UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE
DE RIBEIRÃO PRETO
DEPARTAMENTO DE ADMINISTRAÇÃO

WALTER LUIZ CONSTANTE GABRIEL

**Gerenciamento do tempo de espera:
um estudo de caso de tomada de decisões em ambiente de manufatura sob encomenda**

Orientador: Prof. Dr. Marcio Mattos Borges de Oliveira

RIBEIRÃO PRETO

2009

Prof^a. Dra. Sueli Vilela
Reitora da Universidade de São Paulo

Prof. Dr. Rudinei Toneto Júnior
Diretor da Faculdade de Economia, Administração

Prof. Dr. Marcio Mattos Borges de Oliveira
Chefe do Departamento de Administração

WALTER LUIZ CONSTANTE GABRIEL

**Gerenciamento do tempo de espera:
um estudo de caso de tomada de decisões em ambiente de manufatura sob encomenda**

Dissertação apresentada ao departamento de
Administração da Faculdade de Economia,
Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto
da Universidade de São Paulo para a obtenção
do título de Mestre em Administração de
Organizações

Área de concentração: Administração de
Operações

Orientador: Prof. Dr. Marcio Mattos Borges de
Oliveira

RIBEIRÃO PRETO

2009

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

GABRIEL, WALTER LUIZ CONSTANTE

Gerenciamento do tempo de espera: um estudo de caso
de tomada de decisões em ambiente de manufatura sob encomenda
/ Walter Luiz Constante Gabriel FEARP/USP/2009 98 p.

Dissertação - Mestrado

Bibliografia

1.Administração de operações 2.Processos 3.Produção
I.Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade
da Universidade de São Paulo - USP

FOLHA DE APROVAÇÃO

Walter Luiz Constante Gabriel

Gerenciamento do tempo de espera:

um estudo de caso de tomada de decisões em ambiente de manufatura sob encomenda

Dissertação apresentada ao departamento de
Administração da Faculdade de Economia, Administração
e Contabilidade de Ribeirão Preto da Universidade de São
Paulo para a obtenção do título de Mestre em
Administração de Organizações

Área de concentração: Administração de Operações

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

DEDICATÓRIA

À minha esposa Adriana e minhas filhas Ana Luíza e Ana Laura que souberam compreender a atenção dividida durante a elaboração deste estudo.

Aos meus pais que me proporcionaram oportunidades.

Aos amigos e colegas que foram fontes de conforto e experiências.

Sobretudo a Deus que me deu a convivência com essas pessoas.

AGRADECIMENTOS

Ao meu amigo e orientador Marcio Mattos Borges de Oliveira que soube indicar opções nas encruzilhadas do caminho.

Aos executivos Marcelo Taparelli dos Santos, Rolf Ernst Ramminger e Maurício Moisés que apoiaram o desenvolvimento deste trabalho,

Aos colegas de trabalho, que compartilharam tempo, discussões e experiências,

À Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto.

“Não são os grandes planos que dão certo; são os pequenos detalhes”

Stephen Kanitz

"Só existe opção quando se tem informação. Ninguém pode dizer que é livre para tomar o sorvete que quiser se conhece apenas o sabor limão."

Gilberto Dimenstein

"No meio da confusão, encontre a simplicidade. A partir da discórdia, encontre a harmonia. No meio da dificuldade reside a oportunidade."

Albert Einstein

RESUMO

GABRIEL, W. L. C. **Gerenciamento do tempo de espera: um estudo de caso de tomada de decisões em ambiente de manufatura sob encomenda. 98 f. Dissertação (Mestrado)** – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

Este estudo de caso realizado em indústria de equipamentos industriais sob encomenda pretende abordar aspectos relacionados à tomada de decisões sobre seqüenciamento da produção no nível do chão-de-fábrica. Por meio de observações e entrevistas com os agentes das programações de entrada de ordens nos centros de trabalho procurar-se-á mostrar como a empresa estudada realiza o controle e programação da produção e mostrar o ambiente para a aplicação de uma proposta de gerenciamento de tempo de fila. Será também apresentada uma revisão bibliográfica sobre as principais técnicas de gerenciamento de fluxo de materiais em processo nos diferentes sistemas de administração da produção.

Palavras-chave: Administração de operações; Processos de manufatura; *make-to-order* (MTO); Produção sob encomenda; Programação da produção; Seqüenciamento da produção.

ABSTRACT

GABRIEL, W. L. C. *Case study on decision making in a make-to-order manufacturing system*. 98 p. **Dissertação (Mestrado)** – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

This case study conducted in a make-to-order industry aims to address issues related to making decisions on the sequencing of the production level of the shop-floor. Through observations and interviews with officials of programming input orders at the job search will show how the company study the control and scheduling and show the environment for the implementation of a proposal for management of time queue. It will also be presented with a literature review on the main techniques for managing the flow of materials in the process of administration in the different systems of production.

