraso dos pedidos.

Tubino (2007) afirma que a regra EDD/MDE também pode ser realizado com base em MF (Menor Folga), ou LS (Least Slack) onde a priorização é realizada em ordem crescente de folga (data de entrega – tempo total de processamento).

**f) IPI: Índice de Prioridade**

Gaither e Frazier (2002) e Silva et al. (2013) afirmam que o sequenciamento de pedidos realizados com base na regra IPI são realizados de acordo com o valor da prioridade atribuída ao cliente ou ao produto.

Um exemplo que se pode aplicar à regra IPI seria atender primeiro os clientes fixos, ou, processar por ordem crescente de valor agregado ao produto, ou seja, confeccionar primeiro os pedidos que disponibiliza maior lucro para a empresa ou a maior receita.

**g) ICR: Índice Crítico**

Tubino (2007) afirmam que nos sequenciamentos de pedidos que são realizados através da regra ICR, a priorização é feita em ordem crescente de (data de entrega - data atual) / tempo de processamento).

Chamado também de *Critical Ratio* (CR) ou Razão Crítica (RC), Tubino (2007) afirma que a regra ICR é dinâmica e procura combinar MDE com a MTP, combinando data de entrega com o tempo de processamento.

**h) LS/IFO: Least Slack/Índice de Folga**

De acordo com Tubino (2007) e Silva (2013) nos sequenciamentos de pedidos que são realizados através da regra LS/IFO, a prioridade é dada pela menor folga entre a data de entrega e o tempo total de processamento entre as tarefas que estão à espera.

Gaither e Frazier (2002) afirmam que a regra LS/IFO visa reduzir os atrasos dos pedidos a serem fabricados. Os mesmo autores afirmam que essa regra processa em ordem crescente de ((Data de entrega –  $\Sigma$  tempo de processamento restante) / número de operações restante).

### **i) IFA: Índice de Falta**

De acordo com Tubino (2007), nos sequenciamento de pedidos que são realizados através da regra IFA, os pedidos são processados em ordem crescente de (quantidade em estoque / taxa de demanda). Esta regra normalmente é aplicada para produção em massa em ambiente *make to stock*, onde existem estoque de produtos acabados.

## **2.3 Logística**

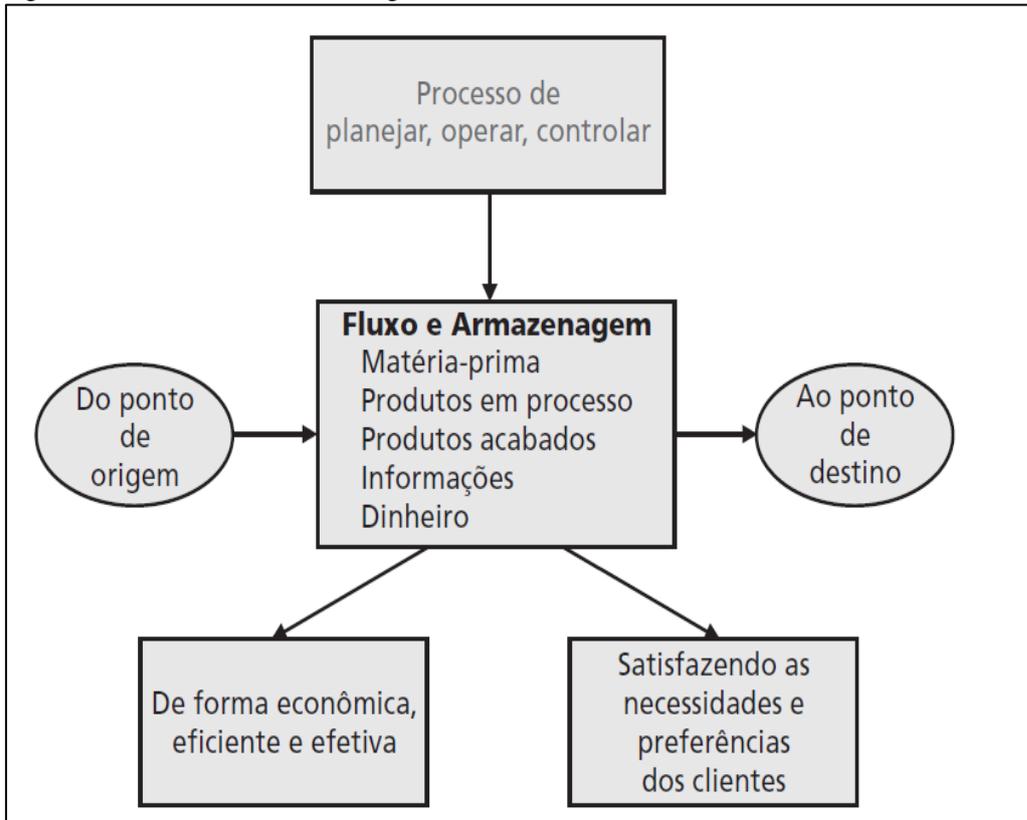
Silva (2004) afirma que durante a Segunda Guerra Mundial (1939-1945), a logística foi executada de forma global e utilizada como atividades de estratégias para apoiar as operações militares. O mesmo autor afirma que essa guerra exigiu dos Estados Unidos da América uma organização logística, capacitando movimentar e manter grande quantidade de homens e suprimentos nas frentes de batalha da Europa e da Ásia.

Ferraes Neto e Kuehne Junior (2002), afirmam que logística é a junção de quatro atividades básicas: as de aquisição, movimentação, armazenagem e entrega de produtos. Para que essas atividades funcionem corretamente, é necessário que as atividades de planejamento logístico, sendo elas de materiais ou de processos, estejam inteiramente relacionadas com as funções de manufatura e marketing.

Novaes (2007) e Machline (2011), afirmam que a Logística Empresarial possibilita valor de lugar, de tempo, de qualidade e de informação à cadeia produtiva e procura também eliminar do processo tudo que não tenha valor para o cliente, ou seja, tudo que gera somente custos e perda de tempo. Faulin et al. (2011) e Bertaglia (2016), complementam essa definição afirmando que um dos objetivos mais importantes na logística da empresa é a otimização da distribuição de mercadorias considerando toda a cadeia de valor.

Na figura 2 são apresentados os principais elementos conceituais da Logística. A Logística é iniciada pelo estudo e a planificação do projeto ou do processo a ser implementado, após isso começa a fase de implementação e operação. Todo sistema logístico precisa ser avaliado, monitorado e controlado (NOVAES, 2007).

Figura 2 – Elementos básicos da Logística

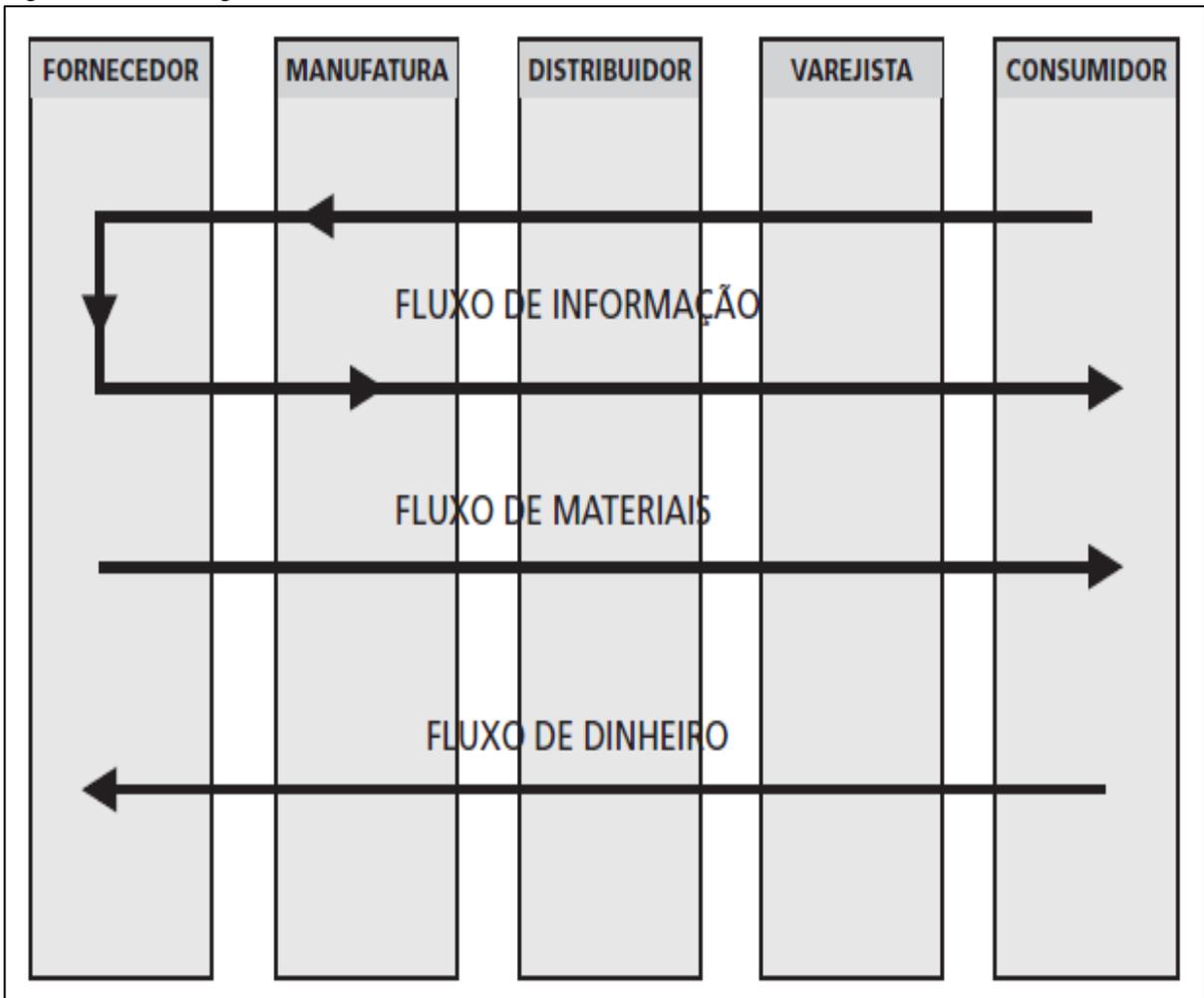


Fonte: Novaes (2007, p.36)

Além do fluxo de materiais (insumos e produtos) associados à Logística, existe também o fluxo de dinheiro no sentido oposto ao dos materiais e um fluxo de informações que ocorrem nos dois sentidos, trazendo informações desde o consumidor (demanda, mudança no pedido, preferências, mudança no perfil socioeconômico, etc.) até os fornecedores de matéria-prima e componentes necessários para a produção do pedido conforme solicitado (NOVAES, 2007).

A figura 3 apresenta os fluxos logísticos, ou seja, o caminho que o fluxo de informação, fluxo de materiais e fluxo de dinheiro percorrem dentro de um ambiente fabril, desde o fornecedor até o consumidor final.