Keywords: Operation management; Manufacturing processes; Make-to-order production; Planning; Scheduling.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Principais causas por trás da recente revalorização da manufatura.....	16
Figura 2 – Diagrama do fluxo de informações em um sistema de manufatura.....	30
Figura 3 – Esquema de surgimento do MRP II.....	34
Figura 4 – Exemplo de demanda independente e dependente.....	35
Figura 5 – Inter-relações entre os módulos principais de um sistema MRP II típico.....	36
Figura 6 – Características básicas dos sistemas produtivos.....	38
Figura 7 – Tempos de processamento necessários.....	43
Figura 8 – Prazos, atividades e objetivos para a tomada de decisões.....	48
Figura 9 – As três categorias de perdas.....	49
Figura 10 – Configuração VAT das listas de materiais.....	61
Figura 11 – Estrutura de produtos simplificada de um turbo-redutor.....	64
Figura 12 – Exemplo de uma folha de roteiro de fabricação da empresa.....	66
Figura 13 – Painel de controle da produção da empresa.....	70
Figura 14 - Exemplo do relatório de itens disponíveis.....	71
Figura 15. Exemplo de relatório de horas paradas por recurso.....	79

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Resumo de três sistemas de administração da produção.....	32
Quadro 2. Comparação entre empresas MTS e MTO.....	38
Quadro 3 – Aspectos da produção sob encomenda.....	40
Quadro 4 – Regras de seqüenciamento usuais.....	41
Quadros 5a – 5e – Influência do seqüenciamento no tempo de espera.....	44
Quadro 6 – Ambiente de produção <i>job shop</i>	61
Quadro 7 – Característica de uma empresa tipo A.....	63
Quadros 8a – 8h - Exemplificação.....	73
Quadros 9a – 9d - Exemplificação.....	77

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS EM ORDEM ALFABÉTICA

CPM – *Critical Path Method*

EDD – *Earliest Due Date*

ERP – *Enterprise Resource Planning*

JIT – *Just in Time*

MRP – *Material Requirements Planning*

MRP II – *Manufacturing Resources Planning*

MTO – *Make-to-Order*

MTS – *Make-to-Stock*

OPT – *Optimized Production Technology*

PERT – *Program of Evaluation and Review Technique*

PCP – Planejamento e Controle da Produção ou PPCP – Planejamento, Programação e Controle da Produção

SAP – Sistema de Administração da Produção

TOC – *Theory of Constraints*

WIP – *Work-in-Process*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 O problema do estudo	18
1.2 Objetivos do estudo	20
1.3 Relevância do estudo	21
1.4 Delimitações do estudo	21
1.5 Estrutura do estudo	22
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	24
2.1 A administração da produção – Um pequeno histórico	24
2.1.1 Desenvolvimento da administração da produção	27
2.1.2 Os sistemas de planejamento e controle da produção	29
2.2 O MRP II na manufatura.....	32
2.2.1 Histórico do MRP II	33
2.2.2 MRP II	34
2.2.3 Características da produção sob encomenda.....	37
2.2.4 Seqüenciamento de operações	40
2.3 Fundamentos da tomada de decisões	45
2.3.1 A tomada de decisão nas empresas	46
2.3.2 A tomada de decisão no chão-de-fábrica	48
3. METODOLOGIA DE PESQUISA	51
3.1 Classificação dos tipos de pesquisa	51
3.2 A coleta dos dados	52
3.2.1 Tipos de dados	53
3.2.2 A análise de dados.....	54
3.3 Etapas da pesquisa.....	54
3.3.1 Levantamento bibliográfico	54
3.3.2 Definição da empresa objeto do estudo.....	55
3.3.3 Elaboração das entrevistas.....	55
3.3.4 Aplicação das entrevistas.....	57
3.3.5 Conclusões.....	57
3.3.6 Elaboração do relatório da pesquisa.....	57
3.4 Limitações da pesquisa	58
4. ESTUDO DE CASO	59
4.1 O caso objeto do estudo	59
4.1.1 A Empresa.....	59
4.1.1.1 Características da empresa.....	60
4.1.1.2 O sistema de planejamento e controle da produção da empresa	63
4.1.1.3 O seqüenciamento na empresa e a realidade do chão-de-fábrica	72
4.1.1.4 Um paralelo sobre gerenciamento de fila em uma empresa comercial – O caso da fila de pagamentos de boletos da C&A	81

5 CONCLUSÕES	85
5.1 Resultados.....	85
5.2 Conclusões.....	91
6 COMENTÁRIOS FINAIS	93
7 REFERÊNCIAS	95

1 INTRODUÇÃO

Com o aumento da importância da manufatura no universo das empresas fabricantes de bens duráveis, movido principalmente pela mudança no panorama mundial, onde a alta competitividade de mercado levou à busca de novas sistemáticas e novos processos para diferenciação, o gerenciamento eficaz da produção passou a ser fator de sobrevivência e desenvolvimento destas empresas.