Figura 3 – Fluxos logísticos



Fonte: Novaes (2007, p. 37)

Os fluxos logísticos devem ter como objetivo fundamental atender as necessidades e preferências dos clientes. Cada elemento da cadeia de informações é também cliente de seus fornecedores, portanto precisa conhecer as necessidades de todos os materiais do processo, com finalidade de buscar uma satisfação de demanda. De acordo com Novaes (2007), a moderna Logística procura incorporar:

- Prazos previamente acertados e cumpridos, em toda a cadeia de suprimento;
- Integração efetiva entre todos os setores da empresa;
- Integração efetiva e em parcerias com fornecedores e clientes;
- Busca da otimização global, envolvendo a racionalização dos processos e a redução de custos em toda a cadeia de suprimento;
- Satisfação plena do cliente, mantendo nível de serviço programado e adequado.

### 2.3.1 Canais de distribuição

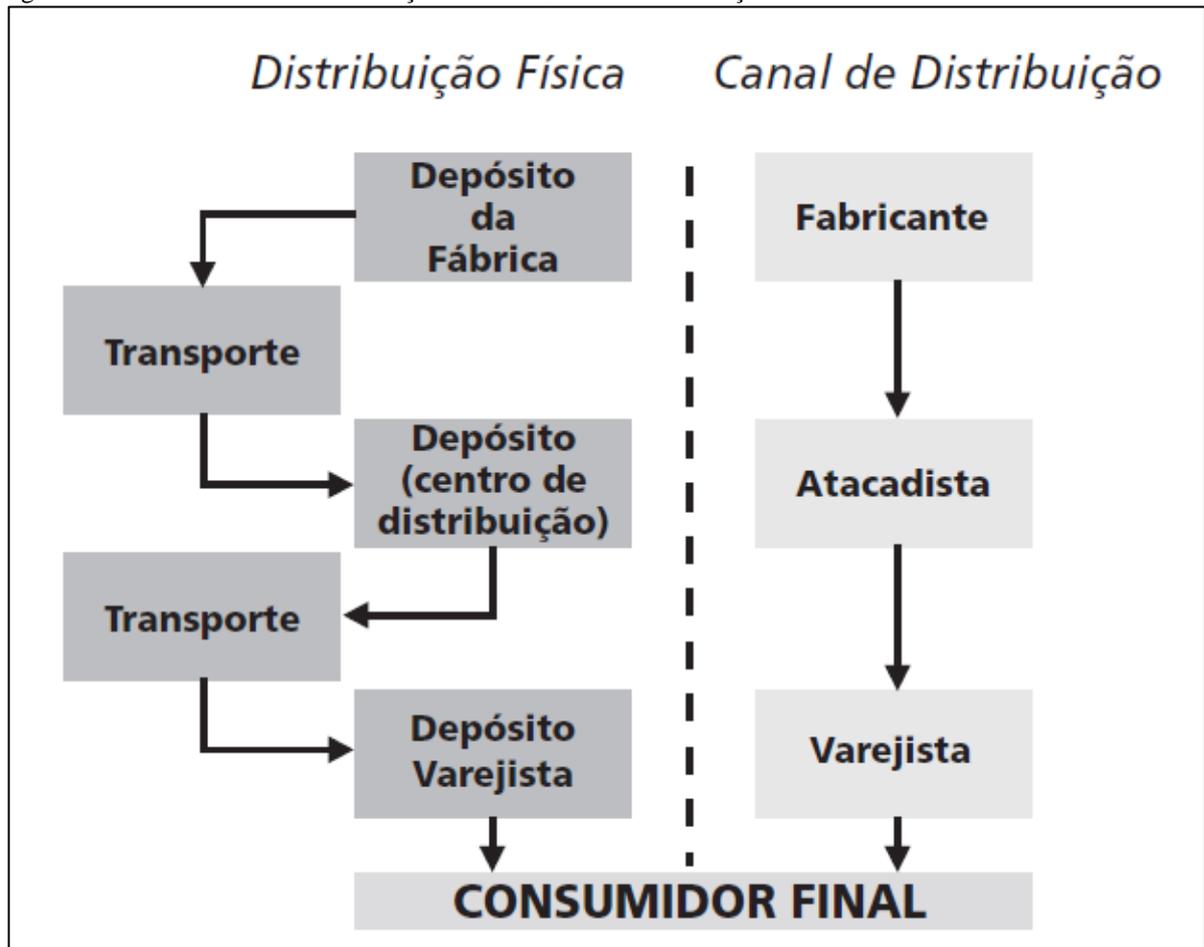
O canal de distribuição é uma rede orquestrada que cria valor aos usuários finais, através da geração das utilidades de forma, posse, tempo e lugar, principalmente. É só através da distribuição que produtos e serviços públicos e privados se tornam disponíveis aos consumidores, já que o produto precisa ser transportado para onde os consumidores têm acesso, ser estocado e trocado por outro tipo de recurso para que se possa ter acesso a ele. (NEVES, 1999, p. 32).

Segundo Novaes (2007), o abastecimento da manufatura com matéria-prima e componentes é denominado *Inbound Logistics* na literatura internacional e conhecido no Brasil como *logística de suprimento*. Esse tipo de Logística inclui tanto o fluxo de material fora e dentro da fábrica (KNOLL; PRÜGLMEIER; REINHART, 2016). Nas atividades de varejo e produção, é a Logística que desloca os produtos acabados desde a manufatura até o consumidor final, denominado *Outbound Logistics* internacionalmente e conhecido no Brasil como *distribuição*.

Os processos operacionais e de controle que possibilitam transferir os produtos do ponto de fabricação para o ponto de entrega ao consumidor é denominado de distribuição física. Em geral essa distribuição física é uma loja de varejo, porém, existem muitos casos que a empresa entrega o produto acabado no local desejado pelo cliente, situação essa voltada principalmente à produção de produtos pesados ou pedidos com alto volume de produtos (NOVAES, 2007).

Conforme é apresentado na figura 4 existe um certo paralelismo e uma correlação estreita entre as atividades que constituem a distribuição física de produtos e os canais de distribuição.

Figura 4 – Paralelismo entre Distribuição Física e Canal de Distribuição



Fonte: Novaes (2007, p. 125).

De acordo com a estratégia competitiva adotada pela empresa, é escolhido um esquema de distribuição específico e as atividades logísticas relacionadas à essas distribuições são então definidas a partir da estrutura planejada para os canais de distribuição.

### 2.3.2 Roteirização de cargas

Segundo Novaes (2007), o processo de roteirização tem como objetivo principal realizar um serviço de alto nível aos clientes buscando ao mesmo tempo manter os custos operacionais e de capital tão baixos quanto possível. Para isso a empresa ou organização deve obedecer algumas restrições conforme listados abaixo:

- Completar as rotas com os recursos disponíveis, mas cumprindo totalmente os compromissos assumidos com os clientes;
- Respeitar os limites de tempo impostos pela jornada de trabalho dos motoristas e ajudantes;

- Respeitar as restrições de trânsito, no que se refere às velocidades máximas, horários de carga/descarga, tamanho máximo dos veículos nas vias públicas etc.

De acordo com Novaes (2007), os problemas de roteirização ocorrem com grande frequência na distribuição de produtos e de serviços. Alguns desses problemas de roteirização são listados a seguir:

- entrega, em domicílio, de produtos comprados nas lojas de varejo ou pela Internet;
- distribuição de produtos dos CDs (Centro de Distribuição) para lojas de varejo;
- distribuição de bebidas em bares e restaurantes;
- distribuição de dinheiro para caixas eletrônicos de bancos;
- distribuição de combustíveis para postos de gasolina;
- distribuição de artigos de toalete (toalhas, roupa de cama etc.) para hotéis, restaurantes e hospitais;
- coleta de lixo urbano;
- entrega domiciliar de correspondência etc.

### **2.3.2.1 Método de roteirização (Clarke e Wright)**

De acordo com Novaes (2007), existem vários modelos de roteirização que atendem situações sem e com restrições. As situações sem restrições acontecem quando a separação dos clientes já foi realizada previamente e a questão da restrição de tempo e de capacidade está resolvida. As situações com restrições acontecem quando é preciso roteirizar os veículos sem que haja uma prévia divisão da região que será atendida. Na literatura, são descritos métodos diversos para resolver esse tipo de problema, muitos deles envolvendo modelos matemáticos razoavelmente complexos.

Neste trabalho foi selecionado para estudo o método de Clarke e Wright, pois, de acordo com Novaes (2007); Toigo, Valle Filho e Lavratti (2007) e Silva (2007), esse método tem sido muito utilizado nas empresas e obtido sucesso na resolução de problemas isolados, aparecendo também dentro de muitos *softwares* de roteirização.

Segundo Vaferi, Fallah e Tayebi (2018, p.122), “o método de Clarke e Wright tem início com uma solução na qual cada centro de consolidação é verificada em rotas separadas [...] e mescla iterativamente duas rotas, economizando nos custos de viagem”. Isso é possível porque o método permite incorporar diversos tipos de restrições de uma forma eficiente. Esse método busca reduzir ao máximo a distância percorrida para atender os clientes e com isso o

número de veículos utilizados para realizar atender a demanda tende a ser minimizado, reduzindo assim os investimentos e o custo de operação.

Segundo um exemplo de Novaes (2007), se o cliente um cliente  $j$  for atendido logo em seguida do cliente  $i$ , o veículo faria as duas viagens na sequência apresentada na figura 5(a). Nesse exemplo se considerarmos  $dD,i$  e  $dD,j$  como as distâncias entre o CD e os clientes  $i$  e  $j$ , o veículo faria um percurso para atendê-los igual a:

$$L = 2 \times dD,i + 2 \times dD,j \quad (1)$$

Porém uma possibilidade de melhoria desse esquema seria utilizar um único roteiro para atender os dois clientes  $i$  e  $j$ . Nesse caso, conforme apresentado na figura 5(b), o veículo faria um roteiro igual a:

$$L' = dD,i + di,j + dD,j \quad (2)$$

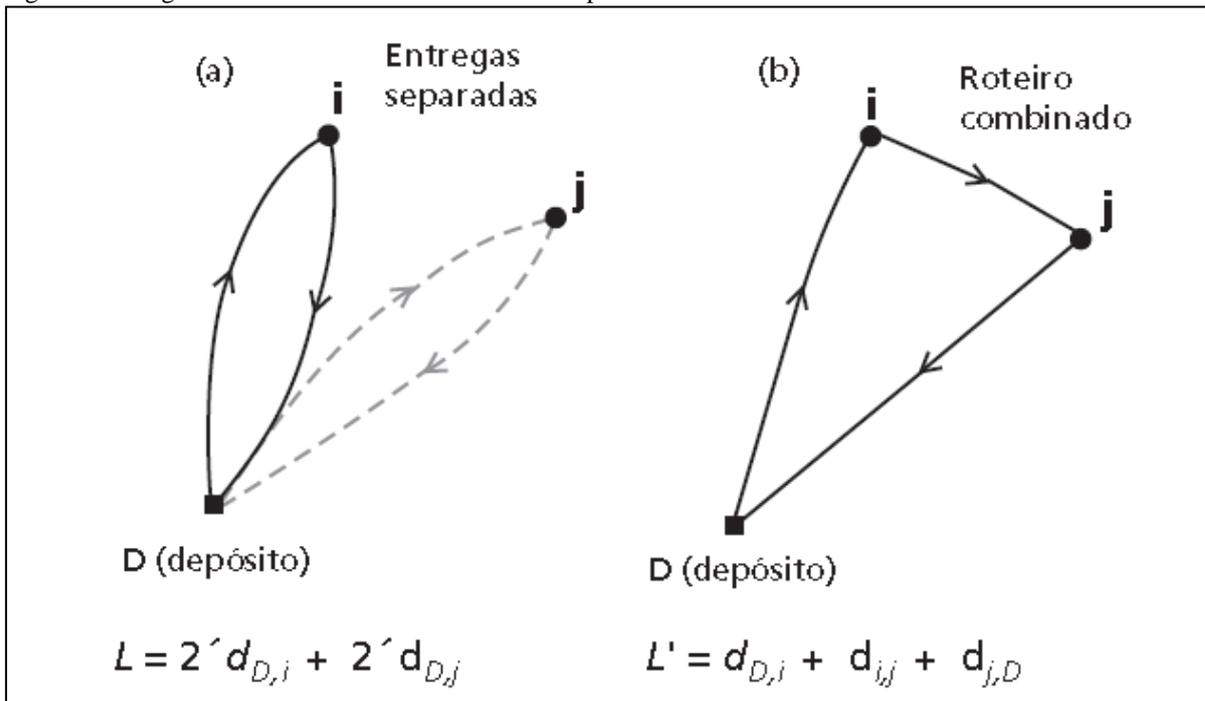
Com a integração dos clientes  $i$  e  $j$  em único roteiro, faremos uma economia de percurso (ganho) igual à diferença  $L - L'$ :

$$gi,j = L - L' = dD,i + dD,j - di,j \quad (3)$$

Para a seleção dos dois pontos  $i$  e  $j$ , é necessário selecionar o par com maior ganho  $gi,j$ . Há combinações, no entanto, que violam as restrições de tempo ou de capacidade, não sendo por isso factíveis. Novaes (2007) afirma que a análise da fórmula 3 apresenta duas propriedades interessantes:

- O ganho tende a crescer quando os pontos  $i$  e/ou  $j$  se afastam do CD, pois as parcelas  $dD,i$  e  $dD,j$  têm valores positivos;
- O ganho tende a crescer quando os pontos  $i$  e  $j$  estão mais próximos, pois então a parcela  $di,j$ , que aparece com sinal negativo na fórmula 3, tem valor absoluto menor.

Figura 5 – Integrando dois clientes em um roteiro compartilhado



Fonte: Novaes (2007, p. 316).

O método Clarke e Wright se inicia com a análise de todas as combinações possíveis entre os nós, dois a dois. Em seguida, são ordenadas as combinações, na ordem decrescente dos ganhos  $g_i, j$ . Tendo em vista as considerações anteriores, as combinações com maiores ganhos tendem a ser formadas por pontos distantes do CD, mas próximos entre si, ou seja, os roteiros vão sendo formados a partir dos pontos mais distantes do depósito, vindo paulatinamente na direção do CD. Essa propriedade ficará mais clara através da análise de um exemplo. (NOVAES, 2007, p. 321).

Segundo Novaes (2007), para a utilização do método de Clarke e Wright em um ambiente fabril é necessário seguir as etapas conforme descritas abaixo:

- **Etapa 1.** Combinam-se todos os pontos (que representam os clientes) dois a dois e calcula-se o ganho para cada combinação através da relação 10.3.
- **Etapa 2.** Ordenam-se todas as combinações  $i, j$ , de forma decrescente segundo os valores dos ganhos  $g_i, j$ .
- **Etapa 3.** Começamos com a combinação de dois nós que apresentou o maior ganho. Posteriormente, na análise de outras situações, vai-se descendo na lista de combinações, sempre obedecendo à sequência decrescente de ganhos.
- **Etapa 4.** Para um par de pontos  $(i, j)$ , tirado da sequência de combinações, verifica-se se os dois pontos já fazem parte de um roteiro iniciado:

- Se  $i$  e  $j$  não foram incluídos em nenhum dos roteiros já iniciados, cria-se então um novo roteiro com esses dois pontos;
- Se o ponto  $i$  já pertence a um roteiro iniciado, verificar se esse ponto é o primeiro ou último desse roteiro (não contando o CD). Se a resposta for positiva, acrescentar o par de pontos  $(i, j)$  na extremidade apropriada. Fazer a mesma análise com o ponto  $j$ . Se nenhum dos dois pontos satisfizer essa condição separadamente, passar para o item (c);
- Se ambos os pontos  $i$  e  $j$  fazem parte, cada um deles, de roteiros iniciados, mas diferentes, verificar se ambos são extremos dos respectivos roteiros. Se a resposta for positiva, fundir os dois roteiros num só, juntando-os de forma a unir  $i$  a  $j$ . Caso contrário, passar para a etapa 5;
- Se ambos os nós  $i$  e  $j$  pertencerem a um mesmo roteiro, passar para a etapa 5.
- **Etapa 5.** Cada vez que acrescentar um ou mais pontos num roteiro ou quando fundir dois roteiros num só, verificar se a nova configuração satisfaz as restrições de tempo e de capacidade. Se atender aos limites das restrições, a nova configuração é aceita.
- **Etapa 6.** O processo termina quando todos os pontos (clientes) tiverem sido incluídos nos roteiros.

### 3 MÉTODO DA PESQUISA

Nesta seção são fundamentados e detalhados os métodos empregados nesta pesquisa, incluindo o desdobramento dos objetivos, as escolhas metodológicas, as formas de coleta e análise dos dados e as etapas que caracterizam a proposta desta pesquisa.

#### 3.1 Classificação da pesquisa

De acordo com Gil (2002, p.17) pesquisa é definido como “o procedimento racional e sistemático que tem como objetivo proporcionar respostas aos problemas que são propostos”. As pesquisas podem ser classificadas de acordo com a sua finalidade em dois grupos: a pesquisa “aplicada” que proporciona conhecimentos passíveis de aplicações práticas e “pura” a que resulta na descoberta de princípios científicos que promovam o avanço do conhecimento em determinada área.

Ainda segundo Gil, (2002) podem também ser agrupadas de acordo com os seus objetivos, distinguindo-se três níveis de pesquisa: pesquisa exploratória, descritiva e explicativa.

O estudo de caso “é uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo em profundidade e em seu contexto de vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não são claramente definidos”. (YIN, 2001, p. 32).

Esta pesquisa busca conhecer as características de um PCP e da logística de distribuição em uma empresa de médio porte do setor metalúrgico e propor um método que possibilite realizar uma integração desses dois setores buscando menores custos de frete atendendo a demanda de produção. Sendo assim, a proposta metodológica é caracterizada como um estudo de caso de natureza exploratória, com abordagem qualitativa.

As pesquisas exploratórias tem como objetivo “proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses. Essas pesquisas têm como objetivo principal o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições”. (GIL, 2002, p. 41).

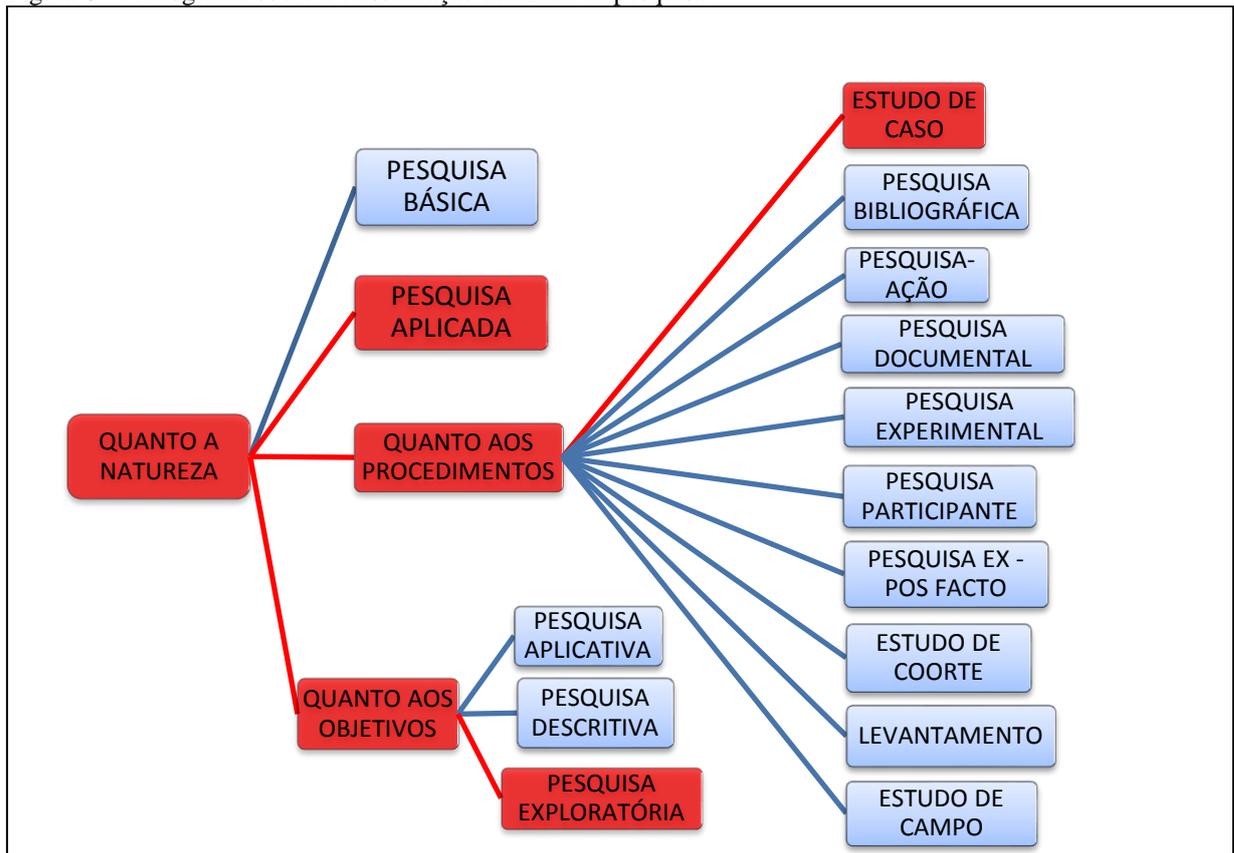
Os estudos de casos podem envolver casos únicos ou múltiplos e numerosos níveis de análise. Geralmente combinam métodos de coleta de dados, tais como análise documental, entrevistas, questionários, observações e artefatos físicos (YIN, 2001).

A pesquisa descritiva tem por objetivo a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou estabelecimento de relações entre variáveis. Visa ainda, além da

simples identificação da existência de relação entre as variáveis, determinar a natureza dessa relação (GIL, 2002)

Baseado em Gil (2002), realizou-se um fluxograma conforme figura 6 que apresenta a classificação do tipo de pesquisa utilizada nesse trabalho destacada em vermelho.