Conforme Corrêa e Giansesi (1993) continua em curso um movimento de revalorização do papel da manufatura no atingimento de objetivos estratégicos da organização.

Figura 1. Principais causas por trás da recente revalorização da manufatura
Fonte: Corrêa e Giansesi (1993)

Apesar dos diversos sistemas de gerenciamento da produção criados e desenvolvidos, Corrêa e Giansesi (1993) indicam que um sistema adequado não é suficiente por si só para garantir o sucesso competitivo de uma organização, porém a existência e utilização de um sistema é condição necessária para uma organização obter sucesso.

Como um sistema depende da interação de pessoas, equipamentos e instalações, Corrêa e Giansesi (1993) alertam que os tomadores de decisão da organização necessitam conhecer as implicações da escolha e operação do sistema de gerenciamento da produção nos diferentes níveis da organização. Entretanto, é no nível de chão-de-fábrica que a dinâmica dos acontecimentos do cotidiano mais são sentidos.

Algumas das mais revolucionárias técnicas de gerenciamento de produção surgiram no nível de chão-de-fábrica, como o *just in time* (*kanban*) e a teoria das restrições.

É neste nível operacional onde ocorrem as atividades de estratégias de curto prazo que visam produzir e entregar os pedidos dentro da programação definida.

Balas, Simonetti e Vazacopoulos (2008) consideram a programação como uma das mais importantes atividades nos diferentes ambientes de manufatura pois uma eficiente alocação de recursos no tempo podem levar as organizações a maximizar a utilização destes recursos, melhorar a produtividade e reduzir custos. Por causa disso, o interesse em programação tem crescido consideravelmente nos últimos anos.

Diversos autores têm se dedicado a encontrar a melhor solução para a programação nos diversos ambientes de manufatura. Especificamente no ambiente de manufatura sob encomenda (*make-to-order* – MTO) temos Lee, Kang e Park (1996) que apresentam um novo modelo de seqüenciamento; Choi et al (1997) que desenvolvem um algoritmo heurístico para liberação de pedidos; Newman e Maffei (1999) que apontam simulações e considerações sobre flexibilidade no roteiro de fabricação; Yeh (2000) que mostra um sistema de programação de capacidade finita orientada à tarefa; Gonçalves, Mendes e Resende (2002) que propõem um algoritmo considerando as restrições anteriores que minimiza o tempo necessário de *makespan*; Barros e Moccasin (2003) que apresentam um algoritmo para analisar possíveis mudanças de gargalos em um sistema; Haskose, Kingsman e Worthington (2004) que demonstram um modelo e um algoritmo para soluções de rede de filas; Yeh (2005) apresenta modelo de código de cores para seqüenciamento; Song, Hicks e Earl (2006)

desenvolvem um método que acelera o processamento computacional para buscar soluções de programação da produção; Martinez-Olvera (2007) que mostra um modelo de execução de atividade de manufatura em ambiente MTO; Balas, Simonetti e Vazacopoulos (2008) que apontam uma adaptação do modelo *Shifting Bottleneck Procedure* (SBP); Shabtay e Steiner (2008) que propõem modelo de atribuição de data de entrega; Betrand e Van Ooijen (2008) que demonstram modelos matemáticos de efeitos da liberação de ordens de produção; Ebadian et al (2008) que propõem o modelo *Hierarchical Production Planning* (HPP) citando alguns pesquisadores.

Contudo, muitos autores utilizam premissas ideais para embasamento de suas teorias que na prática acabam sendo pouco interessantes para utilização nas indústrias.

Booney (2000) aponta que freqüentemente há uma lacuna entre a teoria e a prática do PCP pois enquanto os acadêmicos tentam aumentar o conhecimento sobre os sistemas de PCP analisando seus fatores de influência, os práticos tentam obter resultados úteis de uma mistura de softwares caseiros e sistemas manuais.

A especificidade de cada empresa, cada mercado onde está inserida e seus produtos abrem um enorme campo de estudo dirigido à busca de soluções de programação e seqüenciamento mais particulares, mais customizadas.

1.1 O problema do estudo

A crescente competitividade do mercado trouxe às empresas uma oportunidade de diferenciação por meio de inovações no setor de fabricação, tanto no uso de novas tecnologias em equipamentos como em novas sistemáticas de operações e logística. O uso inteligente dos recursos fabris tornou-se um grande diferencial competitivo principalmente em mercados nos quais o produto teve sua tecnologia conhecida e difundida a qualquer empreendedor que queira fabricá-lo. Dessa forma, quando as estratégias de marketing esgotam antigos

argumentos de venda, os fabricantes precisam trazer inovações de todos os setores e a fábrica, quase sempre relegada a um papel básico de produzir o que se vendeu, torna-se um grande laboratório de práticas gerenciais diferenciadas com grande ênfase na administração da produção. A programação, o planejamento e o controle de produção (PCP) passam a ser atividades cada vez mais importantes nos resultados das indústrias e diferenciais perante a concorrência. Fernandes e Santoro (2005) realizaram interessante pesquisa sobre o grau de importância que a função PCP têm em 10 importantes empresas industriais brasileiras e demonstraram que quanto maior o grau de prioridade dado à função na empresa, maior o volume de recursos alocados.

O adequado fluxo de materiais em uma empresa de sistema de manufatura *Make-to-order* – MTO (feita sob pedido) ou *Engineering-to-order* - ETO (projetada sob pedido) é um fator de suma importância para o desempenho fabril. Contudo, as atividades da fabricação dificilmente ocorrem conforme o planejamento e a programação dos recursos. Constantes ocorrências não desejadas trazem incertezas que demandam um esforço de atenção e imediatas respostas pelos agentes de controle da produção. São exemplos disso as manutenções, problemas de fornecimento, absenteísmo, falta de energia elétrica e diversos outros fatores.

Qualquer anormalidade que tenha como consequência a diminuição ou retenção do fluxo de materiais em processo pela fábrica, irá causar um fenômeno conhecido como “gargalo”, numa referência direta à parte da garrafa imediatamente anterior à boca, e que limita a saída do líquido contido em seu interior.

As respostas dos agentes de controle de produção a esses acontecimentos costumam ter caráter contingencial e nem sempre se mostram as mais corretas.

As decisões destes agentes atuantes no nível operacional costumam ter caráter imediatista devidos às pressões da dinâmica de um ambiente MTO.

A constante chegada e saída de peças, com ocasionais acúmulos em centros de trabalho, causam uma flutuação na posição de gargalos.

Uma vez que a flutuação dos gargalos na manufatura representa a condição típica da situação da tomada de decisão no chão-de-fábrica, a questão a ser respondida é:

O tempo de espera para início do processamento dos materiais pode servir de base para que ações pré-definidas sejam tomadas?

1.2 Objetivos do estudo

O objetivo geral desta pesquisa é prover um processo de tomada de decisão em ambientes fabris sob encomenda, onde a posição do gargalo tenha notável flutuação em curto intervalo de tempo.

A existência de inúmeras dependências nas operações de manufatura e a variabilidade dos processos de fabricação são fatores que contribuem para a flutuação do gargalo.

Segundo Cox III e Spencer (2002), a *Theory of Constraints* (TOC) diz que a flutuação do gargalo é o resultado de problemas de sincronização e não um problema de caráter temporal, e propõe desbalancear as capacidades, de modo que um dos centros de trabalho seja previsivelmente o gargalo, e depois protegê-lo com pulmões, nome dado aos itens que são disponibilizados em frente aos recursos como uma reserva. Ninguém pode resolver situações em que a restrição flutua de um ponto a outro aparentemente ao acaso. Nos casos de gargalos flutuantes, existirá uma situação caótica na produção (Noreen; Smith; Mackey, 1996). Portanto, para que isso não ocorra, a TOC estipula alguns recursos para serem tratados como restrição. Normalmente prefere-se eleger os recursos de maior criticidade para aumento rápido de capacidade e/ou aquele(s) recurso(s) que traz(em) um diferencial competitivo para a empresa.

Dessa forma, questiona-se como deveria ser sincronizada a produção e como problemas de má sincronização podem ser resolvidos sistematicamente no chão de fábrica.

1.3 Relevância do estudo

Considerando que as diversas formas de administração da produção e seus respectivos sistemas de se programar as entradas em manufatura não são capazes de evitar as ocorrências de desbalanceamento do fluxo produtivo, as decisões no nível operacional tomadas pelos agentes de programação e controle de produção assumem maior importância para o resultado da fábrica.

Uma vez que as decisões de chão de fábrica são tomadas com base de experiência, de intuição, por necessidade de definição, por pressão do tempo etc., um mecanismo de decisão disponível aos agentes de programação e controle de produção é proposto para facilitar o fluxo de material através dos recursos fabris.

Espera-se com isso proporcionar ao leitor um panorama real das situações experimentadas num ambiente de manufatura, de modo que se possa agregar descobertas aos estudos organizacionais, principalmente no âmbito dos processos decisórios.

1.4 Delimitações do estudo

O trabalho apresentado possui limites de abrangência devido ao escopo muito específico do estudo de caso. As delimitações dignas de comentário são as seguintes:

a) O estudo não busca indicar soluções para o problema do surgimento dos gargalos flutuantes mas propor as alternativas para a situação já instalada. Como dito anteriormente, o ambiente de incertezas da manufatura faz com que a flutuação do fluxo de material para

processamento seja descontínuo causando excesso de demanda em diferentes postos de trabalho da indústria.