Figura 6 - Fluxograma sobre a classificação utilizada na pesquisa



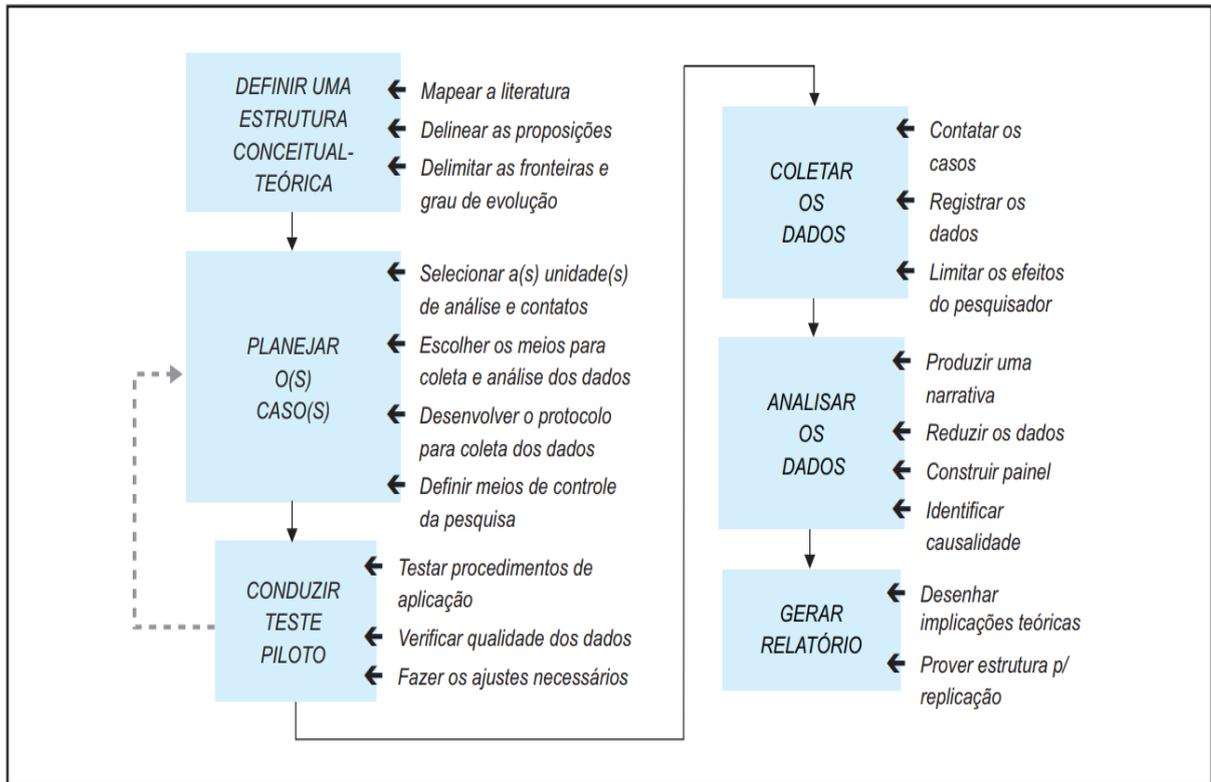
Fonte: Adaptado de Gil (2002)

Miguel (2007) afirma que a estrutura de um estudo de caso é semelhante à de um planejamento estratégico, contendo dois níveis: um estratégico e um operacional.

No nível estratégico, define-se a abordagem metodológica, advindas das ciências exatas ou humanas, considerando uma infinidade de objetos de análise que podem ter diferentes direcionadores, como: escolha prévia com base na literatura, um dado autor específico, uma sugestão de um colega, uma recomendação do orientador ou mesmo por familiaridade ou afinidade com determinado método já empregado no passado.

No nível operacional, Miguel (2007) apresenta uma proposta de conteúdo e sequência para a condução de um estudo de caso, apresentado na figura 7, na qual cada item será descrito à seguir.

Figura 7 – Condução do estudo de caso



Fonte: Miguel (2007, p. 221)

### a) Definir uma estrutura conceitual teórica

Definição de um mapeamento da literatura sobre o assunto elaborado com base em um referencial teórico. Esse mapeamento indica a abrangência da literatura demonstrando como o tópico em estudo é influenciado pelas fontes bibliográficas existentes.

O referencial teórico também serve para delimitar as fronteiras do que será investigado, proporcionar o suporte teórico para a pesquisa (fundamentos) e também explicitar o grau de evolução (estado da arte) sobre o tema estudado, além de ser um indicativo da familiaridade e conhecimento do pesquisador sobre o assunto (MIGUEL, 2007, p. 222).

### b) Planejamento do(s) caso(s)

Nesta etapa define-se a quantidade de casos a serem estudados, podendo ser único ou múltiplos, sendo que existem vantagens e dificuldades para cada uma das situações. Além disso, os recortes de tempos também são importantes, resultando em casos retrospectivos ou longitudinais. Estudo de caso retrospectivo investiga o passado, coletando dados históricos e estudo de caso longitudinal investiga o presente de certa forma superando as limitações do estudo de caso retrospectivo (MIGUEL 2007).

A partir da seleção do(s) caso(s), deve-se determinar os métodos e técnicas tanto para a coleta quanto para a análise dos dados. Nesse sentido, devem ser empregadas múltiplas fontes de evidência. Usualmente, considera-se entrevistas (estruturadas, semi-estruturadas ou não estruturadas), análise documental, observações diretas e, embora de forma restrita, pode-se incluir *surveys*. Quando for o caso, visitas ao “chão de fábrica” também são importantes no sentido de verificar, *in loco* e/ou *in modus operandi*, o fenômeno estudado (MIGUEL, 2007, p. 222).

#### **c) Conduzir um Teste Piloto**

Miguel (2007) afirma que a condução de um teste piloto não é uma prática comum em estudo de caso mas que sua utilização é sempre importante antes de partir para a coleta de dados pois permite verificar os procedimentos de aplicação, a qualidade dos dados obtidos e identificar se eles contribuem para o atendimento do objetivos da pesquisa.

#### **d) Coletar os dados**

Miguel (2007) afirma que os responsáveis por cada caso estudado precisam estar cientes da pesquisa. O mesmo autor afirma que o contato inicial deve ser um executivo sênior que tenha condições de autorizar a condução da pesquisa, indicar quais são as principais pessoas que devem ser entrevistadas e também seja capaz de resolver imprevistos, caso estes ocorram. “A coleta deve ser dada como concluída quando a quantidade de dados e informações reduzir e/ou quando se considera dados suficientes para endereçar a questão da pesquisa” (MIGUEL, 2007, p.224).

#### **e) Analisar os dados**

Nesta etapa, Miguel (2007) aponta que a partir do conjunto de dados coletados, o pesquisador deve então elaborar uma de narrativa geral do caso, porém não implica que tudo que foi coletado deverá ser incluído no relatório da pesquisa. O mesmo autor afirma que geralmente será necessário fazer uma redução dos dados, incluindo na análise somente o essencial que tenha ligação com os objetivos e constructos da pesquisa. “Se houve gravação das entrevistas, essas devem ser transcritas por completo, resultando em dados brutos (MIGUEL, 2007, p. 224)”.

#### **f) Gerar Relatório**

Sempre deve ser considerado que os resultados devem estar estreitamente relacionados à teoria, tomando o cuidado para não ajustar a teoria aos resultados e evidências, mas o

inverso, ou seja, os resultados e as evidências são o que deve ser associado à teoria, possibilitando, inclusive, a geração de nova teoria.

Todo o conjunto de atividades das etapas anteriores deve então ser sintetizado em um relatório de pesquisa. Esse relatório é o gerador (isto é, não é sinônimo) da monografia (tese ou dissertação) e de artigos (para congressos ou periódicos) (MIGUEL, 2007, p.225).

A seguir, serão apresentados os procedimentos operacionais utilizados neste trabalho, tendo como base o roteiro de condução de estudo de caso apresentado por Miguel (2007).

### **3.2 Procedimentos Operacionais**

A partir do que foi relatado, as etapas de desenvolvimento dessa pesquisa foram: (a) definir a estrutura teórico-conceitual; (b) planejar o caso; (c) coletar dados; (d) analisar os dados; (e) gerar relatório. Nota-se que nessa pesquisa a fase de teste piloto não é aplicável devido às especificidades do trabalho.

A seguir são detalhadas as fases mencionadas.

#### **a) Definir uma estrutura conceitual teórica**

A conceituação teórica do referido estudo baseou-se em dois pontos principais: planejamento e controle da produção e logística de distribuição, fornecendo o suporte teórico para o trabalho.

Com relação às proposições, o trabalho busca estabelecer um modelo de planejamento que possibilite a integração do sequenciamento das ordens de produção com a logística de distribuição de cargas.

O intuito da elaboração desse modelo é conseguir realizar um sequenciamento de ordens de produção de um modo que os produtos fabricados que serão entregues em localizações próximas, sejam confeccionados em datas próximas, possibilitando a junção da carga e diminuindo o custo com o frete.

#### **b) Planejar o caso**

A empresa desse estudo, foi escolhida de forma intencional devido à observação do pesquisador, que tem a função de gerente de produção na mesma, sobre a falta de comunicação entre os setores de PCP e logística.

Com o intuito de entender melhor o contexto desta dificuldade, identificou-se que seria necessário entrevistar pessoas que tivessem ligação direta com esses setores.

Nesta linha, foram planejadas as entrevistas com o gerente comercial, gerente de produção e com o gerente de logística: (a) do gerente comercial seria possível entender os clientes que obtêm prioridades, as diversas regiões atendidas e os prazos estimados para entrega; (b) do gerente de produção seria possível entender a carga horária disponível da empresa, os prazos de produção e a flexibilidade de alteração de sequenciamentos (c) do gerente de logística seria possível entender a capacidade de carga de cada veículo.

Como a intenção é estudar uma única empresa em um estudo de caso, seriam necessárias, além das entrevistas, observações diretas para o levantamento das informações e a identificação do processo comercial, produtivo e logístico da empresa.

Os relacionados se mostraram muito flexíveis na abertura das informações necessárias para a pesquisa, não se opondo a passar as informações, bem como demonstrando interesse pelo assunto abordado na pesquisa.

### **c) Coletar os dados**

A coleta de dados ocorreu no período de 12/03/2018 a 18/06/2018. Neste período foram feitas reuniões para debates sobre o presente estudo de caso com os relacionados para a pesquisa e realizado entrevistas semiestruturadas com os mesmo. Essas entrevistas foram conduzidas pelo próprio pesquisador e possibilitaram identificar as questões necessárias para a elaboração do método determinado para esse estudo.

Além das entrevistas, o pesquisador também participou de observações diretas, desde a venda dos produtos até a entrega dos mesmos.

Com essas observações direta, a constatação da veracidade das respostas apontadas puderam ser confirmadas e também foram essenciais para a possível elaboração do método proposto. O quadro 1 apresenta uma programação das atividades que foram realizadas *in loco* para a possível coleta de dados.

Quadro 1 – Programação de atividades na empresa do estudo no período de março a junho de 2018.

<b>Data</b>	<b>Atividade</b>	<b>Participantes</b>
12/03/2018	Reunião	Gerente Comercial; Gerente de Produção(Pesquisador) e Gerente de Logística
19/03/2018	Entrevista semiestruturada	Pesquisador e Gerente Comercial
09/04/2018	Entrevista semiestruturada	Gerente de Produção (Pesquisador)
23/04/2018	Entrevista semiestruturada	Pesquisador e Gerente de Logística
07/05/2018	Acompanhamento de vendas	Pesquisador e Gerente Comercial
14/05/2018	Acompanhamento de vendas	Pesquisador e Gerente Comercial
21/05/2018	Acompanhamento de produção	Gerente de Produção (Pesquisador)
28/05/2018	Acompanhamento de produção	Gerente de Produção (Pesquisador)
04/06/2018	Acompanhamento de logística	Pesquisador e Gerente de Logística
11/06/2018	Acompanhamento de logística	Pesquisador e Gerente de Logística
18/06/2018	Reunião	Gerente Comercial; Gerente de Produção (Pesquisador) e Gerente de Logística

Fonte: Próprio autor

Na reunião do dia 12/03/2018, apresentou-se a pesquisa a todos os participantes da empresa, que nesse trabalho será denominada de empresa Alfa e também buscou-se entender os problemas que poderiam afetar a elaboração do modelo proposto.

Na entrevista semiestruturada do dia 19/03/2018, realizada com o Gerente Comercial, buscou-se respostas para questões como:

1. Existem prioridades de clientes? Se sim, quais são?
2. Como são estimados os prazos da entrega dos produtos aos clientes?
3. Quais são as regiões atendidas?

Na entrevista semiestruturada do dia 09/04/2018, realizada com o Gerente de Produção, buscou-se respostas para questões como:

1. De que forma é realizado o sequenciamento das ordens de produção?
2. Quais são as dificuldades para a alteração de sequenciamento?

3. Qual a carga horária de trabalho mensal?
4. Qual a possibilidade de extensão de carga horária?
5. Todos os produtos possuem tempo médio para ser produzido?

Na entrevista semiestruturada do dia 23/04/2018, realizada com o Gerente de Logística, buscou-se respostas para questões como:

1. Qual a capacidade máxima de transporte em Kg?
2. Qual a capacidade máxima de transporte em dimensões (metros)?
3. Qual o tempo de entrega para cada região atendida?

Nos acompanhamentos realizados na empresa entre os dias 07/05/2018 à 11/06/2018, conforme apresentado no quadro 1, verificou-se a possível existência de mais alguns pontos que poderiam ser úteis na elaboração do modelo e também buscou-se maior entendimento do pesquisador com relação à cada setor definido para a pesquisa, sendo eles vendas, produção e logística.

Na reunião do dia 18/06/2018, apresentou-se os questionários à todos participantes e analisou-se as possíveis divergências nas respostas coletadas.

#### **d) Analisar os dados**

A análise dos dados será apresentada na seção 4.

#### **e) Gerar Relatório**

Serão apresentados na seção 4, os possíveis resultados com a utilização do modelo de sequenciamento proposto nesta pesquisa.

## 4 ESTUDO DE CASO

Esta seção descreve a caracterização da empresa objeto do estudo desta pesquisa, uma análise dos dados levantados nas entrevistas e o método proposto com base na literatura e nos dados levantados.

A escolha da empresa objeto de estudo deste trabalho se deu em razão da oportunidade de conciliar as atividades do pesquisador com sua atuação na função de gerente de produção.

### 4.1 Caracterização da empresa

A empresa estudada está localizada no interior paulista, atua na fabricação de reservatórios metálicos para armazenamento de água potável, óleo diesel e outros tipos de líquidos. Com mais de vinte anos de experiência no mercado, como já mencionado, será aqui denominada como empresa Alfa e seus representantes como Gerente Comercial, Gerente de Produção e Gerente de Logística.

De acordo com a classificação dos sistemas de produção, observados no levantamento bibliográfico, a empresa Alfa trabalha com produção sob encomenda pois seus produtos são fabricados de acordo com a necessidade dos clientes.

A empresa Alfa também possui uma frota própria de 7 caminhões e fornece a entrega de seus produtos em todo Brasil. Porém, por atuar com produção sob encomenda, existe uma complexidade muito grande na integração do sequenciamento das ordens de serviço com a logística de entrega.

Além da produção realizada internamente, a empresa Alfa possui 5 equipes de montagens de reservatórios que são confeccionados *in loco*, ou seja, a produção do produto acontece no local solicitado pelo cliente, normalmente atendendo a demanda de reservatórios com diâmetros maiores que quatro metros. Isso acontece pois reservatórios com diâmetros acima de 4 metros normalmente não são possíveis de ser transportado até o local solicitado.

A empresa Alfa apresenta um diferencial voltado à qualidade pois os aços utilizados em seus produtos são 100% jateados. Esse procedimento traz um aumento da aderência da tinta que é aplicada tanto no lado interno, quanto no lado externo de seus equipamentos, aumentando a vida útil do produto.

No que diz respeito à tecnologia da informação, a empresa Alfa atualmente possui sistema que integra os setores de almoxarifado, compras, PCP, vendas e financeiro.

A falta de integração entre os setores de PCP e logística apresenta pontos negativos sendo alguns deles: indecisão sobre o melhor sequenciamento das ordens de produção e o custo elevado com frete por falta de melhor planejamento de carga.

## **4.2 Análise dos dados**

Com a análise dos dados foi possível definir os critérios necessários para elaborar um modelo de planejamento que faça a integração do sequenciamento dos pedidos com a roteirização de cargas, com base nas entrevistas semiestruturadas realizadas na empresa Alfa e na fundamentação teórica levantadas nesta pesquisa.

### **4.2.1 Verificação de respostas**

Com base nas respostas coletadas por meio de entrevista com o Gerente Comercial e acompanhamento de vendas realizado pelo pesquisador na empresa Alfa, foi possível definir que:

1. A empresa trabalha com apenas uma priorização de clientes que é relacionada ao volume de pedidos anual;
2. Os prazos de entregas são calculados com base em históricos de produção, porém o mesmo só começa a ser considerado quando o cliente formaliza que o local para a entrega do produto está apto para recebê-lo;
3. Atualmente a empresa Alfa atende todas as regiões do Brasil.

Com base nas respostas coletadas do Gerente de Produção em entrevista realizada na empresa Alfa foi possível definir que:

1. O sequenciamento da produção inicial é realizado com base na liberação do local de entrega de cada produto e posteriormente em priorização de clientes;
2. As maiores dificuldades para alterações do sequenciamento estão interligadas à definição da melhor opção que atenda junções de cargas visando minimizar o custo com a entrega dos produtos;
3. A média da capacidade produtiva da empresa é 180.000 Kg de produto por mês;
4. A empresa possui históricos de meses em que foram utilizados extensão da jornada de trabalho atingindo 220.000 Kg;
5. A empresa possui um sistema com históricos de tempos de produção dos produtos já fabricados. Por trabalhar com produtos sob encomenda, a estimativa de tempo

quando um novo produto é orçado baseia-se em produtos com características semelhantes.

Com base nas respostas coletadas através de entrevista com o Gerente de Logística e acompanhamento do pesquisador no setor de logística de distribuição da empresa Alfa, foi possível definir que:

1. A capacidade de peso máximo para transporte por carga é 18.000 Kg;
2. As dimensões máximas de carga para cada transporte não poderá ultrapassar 3,82 metros de altura, 3,82 metros de largura e 24 metros de comprimento;
3. O maior problema atual é nem sempre conseguir programar uma junção de cargas de um modo que atendam os prazos de entrega de cada produto.

Depois de analisar todas as respostas dos participantes desta pesquisa, foi possível entender que para o sequenciamento inicial da produção, a empresa Alfa utiliza a regra IPI com base na classificação de cada cliente.

Exemplo: Se o cliente A comprar primeiro e for maior que o cliente B, porém a liberação do local de entrega do cliente B for antecipada, o cliente B terá seu produto com o início de produção antes cliente A.

Isso não determina que o produto do cliente B será entregue primeiro, pois o produto do cliente A poderá ter o tempo de fabricação menor, podendo ser finalizado primeiro que o produto do cliente B.

Também existe a possibilidade do produto do cliente B ser finalizado primeiro e aguardar a confecção de outros produtos para junção de cargas, enquanto após a finalização do produto do cliente A o mesmo ser entregue sem a necessidade ou possibilidade de junção de cargas.

#### **4.2.2 Elaboração do modelo de sequenciamento**

Após realizar toda a análise das respostas que tiveram o intuito de entender os problemas e critérios atuais para o sequenciamento de produção na empresa, foi possível então utilizar a teoria abordada neste trabalho para iniciar a elaboração de um método que possibilite realizar um sequenciamento de produção integrada com a roteirização de cargas.

A seguir serão apresentadas todas as etapas utilizadas para a possível elaboração do modelo proposto como objetivo desta pesquisa, sendo elas:

- Definição dos prazos de entrega;
- Definição do sequenciamento de pedidos;
- Verificação das possíveis junções de cargas através do método de roteirização proposto por Clarke e Wright.

#### **4.2.2.1 Prazo de entrega**

A primeira etapa definida para estabelecer o método de sequenciamento baseou-se nos prazos de entrega. Como a empresa possui a capacidade de calcular antecipadamente o tempo que será realmente utilizado para a confecção de cada produto, a regra utilizada para essa etapa será conforme descrito abaixo:

- Quando o produto solicitado pelo cliente possuir dimensões ou peso menores do que 60% do limite máximo para cada transporte, o mesmo será analisado com intuito de verificar possibilidades de junções de cargas com outros produtos possuam dimensões ou peso compatíveis com as restantes para esse transporte. Nestes casos o tempo para a entrega do produto terá mais um acréscimo de 30%, porcentagem essa adotada em busca de possibilitar um período maior para essa junção de cargas sem atraso para os clientes;

Todas as etapas acima foram abordadas em reuniões presenciais do pesquisador juntamente com os envolvidos na pesquisa e as mesmas foram definidas com base em dados históricos da empresa. Os percentuais apresentados serão avaliados posteriormente à utilização do método que será proposto e poderão ser alterados pelos implantadores, em busca de achar o ponto de equilíbrio que possa atender a demanda da empresa e possibilitar junções de cargas.

A próxima etapa apresentará a escolha das regras de sequenciamento que serão utilizados no método proposto com base na teoria apresentada nesta pesquisa.