As causas de flutuação do fluxo ou de desbalanceamento da linha produtiva são estudadas por vários autores, entretanto, é a Teoria das Restrições proposta por Goldratt que traz um maior foco no tema.

b) A configuração do sistema de produção adotado na manufatura é fator preponderante para a dimensão dos problemas de controle de produção, sequenciamento e reprogramação.

O presente trabalho é limitado por um sistema de produção sob encomenda, mas que é comumente encontrado em diversas empresas de manufatura.

1.5 Estrutura do estudo

Este trabalho foi dividido em sete capítulos, que foram dispostos de modo a conduzir o leitor interessado a compor um embasamento de conhecimentos e aprofundar gradativamente no tema principal.

O primeiro capítulo trata de apresentar o objetivo do estudo e justificar a escolha do tema.

O segundo capítulo traz uma revisão bibliográfica da administração da produção, apresenta alguns sistemas de administração da produção (SAP) mais usuais mas dá ênfase no *Materials Requirements Planning* (MRP I) e *Manufacturing Resources Planning* (MRP II) por ser o SAP que é a base da programação da empresa objeto de estudo. Ainda neste capítulo, abordam-se tópicos relacionados à tomada de decisões para permitir ao leitor um breve panorama do ambiente psicológico de chão-de-fábrica onde os agentes de PCP convivem diariamente com decisões.

O terceiro capítulo cita alguns fundamentos da Metodologia de Pesquisa e descreve as diversas etapas da pesquisa.

O quarto capítulo traz a descrição do estudo de caso com dados e informações da empresa estudada.

No quinto capítulo são mostrados os resultados e conclusões obtidos das entrevistas realizadas.

O sexto capítulo comenta resumidamente o trabalho completo e dá sugestões para novos trabalhos.

Finalmente,o sétimo capítulo contém a relação do material pesquisado.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A administração da produção – Um pequeno histórico

Relatos históricos desde a antiguidade até fins da idade média indicam que sempre existiram homens tentando melhorar o modo de produção de seu tempo. A pedra lascada, a roda, ferramentas e armas, as pirâmides do Egito, o Parthenon na Grécia, o Coliseu de Roma, a Grande Muralha da China e outras obras humanas são exemplos dessa afirmação.

Segue cronologia adaptada de Escorsim e Kovalesski (2005):

1776 - Com a invenção da máquina a vapor por James Watt, que significou a substituição da força humana, animal e da água pela força mecânica, é que nasce a base da revolução industrial.

1785 - A revolução industrial e seu sistema fabril surgem após a invenção do primeiro tear mecânico em 1785 por Cartwright.

Século XX

Nasce a engenharia industrial e é criado o torno que permitiu a criação de outras máquinas. Surgem os métodos de produção que são desenvolvidos com Ford e Taylor. As condições de trabalho também são aperfeiçoadas.

1909 – Henry Ford (1863-1947) – Foi o criador da produção em larga escala com o desenvolvimento da linha de montagem do automóvel Modelo T.

1911 – Frederick Winslow Taylor (1856-1917) – Taylor iniciou estudos de racionalização do trabalho, estudando de modo científico os tempos e movimentos dos operários resultando em tempo-padrão de operações e requisitos físicos para cada função. Foi o criador da Administração Científica.

1911 – Frank e Lilian Gilbert (1868-1924) - O engenheiro Frank Gilbert, discípulo de Taylor, e sua esposa e psicóloga Lillian aperfeiçoaram o estudo dos tempos e movimentos reduzindo a fadiga de operações manuais dos trabalhadores.

1916 – Henry Fayol (1841-1925) – Fayol definiu 4 funções básicas do gerente: planejar, organizar, dirigir e controlar.

1917 – Henry Laurence Gantt (1861-1919) – Outro contemporâneo e colega de Taylor, compartilhou com este vários estudos. Contratado pelo governo norte-americano como consultor na construção de navios e armamentos para a primeira guerra mundial, Gantt desenvolveu a base das técnicas de planejamento e controle da produção atuais. Criou o Gráfico de Gantt que permitia uma visão eficiente das atividades, prazos, custos e objetivos de um projeto.

1927 – George Elton Mayo (1880-1949) – Realizou estudos sobre os efeitos das condições físicas dos trabalhadores na produtividade que originaram o movimento das Relações Humanas. O comportamento humano e as motivações dos trabalhadores passaram a ter grande importância a partir de suas conclusões.

1940 – Pesquisa Operacional - Surge o computador eletrônico que traz velocidade no desenvolvimento da tecnologia e de sistemas de produção. A segunda guerra mundial gera demanda de produtos e desafia o homem ao aumento de produtividade trazendo o movimento da Pesquisa Operacional.

1951 – Edward Willian Deming (1900-1993) – Contratado pelos japoneses como consultor industrial, criou e aperfeiçoou conceitos de administração baseados em qualidade que transformaram a indústria japonesa tornando-a sinônimo de produtividade e qualidade. Deming elaborou 14 diretrizes que nortearam os industriais japoneses para uma nova era.