#### **4.2.2.2 Sequenciamento de pedidos**

Com base nas entrevistas realizadas na empresa Alfa também visitas realizadas pelo pesquisador, foi possível definir as regras de sequenciamentos apresentados na teoria que serão utilizados no método proposto. A seguir serão apresentadas todas as regras de sequenciamento abordadas nesta pesquisa com as respostas sobre o porquê serão ou não utilizadas no método proposto de sequenciamento para a empresa Alfa.

a) FIFO/PEPS: Primeiro que Entra, Primeiro que Sai e b) LIFO/UEPS: Último que Entra, Primeiro que Sai

As regras PEPS e UEPS não serão utilizadas porque a empresa Alfa trabalha com produção sob encomenda onde o tempo de produção e a utilização de recursos em cada produto são muito diferentes, portanto, não é sempre que o produto que se inicia primeiro ou por último poderá ser finalizado primeiro.

c) SPT/OMC: Operação Mais Curta Primeiro e d) LPT/OML: Operação Mais Longa Primeiro;

As regras OMC e OML não serão utilizadas porque a empresa Alfa trabalha com algumas priorizações de clientes que não estão ligadas ao tempo de produção e sim à demanda de pedido de cada cliente e à liberação do local de entrega do produto.

Outro possível problema na utilização dessas regras é que esse método buscará um sequenciamento com possíveis junções de carga e para isto não será definido a produção de um produto que possua menor ou maior tempo de processamento, e sim o que estiver em uma região próxima à de um produto que já estará no sequenciamento ou em produção.

e) EDD/MDE: Menor Data de Entrega;

Essa regra não será utilizada porque não é o foco do trabalho diminuir atrasos com entrega dos produtos além da empresa Alfa não possuir problemas relacionados à essa questão.

f) IPI: Índice de Prioridade;

Com base nas respostas obtidas nas entrevistas realizadas na empresa Alfa, esta regra será utilizada para estabelecer 3 tipos de níveis de clientes. Para este estudo, essa priorização foi classificada como: Nível 1, Nível 2 e Nível 3. A seguir serão apresentados os critérios para cada tipo dessa priorização e como os mesmos serão tratados:

- Nível 1: Essa classificação será relacionada à todos os clientes que possuem média de pedidos anuais maiores que R\$ 2.000.000,00 e será o nível de cliente com maior prioridade;
- Nível 2: Essa classificação será relacionada à todos os clientes que possuem média de pedidos anuais entre R\$ 500.000,00 e R\$ 1.999.999,00 e será o nível de cliente com prioridade intermediária;
- Nível 3: Essa classificação será relacionada à todos os clientes novos, ou que possuem média de pedidos anuais abaixo de R\$ 500.000,00 e será o nível de clientes com menores prioridades.

Essa regra servirá para priorizar os clientes da empresa depois que um produto obter a liberação do local de entrega. Após a liberação de cada produto, o mesmo entrará em uma fila de espera de 5 dias úteis (período definido através de reuniões realizada pelo pesquisador juntamente com os participantes da empresa Alfa), independente da classificação do cliente. Neste período ocorrerá o sequenciamento com base nos níveis de cada cliente, conforme no exemplo a seguir:

- Se o produto de um cliente classificado como Nível 2 obter a liberação do local de entrega, o mesmo entrará em uma fila de espera determinado em 5 dias úteis. Se dentro deste período de fila de espera, outro produto de um cliente classificado como Nível 1 também obter a liberação do local de entrega, o produto do cliente classificado como Nível 1 terá o início de fabricação primeiro do que o cliente classificado como Nível 2.

g) ICR: Índice Crítico

Essa regra não será utilizada porque não é o foco do trabalho diminuir atrasos com entrega dos produtos além da empresa Alfa não possuir problemas relacionados à essa questão.

h) LS/IFO: Índice de Folga

Essa regra não será utilizada porque a mesma realiza o sequenciamento da produção em ordem crescente de  $((\text{Data de entrega} - \Sigma \text{tempo de processamento restante}) / \text{número de operações restante})$  em busca de eliminar possíveis atrasos de produção, porém, essa regra poderá impactar no sequenciamento que visará junção de cargas.

i) IFA: Índice de Falta

Essa regra não será utilizada porque normalmente a mesma é aplicada para produção em massa em ambiente *make to stock*, onde existem estoque de produtos acabados e a empresa Alfa trabalha com ambiente sob encomenda, sem estoque de produtos acabados.

Portanto, com base na análise de cada regra de sequenciamento citada na teoria e também no conhecimento dos critérios de sequenciamento necessários para atender a situação atual da empresa Alfa, a única regra que será utilizada para o modelo proposto nesta pesquisa será o IPI, onde a priorização será relacionada ao volume de pedidos de cada cliente.

#### 4.2.2.3 Método de roteirização (Clarke e Wright)

Essa etapa tem como objetivo identificar através do método de roteirização, a possibilidade de junção de cargas, ou seja, quando as junções de produtos forem possíveis por estarem dentro das dimensões ou peso limite para cada transporte, será analisado se o custo utilizado para entregar os produtos em uma única carga é menor do que se forem entregues separadamente.

Este método apresenta 2 funções, sendo uma para entregas separadas e outra para roteiro combinado (junção de cargas), onde a função que apresentar menor distância percorrida é a que será seguida, conforme exemplo à seguir:

- O cliente A compra um produto com dimensões ou peso abaixo do limite de transporte. Posteriormente o cliente B também compra um produto com dimensões ou peso que possibilite a junção de carga com o produto do cliente A. Para esse caso, será avaliado através das funções apresentadas no método de roteirização estudado nesta pesquisa, se a distância percorrida para entregar os dois produtos será menor quando utilizarmos entregas separadas ou roteiro combinado.

A utilização do roteiro combinado só será válida se essa função apresentar menor distância utilizada para entregar os produtos do que a entrega separada, caso contrário, os produtos serão novamente analisados com os próximos pedidos. Isso se repetirá somente enquanto a somatória do período utilizado para a fabricação com o período utilizado para a entrega do produto não ultrapassar a data definida para entregar o produto no local solicitado pelo cliente. Quando a utilização do roteiro combinado for válida, o produto terá nova prioridade sobre o sequenciamento inicial com produtos de mesmo nível.

Exemplo: Se produtos de clientes Nível 1 entrarem no sequenciamento inicial juntos, o produto que apresentar possibilidade de junção de cargas terá seu início de fabricação realizado primeiro. Essa priorização buscará minimizar as chances de atraso na entrega, pois um dos produtos que será entregue nessa junção estará em produção ou já estará finalizado, aguardando apenas a entrega.

Se os produtos que obterem a possibilidade de junção de cargas forem obterem a liberação do local de entrega juntos, o cliente com maior nível é quem será responsável pela priorização do sequenciamento inicial.

Exemplo: Se um produto de um cliente Nível 2 obter a liberação da base de entrega juntamente com um produto de um cliente Nível 1 e existir a possibilidade de junção de carga

desses dois clientes, a priorização sobre o sequenciamento inicial será realizada com base no cliente Nível 1.

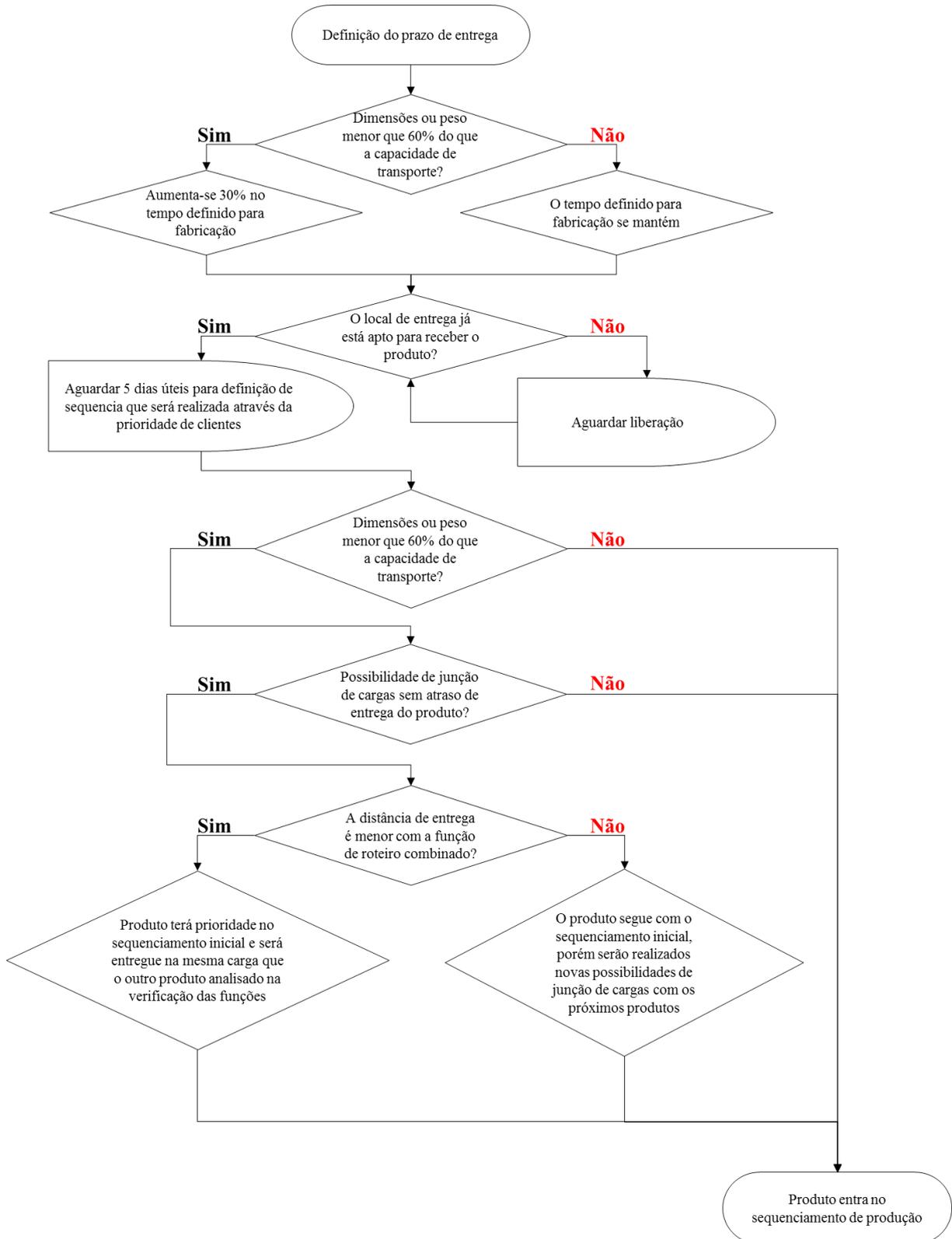
### **4.2.3 Modelo proposto**

Nesta etapa será apresentado um resumo do modelo de sequenciamento de pedidos integrado com a roteirização de cargas elaborado nesta pesquisa. Conforme apresentado na figura 8, esse modelo apresenta todas as etapas definidas para possibilitar a integração do sequenciamento de pedidos com a roteirização de cargas.

As principais etapas do sequenciamento de pedidos proposto são:

- Etapa 1: Primeiramente será realizado um estudo do prazo para a fabricação de cada produto, conforme condições apresentadas na subseção 4.2.2.1;
- Etapa 2: Nesta etapa acontecerá o sequenciamento inicial, sendo o mesmo de acordo com o detalhamento da regra de prioridade definida pela empresa, conforme apresentada no item (f) da subseção 4.2.2.2;
- Etapa 3: Posteriormente ao sequenciamento inicial, todos os produtos que possuírem dimensões ou peso abaixo do limite máximo para transporte, serão avaliados através das funções do método de roteirização, para verificação de como será entregue cada produto, conforme procedimento apresentado na subseção 4.2.2.3.

Figura 8 - Fluxograma dos procedimentos de sequenciamento de pedidos propostos para empresa do estudo



Fonte: Próprio Autor.

#### 4.2.4 Verificação do modelo proposto

Nesta etapa será verificado a dinâmica do modelo proposto considerando dados de produtos que já foram entregues aos clientes.

O quadro 2 apresenta os produtos que começaram a ser fabricados no mês de Setembro de 2018 na empresa Alfa, o peso e dimensões de cada produto, a data de finalização da produção, a data limite para a entrega de cada produto, o local de entrega, o tipo de entrega utilizado sendo RC (Roteiro Combinado) ou ES (Entrega Separada) e também o número do frete em que o produto foi transportado.

Quadro 2 – Produção da empresa Alfa no mês de setembro de 2018

PEDIDO	DIMENSÕES	PESO (Kg)	INICIO PROD.	FIM PROD.	LIMITE ENTREGA	LOCAL DE ENTREGA	DATA ENTREGA	TIPO ENTREGA	Nº FRETE
7211-5	Ø3,20 X 5,60m	1.991	3-set	13-set	26-set	SÃO PAULO - SP	20-set	RC	502-18
7211-6	Ø3,20 X 5,60m	1.991	3-set	14-set	26-set	SÃO PAULO - SP	20-set	RC	502-18
7211-7	Ø3,20 X 5,60m	1.991	3-set	13-set	26-set	SÃO PAULO - SP	20-set	RC	502-18
7211-8	Ø3,20 X 5,60m	1.991	4-set	14-set	26-set	SÃO PAULO - SP	22-set	RC	503-18
7211-9	Ø3,20 X 5,60m	1.991	4-set	14-set	26-set	SÃO PAULO - SP	22-set	RC	503-18
7211-10	Ø3,20 X 5,60m	1.991	4-set	14-set	26-set	SÃO PAULO - SP	22-set	RC	503-18
7215-1	Ø3,18 X 26,00m	15.940	4-set	17-set	10-out	SALVADOR - BA	2-out	RC	506-18 507-18
7215-2	Ø3,18 X 26,00m	15.940	5-set	18-set	10-out	SALVADOR - BA	2-out	RC	507-18 508-18
7215-3	Ø3,18 X 26,00m	15.940	10-set	20-set	10-out	SALVADOR - BA	2-out	RC	508-18 509-18
7198-3	Ø2,07 X 12,00m	2.281	11-set	2-out	15-out	GUARULHOS - SP	9-out	ES	517-18
7198-4	Ø2,07 X 12,00m	2.281	11-set	4-out	15-out	GUARULHOS - SP	9-out	ES	518-18
7198-5	Ø2,07 X 12,00m	2.281	12-set	4-out	15-out	GUARULHOS - SP	9-out	ES	519-18
7223-1	Ø3,50 X 28,30m	18.082	18-set	28-set	10-out	SÃO GONÇALO - RJ	5-out	RC	511-18 512-18
7223-2	Ø3,50 X 28,30m	18.082	19-set	1-out	10-out	SÃO GONÇALO - RJ	6-out	RC	512-18 513-18
7223-3	Ø3,50 X 28,30m	18.082	20-set	1-out	10-out	SÃO GONÇALO - RJ	6-out	RC	513-18 514-18
7226	Ø1,50 X 3,00m	970	12-set	15-set	27-set	PRAIA GRANDE - SP	25-set	RC	504-18
7250	Ø3,20 X 9,00m	2.544	14-set	21-set	10-out	TAQUARIVAI - SP	25-set	RC	504-18
7261	Ø3,20 X 12,60m	3.586	14-set	24-set	5-out	OCAUÇU - SP	27-set	ES	505-18
7252	Ø2,54 X 10,00m	2.126	12-set	27-set	10-out	ALUMÍNIO - SP	9-out	RC	516-18
7209	Ø2,23 X 10,30m	1.957	13-set	21-set	18-out	SOROCABA - SP	4-out	ES	510-18
7249	Ø3,20 X 6,00m	1.670	21-set	10-out	19-out	MONTE ALTO - SP	16-out	ES	522-18
7126	Ø2,55 X 7,00m	1.899	24-set	3-out	21-out	STA BÁRBARA D'OESTE - SP	10-out	RC	519-18
7009-1	Ø3,50 X 22,00m	13.255	25-set	8-out	22-out	ITAPEVI - SP	16-out	ES	523-18
7009-2	Ø3,00 X 3,50m	2.306	25-set	5-out	22-out	ITAPEVI - SP	9-out	RC	516-18
7258	Ø 1,91 x 5,90m	709	26-set	4-out	18-out	AMERICANA - SP	9-out	RC	516-18
7204-1	Ø3,51 X 15,60m	5.626	27-set	11-out	26-out	JATAÍ - GO	22-out	ES	524-18
7204-2	Ø3,51 X 15,60m	5.626	27-set	15-out	26-out	JATAÍ - GO	22-out	ES	525-18
7204-3	Ø3,51 X 15,60m	5.626	27-set	17-out	26-out	JATAÍ - GO	22-out	ES	526-18
7222	Ø3,20 X 7,50m	2.034	27-set	11-out	25-out	TRÊS RIOS - RJ	23-out	ES	521-18
7121	Ø3,30 X 11,85m	5.825	28-set	8-out	23-out	VOLTA REDONDA - RJ	15-out	ES	515-18
7259	Ø2,54 X 11,36m	4.960	29-set	8-out	22-out	JUIZ DE FORA - MG	18-out	ES	520-18

Fonte: Próprio autor baseado em dados da empresa Alfa.

Nota-se que a empresa já utiliza algumas entregas considerando roteiro combinado, porém pode-se observar que alguns pedidos com dimensões e pesos que possibilitam a junção de cargas foram entregues separadamente por falta de um planejamento inicial.

A seguir será apresentado uma simulação sobre os pedidos 7222 e 7121 apresentados no Quadro 2, em que as dimensões e pesos apresentados possibilitam esses dois pedidos serem entregues através de roteiro combinado e foram entregues separadamente.

Abaixo será apresentada a comparação das funções de roteirização apresentadas por Clarke e Wright estudadas neste trabalhos utilizando os dados dos pedidos 7222 e 7121:

- Roteiro Combinado

Distância entre cliente do pedido 7222 e empresa Alfa: 690 quilômetros;

Distância entre os clientes dos pedidos 7222 e 7121: 120 quilômetros;

Distância entre cliente do pedido 7121 e empresa Alfa: 780 quilômetros.

Somatória de distâncias:  $690 + 120 + 780 = 1.590$  quilômetros

- Entrega separada

Distância entre cliente do pedido 7222 e empresa Alfa: 690 quilômetros;

Distância percorrida:  $690 \times 2$ (ida e volta) = 1.380 quilômetros

Distância entre cliente do pedido 7121 e empresa Alfa = 780 quilômetros.

Distância percorrida:  $780 \times 2$ (ida e volta) = 1.560 quilômetros

Somatória de distâncias:  $1.380 + 1.560 = 2.940$  quilômetros

Nota-se que neste caso, com a utilização do roteiro combinado a empresa Alfa economizaria 1.350 quilômetros rodados para efetuar a entrega dos pedidos.

Para que essa junção pudesse ser feita, a questão da data limite para entrega e tempo de fabricação de cada produto também precisou ser analisada conforme apresentada a seguir:

- Pedido 7222

Data de início de fabricação = 27/09/2018

Data de fim de fabricação = 11/10/2018

Dias úteis trabalhados sobre produto = 11 dias

Data da entrega = 23/10/2018

Data limite de entrega = 25/10/2018

- Pedido 7121

Data de início de fabricação = 28/09/2018

Data de fim de fabricação = 08/10/2018

Dias úteis trabalhados = 7 dias

Data da entrega = 15/10/2018

Data limite de entrega = 23/10/2018

Observa-se que dias úteis para a empresa Alfa é considerado de segunda-feira à sexta-feira, ou seja, somente os dias da semana em que a produção dos pedidos está sendo realizada, feriados que caem neste período não é considerado como dia útil.

Neste caso de comparação de datas dos pedidos 7222 e 7121, a empresa Alfa poderia tomar duas decisões para também possibilitar a entrega utilizando o roteiro combinado.

A primeira opção seria programar o início de fabricação do pedido 7222 para o dia 24/09/2018. Esse adiantamento corresponderia à quatro dias úteis e está relacionado à diferença de tempo de fabricação entre os dois pedidos. Com isso os dois pedidos seriam finalizados no mesmo dia (08/10/2018) e possibilitaria a empresa Alfa utilizar o roteiro combinado, porque além das dimensões e peso dos pedidos possibilitarem essa junção, a data limite de entrega não seria ultrapassada. O menor limite de entrega está relacionado ao pedido 7121, que apresenta a data 23/10/2018 e para a empresa Alfa entregar os dois produtos, de acordo com seu histórico de entregas, a mesma precisaria de 6 dias úteis, ou seja, o último reservatório seria entregue no dia 17/10/2018.

A segunda opção seria o inverso da primeira. Ao invés de adiantar o início de fabricação do pedido 7222, a empresa Alfa também poderia ter postergado o início de fabricação do pedido 7121 para o dia 03/10/2018. Essa postergação corresponderia à quatro dias úteis e está relacionado à diferença de tempo de fabricação entre os dois pedidos. Com isso os dois pedidos também seriam finalizados no dia (11/10/2018) e possibilitaria a empresa Alfa utilizar o roteiro combinado, porque além das dimensões e peso dos pedidos possibilitarem essa junção, a data limite de entrega não seria ultrapassada. O menor limite de entrega está relacionado ao pedido 7121, onde apresenta a data 23/10/2018 e para a empresa Alfa entregar os dois produtos, de acordo seu com histórico de entregas, a mesma precisaria de 6 dias úteis, ou seja, o último reservatório seria entregue no dia 22/10/2018.

Conclui-se então que com a aplicação do modelo proposto sobre dados da empresa Alfa relacionado à produção de setembro de 2018, a utilização do mesmo pode trazer

resultados positivos ligados à otimização de custos com fretes de entrega dos pedidos. Sua aplicação no sequenciamento inicial da produção possibilita sempre que possível utilizar a junção de cargas, ou seja, a utilização do roteiro combinado e com isso otimizar custos com a entrega de produtos.

### **4.3 Relatório**

O presente trabalho buscou levantar um conhecimento teórico relacionado à Planejamento e Controle da Produção, sequenciamento de pedidos e logística voltada à roteirização de cargas para possível elaboração de um modelo de sequenciamento de pedidos integrado com a roteirização de cargas, buscando contribuir com empresas que trabalham com produção sob encomenda e realizam a entrega de seus produtos aos seus clientes.