1954 – Joseph Moses Juran (1904-2008) – Outro filósofo da qualidade, também influenciou a indústria japonesa para conceitos de gerenciamento da qualidade que considerava mais o lado humano do que uso de testes rigorosos e especificações técnicas.

1957/1958 – PERT/CPM – Utilizando conceitos lógicos e matemáticos, empresas privadas criam o *Critical Path Method* (CPM), ou método do caminho crítico, com a finalidade de desenvolver uma nova técnica de planejamento e controle da produção.

O governo norte-americano desenvolve o *Program of Evaluation and Review Technique* (PERT), ou técnica de avaliação e controle de programas, para a construção dos submarinos nucleares *Polaris* visando planejar e controlar o projeto reduzindo custos e cumprindo as metas previstas.

Em razão da similaridade entre as duas técnicas, elas foram unidas em uma única conhecida como PERT/CPM.

1970-1974 – O choque do Petróleo – Com o surgimento de uma crise de energia sem precedentes e escassez de diversas matérias-primas, a indústria precisava repensar seus sistemas de planejamento e controle da produção. Neste período, a indústria japonesa consolidou sua ascensão desenvolvendo o sistema *Just-in-time* (JIT) e do *Total Quality Control* (TQC), ou controle da qualidade total com os conceitos plantados há anos por Deming e Juran, dois expoentes da qualidade.

1981-1990 – A era da Qualidade – As novas técnicas de administração da produção dos japoneses passaram a predominar e o mundo ocidental em crise de mercado foi buscar no Círculos de Controle de Qualidade (CCQ), Controle Estatístico de Processo (CEP), *Just-in-time*, *Kanban* (técnica de puxar a produção), Controle de Qualidade Total, Defeito Zero (DZ) e *Kaizen* (melhoramento contínuo), as soluções para aumento de qualidade e produtividade de sua indústria.

1991-2000 – Reengenharia – Em 1994, Michel Hammer, professor do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), conceituada universidade norte-americana, criou esta técnica onde propunha grandes alterações nos organogramas das empresas, diminuindo os níveis hierárquicos, criando uma estrutura por processos e visando fazer mais com menos para obter vantagens competitivas.

Século XXI – A era do conhecimento

A base passou a ser a velocidade. As atividades básicas da produção passaram a ser controladas com ferramentas digitais. As empresas agora necessitam ter acesso instantâneo às informações para se anteciparem à concorrência no lançamento de novos produtos.

2.1.1 Desenvolvimento da administração da produção

Corrêa e Corrêa (2004) indicam que as primeiras atividades a influenciarem de fato a área de administração da produção como é conhecida nos dias atuais, são de 1776, com a publicação do clássico “A riqueza das nações” de Adam Smith e ainda no mesmo ano, a apresentação da “máquina a vapor” de James Watt, que é associada ao início da Revolução Industrial.

Diversas áreas do conhecimento humano foram contribuindo ao longo do tempo para tornar a administração da produção a área multidisciplinar de nossos dias.

Corrêa e Corrêa (2004) identificam 8 blocos de desenvolvimento que se conectam e se correlacionam num encadeamento lógico de influências na área de administração da produção:

- Gestão de projetos – Foi o primeiro a se desenvolver e que pouco alterou sua forma de gestão no período contemplado.
- *American System of Manufacturing* – Esse período marcou a transição do modelo artesanal e de pequena escala para um modelo fabril de larga escala com conteúdo tecnológico nos produtos sendo estes feitos por máquinas e com conceito de intercambiabilidade. Pensadores como Adam Smith, engenheiros e empresários práticos como Eli Whitney, Samuel Colt e outras mentes brilhantes foram alguns dos principais atores do período.

- Produção em massa – Frederick Taylor, no início do século XX com sua administração científica, trouxe a lógica de pensar de modo sistemático criando as bases para a produção em massa. Henry Ford com sua linha de montagem de automóveis tornou-se o grande símbolo dessa produção em massa e do predomínio americano na área da administração da produção por grande período do século XX. A indústria automobilística americana tornou-se o setor industrial mais influente em termos de administração da produção e de sua evolução.

- *Management Science* – Com influência da lógica da administração científica de Taylor, houve neste período um forte desenvolvimento de modelagens estatísticas e matemáticas da administração da produção que resultaram na área de pesquisa operacional.

- Enfoque social – Os cientistas sociais das áreas de psicologia e sociologia contribuíram com abordagens que amainaram o enfoque extremamente técnico dado por Taylor na administração da produção.

- *Just in time / Total Quality Control / Lean Manufacturing* – Com forte influência da indústria automobilística japonesa, a partir da década de 50, ocorreram desenvolvimentos que mudaram a maneira de administrar a produção e que ainda Atualmente conservam idéias e conceitos modernos.