Este relatório é fruto de mais de um ano de trabalho investigativo que foi dividido em três etapas, sendo: conhecimento da literatura, entrevistas com pessoas relacionadas às áreas envolvidas na pesquisa e visitas à fábrica para acompanhamento de cada setor envolvido.

É possível identificar-se que a Alfa possui um grande conhecimento no seu ramo de negócio, que é a fabricação de reservatórios metálicos, porém, mesmo com mais de 20 anos de mercado, a empresa ainda encontra dificuldades em sequenciar os pedidos visando junção de cargas.

Com a implantação do modelo proposto na empresa Alfa também espera-se outros resultados que não foram mencionados na aplicação apresentada, como descritos à seguir:

- Minimizar atrasos de entregas causadas pela junção de carga;
- Facilitar o sequenciamento dos pedidos;
- Eliminar possíveis horas extras por falta de um sequenciamento eficaz.

## 5 CONCLUSÕES

É notória a importância de um modelo de sequenciamento de pedidos integrado com a roteirização de carga, pois quanto maior a economia com os custos de entrega maior será o lucro da empresa sobre o produto, aumentando também a sua competitividade de mercado.

Para a elaboração desse modelo, as etapas “Dimensões ou peso menor que 60% do que a capacidade de transporte” e “Aumenta-se 30% no tempo definido para a fabricação” tiveram suas porcentagens definidas com base em históricos de produção da empresa Alfa, porém essas porcentagens poderão ser alteradas buscando o maior ponto de equilíbrio necessário para o melhor funcionamento do modelo proposto.

Para as outras empresas que trabalham com produção sob encomenda e também realizam a entrega de seus produtos, será necessário rever as regras de sequenciamento apresentadas nesta pesquisa que mais atende as características da empresa, podendo então esse modelo ser alterado para cada caso específico.

Vale lembrar que foi de extrema importância a abertura total e apoio que os diretores proporcionaram ao pesquisador, permitindo, por exemplo, ações como conversas com a gerência de cada setor envolvido e acompanhamento em cada setor da fábrica, o que possibilitou um entendimento ainda maior sobre a empresa Alfa. Facilidades como esta é o que fazem o diferencial nos estudos acadêmicos, pois, apesar de todo levantamento teórico, seria impossível elaboração do modelo sem esse conhecimento prático.

A empresa Alfa se mostrou aberta para a possibilidade de estudos futuros, permitindo acesso também a novos levantamentos de outros pesquisadores. Neste sentido, é possível sugerir propostas de trabalho como a implantação do modelo proposto nesta pesquisa com a análise dos dados obtidos.

Pela complexidade do modelo, é indicado que a empresa que for implantá-lo consiga passar todo o conceito apresentado no mesmo para um sistema de programação automática. Isso eliminará possibilidades de erros e agilizará o procedimento de sequenciamento dos pedidos.

Conclui-se então que o estudo pode auxiliar tanto a Alfa, como outras empresas que atuam com produção sob encomenda, que queiram implantar esse modelo visando minimizar os custos com a entrega de seus produtos.

## REFERÊNCIAS

- BERTAGLIA, Paulo Roberto. **Logística e gerenciamento da cadeia de abastecimento**. São Paulo: Saraiva, 2016.
- DIAS, Edmilson; OTANI, Nilo; BERTOLINI, Geysler Rogis Flor. Planejamento e controle da produção em uma indústria cerâmica do sul de Santa Catarina. **Revista de Ciências Empresariais da UNIPAR**, Umuarama, v. 15, n. 2, p. 171-186, 2014.
- EVANGELISTA, Armindo Aparecido; ALONSO JUNIOR, Nelson; BRAGA JUNIOR, Sergio; RAMOS, André Luiz. O impacto da eficiência do planejamento e controle de produção (PCP) como um fator de competitividade: um estudo de caso em uma empresa de médio porte. **Revista INGEPRO - Inovação, Gestão e Produção**, Brasil, v. 3, n. 7, p. 46-59, 2011.
- FAULIN, Javier; JUAN, Angel; LERA, Fernando; GRASMAN, Scott. Solving the Capacitated Vehicle Routing Problem with Environmental Criteria Based on Real Estimations in Road Transportation: A Case Study. In: 14th EWGT & 26th MEC & 1st RH. 2011. Spain. **Abstrac...** Procedia - Social and Behavioral Sciences, 2011. v.20. p. 323-334.
- FERRAES NETO, Francisco; KUEHNE JUNIOR, Maurício. Logística Empresarial. In: COLEÇÃO GESTÃO EMPRESARIAL, AFESBJ/FAE, **Anais...** Curitiba, 2002.
- GAITHER, Norman; FRAZIER, Greg. **Administração da Produção e Operações**. 8. ed. São Paulo: Pioneira, 2002. 598 p.
- GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4º ed. São Paulo: Atlas, 2002. 175 p.
- GRAVES, Stephen. **Manufacturing Planning and Control**. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology, 1999, p. 1-26.
- GUERRINI, Fábio Müller; BELHOT, Renato Vairo; AZZOLINI JÚNIOR, Walther. Planejamento e controle da produção. **Projeto e operação de sistemas**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.
- KNOLL, Dino; PRÜGLMEIER, Marco; REINHART, Gunther. Predicting Future Inbound Logistics Processes using Machine Learning. **Procedia CIRP**, v. 52. p. 145-150. 2016.
- KURLE, Denis; BLUME, Stefan; ZURAWSKI, Tobias; THIEDE, Sebastian. Simulative Assessment of Agent based Production Planning and Control Strategies. In: 49th CIRP Conference on Manufacturing Systems. 2016. Stuttgart. **Abstracts...** Science Direct, 2016. v. 57. p. 439-444.
- LIMA, Roberto Xavier de. **Logística da Distribuição de Materiais em Pavimentação Rodoviária: Uma Modelagem em Programação Matemática**. Fortaleza, 2003. 288 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes). UFC, Fortaleza, 2003.
- LUSTOSA, Leonardo; MESQUITA, Marcos Aurélio; QUELHAS, Osvaldo; OLIVEIRA, Rodrigo. **Planejamento e controle da produção**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008. 363 p.

MABERT, Vicente. The early road to material requirements planning. **Journal of Operations Management**, United States: Science Direct, v. 25. p. 346-356, 2007.

MACHLINE, Claude. Cinco décadas de logística empresarial e administração da cadeia de suprimentos no Brasil. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 51, n. 3, p. 227-231, 2011.

MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. **Produção**, v. 17, n. 1, p.216-229, abr. 2007.

MONKS, Joseph. **Administração da Produção**. São Paulo: McGraw-Hill, 1987. 299 p.

NEVES, Marcos Fava. **Um Modelo para Planejamento de Canais de Distribuição no Setor de Alimentos**. 1999. 297 p. Tese (Doutorado em Administração). USP, São Paulo, 1999.

NOVAES, Antonio Galvão. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007. 400 p.

NUNES, Fernando Ribeiro de Melo; PAULA Oscar Luiz França de; SILVA, Alexsandro Amarante. Programação da produção-sob-encomenda utilizando PERT-COM. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 17, 1997, Salvador. **Anais...** Salvador: ENEGEP, 1997. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1997\\_T1310.PDF](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1997_T1310.PDF)> Acesso em: 10 janeiro, 2017.

PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre Reis. **Administração da produção**. Curitiba: Unicenp, 2007. 748 p.

QUEZADO, Paulo Cesar Augustus Mendes; CARDOSO, Carlos Roberto de Oliveira; TUBINO, Dálvio Ferrari. Programação e Controle da Produção sob Encomenda utilizando PERT/CPM e Heurísticas. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 19, 1999, Salvador. **Anais...** Salvador: ENEGEP, 1999. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1999\\_A0381.PDF](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1999_A0381.PDF)> Acesso em: 05 fevereiro, 2017.

QUEZADO, Paulo Cesar Augustus Mendes. **Programação do fluxo produtivo de máquinas e equipamentos para moinhos sob encomenda utilizando PERT/CPM e heurísticas**. 1999. 133 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). UFSC, Santa Catarina, 1999.

RODRIGUES, Maurinice Daniela; INÁCIO, Raoni de Oliveira. Planejamento e Controle da Produção: Um estudo de caso em uma empresa metalúrgica. **Revista INGEPRO - Inovação, Gestão e Produção**, Brasil, v. 2, p. 72-80, 2010.

SILVA, Alan Ricardo; TEDESCO, Giovanna Megumi Ishida; YAMISHITA, Yaeko; GRANEMANN, Sérgio Ronaldo. Metodologia para Roteirização do Transporte Escolar Rural. 2007. In: CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, ANPET, 21. **Anais...** Rio de Janeiro, 2007.

SILVA, Allan Rodrigues. **Um método de análise de cenários para sequenciamento da produção usando lógica nebulosa**. 2005. 109 p. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação), UFSCAR, São Carlos. 2005.

SILVA, Carlos Alberto Vicente. **Redes de cooperação de micro e pequenas empresas: um estudo das atividades de logística no setor metalúrgico de Sertãozinho/SP**. 2004. 199 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), USP, São Carlos. 2004.

SILVA, Fabiano Della Libera. **Heurísticas de sequenciamento para retomada de pilhas de minério em pátios de estocagem**. 2013. 65p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção Mineral). UFRGS, Rio Grande do Sul, 2013.

SILVA, Edna Barbosa da; COSTA, Michele Gonçalves; SILVA, Marilda Fátima de Solza da; PEREIRA, Fabio Henrique. Avaliação de regras de sequenciamento da produção em ambientes Job shop e Flow shop por meio de simulação computacional. **Exacta**, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 70-81, 2012.

TOIGO, Rafael; VALLE FILHO, Adhemar M.; LAVRATTI, Fabio Beylouni. Sistema de Roteirização de Entregas. **HÍFEN**, Santa Catarina, v. 31, n. 59, 2007.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Planejamento e Controle da Produção: teoria e prática**. São Paulo: Atlas, 2007. 190 p.

THURER, Mattias; GODINHO FILHO, Moacir. Redução do lead time e entregas no prazo em pequenas e médias empresas que fabricam sob encomenda: a abordagem Worload Control (WLC) para o Planejamento e Controle da Produção (PCP). **Gestão e Produção [online]**, v. 19, n. 1, p. 43-58, 2012.

VAFERI, Mohammad; FALLAH, Mohammad Saied; TAYEBI, Amir Hossein. A Metaheuristic for the Containership Feeder Routing Problem with Port Choice Process. **The Asian Journal of Shipping and Logistics**. n. 34. p. 119-128, 2018.

YANG, Shun; ARNDT, Tobias; LANZA, Gisela. A flexible simulation support for production planning and control in small and medium enterprises. In: 9th International Conference on Digital Enterprise Technology. Karlsruhe, Germany. **Abstracts...** Science Direct, 2016. v. 56. p. 389-394, 2016.

YIN, Robert. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2001. 201 p.