- Estratégia de operações – Neste bloco, a administração da produção tomou consciência da importância de sua atividade e passou a desenvolver abordagens estratégicas com suas interfaces, com outras funções e com o ambiente (clientes, fornecedores, concorrentes, parceiros e outros).

- Gestão de operações de serviços – A partir do entendimento que manufatura e serviços formavam um único produto ao cliente, a administração da

produção adaptou métodos de gestão e abordagens específicas de desenvolvimentos anteriores para esse novo conceito.

2.1.2 Os sistemas de planejamento e controle da produção

After reaching the ideal condition with a complete adaptation of the capacity offer to the dynamic capacity demand , the tasks of the PPC systems are reduced to a simple order scheduling and to the logistical configuration and supervision (or monitoring) of material flow.

FRIEDHELM NYHUIS¹

Muitas metodologias surgiram e ainda surgem no campo da gestão de produção sendo que, assim como há um remédio específico para um mal específico, existirá um sistema de administração da produção (SAP) mais indicado para uma determinada empresa de manufatura, para um determinado produto, para uma determinada cultura organizacional, para um determinado momento econômico.

Zaccarelli (1990) considera cinco sistemas básicos de Planejamento e Controle da Produção (PCP): *Flexible Manufacturing Systems* (FMS), MRP, Periódicos, *Optimized Production Technology* (OPT) e *Kanban/Just in time*, contudo serão apresentados adiante somente os três mais importantes sistemas surgidos nas últimas décadas que são os MRP's, o OPT e o *Kanban/Just in time*

Gianesi e Corrêa (1993) consideram que os sistemas de administração da produção adotados por um fabricante traz impacto direto sobre os principais critérios competitivos da manufatura: custos, qualidade, velocidade de entregas, confiabilidade de entregas e flexibilidade. Dessa forma, as decisões operacionais tomadas em função do SAP tornam-se também estratégicas.

¹ Após atingir a condição ideal com uma adaptação completa da capacidade oferecida para a demanda da capacidade dinâmica, as tarefas dos sistemas de planejamento e controle da produção são reduzidas a uma simples ordem de seqüenciamento e a configuração logística e supervisão (ou monitoramento) do fluxo de materiais.

Figura 2. Diagrama do fluxo de informações em um sistema de manufatura
Fonte: Pinedo (2002)

Os SAP's mais difundidos são o *Just-in-time* (JIT), o *Manufacturing resources planning* (MRP II) e o *Optimized production technology* (OPT) cujas características encontram-se no quadro 1.

SAP	Filosofia de gestão	Gestão do fluxo de materiais
JIT	<p>(<i>geralmente explícita</i>)</p> <ul style="list-style-type: none"> • assume alta qualidade de conformidade • assume certa capacidade em excesso • assume tempos curtos de preparação • assume alta confiabilidade de equipamentos • assume participação / trabalho em equipe • assume que estoques são indesejáveis • assume um fluxo de materiais definido • assume linhas balanceadas • assume estabilidade de programas • assume <i>layout</i> de linha ou célula • assume certa polivalência 	<p><i>Características</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • baseado em controles visuais • normalmente usa cartões (<i>kanban</i>) • lógica de “puxar” a produção • decisões de liberação descentralizadas • mantém certo nível de estoque em processo • prioridades decididas localmente • programação baseada em taxas de produção
MRP II	<p>(<i>geralmente implícita</i>)</p> <ul style="list-style-type: none"> • assume que baixos estoques e cumprimento de prazos são prioridade • assume que a variação de ocupação da capacidade não custa (assume certa capacidade em excesso) • assume que <i>lead-times</i> são conhecidos • assume alta precisão e integridade de todos os dados utilizados <p>(<i>lead-time</i> = tempo de ressuprimento)</p>	<p><i>Características</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • lógica de empurrar a produção • baseado num <i>software</i> complexo • decisões são centralizadas • programação infinita com checagem de capacidade <i>a posteriori</i> • programação para trás • todos os recursos são tratados de forma semelhante • tamanhos de lote são dados de entrada do sistema • <i>lead-times</i> são dados de entrada do sistema • lotes de processamento e transporte são iguais (não suporta divisão) • programação baseada em ordens de

OPT (da TOC)	<p><i>(geralmente explícita)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • assume que objetivo é ganhar dinheiro através de: <ul style="list-style-type: none"> • aumento de fluxo • redução dos estoques • redução das despesas operacionais • assume que todos os gargalos governam tanto o fluxo de produção como os estoques e, portanto, devem ser tratados especialmente • assume certa capacidade em excesso dos recursos não-gargalo 	<p>produção</p> <p><i>Características</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • baseado em lógica de simulação em computador • depende de um software “proprietário” • decisões são centralizadas • gargalos são o ponto de partida para a programação • programação para frente finita e para trás infinita conforme o recurso • <i>lead-times</i> são saídas do sistema • tamanhos do lote são saídas do sistema • lotes de processamento e transporte podem ser diferentes (permite divisão) • programação baseada em ordens de produção
--------------------	--	---

Quadro 1. Resumo de três sistemas de administração da produção (SAP)

Fonte: Corrêa e Giansesi (1993)

2.2 O MRP II na manufatura

O MRP II é um sistema de planejamento e programação informatizado projetado para proporcionar gerenciamento e controle da manufatura e suas funções de apoio. Upton (1998) afirma que o MRP II transforma o negócio de uma empresa em tarefas específicas do dia-a-dia por meio de técnicas bem definidas de planejamento de materiais, de capacidade de produção, de controle de chão-de-fábrica e programação de vendas.

Descreve-se aqui o MRP II (*manufacturing resources planning*) com especificidade, para que o leitor tenha conhecimento do ambiente do SAP presente na empresa do estudo de caso.

2.2.1 Histórico do MRP II

Antes de se falar sobre o MRP II é necessário entender a sua origem.

Do final da segunda guerra mundial até meados de 1950, a economia norte-americana vivia um período de grande crescimento e consumo. Isso trazia uma situação de muita tranquilidade para as indústrias que possuíam carteira de pedidos acima de 12 meses. Os planos de produção então eram feitos com bases trimestrais.

Era comum até a década de 60 que os materiais necessários para a fabricação fossem controlados por sistemáticas de reposição de estoques ou comprados diretamente aos fornecedores.

Orlicky (1975, apud Laurindo e Mesquita, 2000) relata que estes sistemas de repor estoques eram baseados em lote econômico, ponto de reposição e em classificação de Pareto. Estes conceitos se mostravam inadequados dada a irregularidade de demanda de materiais gerada pelos planos mestres de produção em sistemas de produção intermitente.

A difusão do uso de computadores nas empresas norte-americanas na década de 60 chegou ao ambiente industrial. Surgiram então os primeiros programas de auxílio ao gerenciamento da produção denominados Processadores de Listas de Materiais (BMP – *Bill of Materials Processing*).

Na década de 60, foi criado o MRP (*Material Requirement Planning*), ou Planejamento das Necessidades de Materiais, que permitia às empresas calcularem as quantidades (quanto) e em que momento (quando) far-se-iam necessários os materiais para a fabricação de um produto.

Na fábrica de tratores e implementos agrícolas J.I. Case, trabalhava Joseph Orlicky que aperfeiçoou de G.W. Plossl e Oliver Wight um sistema de gerenciamento da produção que foi chamado de Planejamento de Necessidade de Materiais (MRP-Material Requirement Planning).

Em 1975, seu livro de mesmo nome foi publicado e o conceito passou a ser difundido nos EUA com o apoio da APICS (American Production and Inventory Control Society).

Entretanto, as mudanças neste panorama no final da década de 50 tornaram os pedidos escassos e as fábricas precisaram antever a demanda por produtos passando a produzir também para estocagem.

Segundo Laurindo e Mesquita (2000), introduziram –se então ao MRP existente novos conceitos ao conjunto de dados usuais (plano mestre de produção, lista de componentes e situação de estoques) que foram os tempos de operações, as seqüências de operações e as capacidades produtivas de cada centro de produção.

Figura 3. Esquema de surgimento do MRP II

Em 1981, Oliver Wight publica seu livro Manufacturing Resources Planning – MRP II apresentando a maior abrangência do sistema de gerenciamento da produção.

2.2.2 MRP II

Como visto no item 2.2.1, o MRP II foi uma evolução natural do MRP I.

A variabilidade da demanda do mercado (demanda independente) refletindo diretamente na demanda independente (itens componentes do produto) trouxe uma necessidade de agilidade na informação sobre a ocorrência dessa variação. Disso fez-se indispensável a coerência entre o planejamento de vendas e o planejamento industrial.

Figura 4. Exemplo de demanda independente e dependente

O MRP II buscou agilizar a resposta da produção frente à evolução do mercado e, para isso, agregou outros setores da empresa como o financeiro, suprimentos, engenharia e logística como áreas de suporte da interação entre vendas e fabricação.

Figura 5. Inter-relações entre os módulos principais de um sistema MRP II típico.
Fonte: Corrêa e Giansesi (1993)

Ainda que essa comunicação tenha sido melhorada com o desenvolvimento do MRP II, é interessante ressaltar a afirmação de Ebben, Hans e Weghuis (2005) de que na prática a aceitação de pedidos e o planejamento da produção geralmente são separados funcionalmente, ou seja, as áreas da empresa que vendem e que produzem não costumam se comunicar adequadamente a respeito dos impactos das novas entradas no ambiente da fábrica. A estratégia de aceitação de pedidos tem grande influência no desempenho de uma empresa. Reforçam ainda que a aceitação de muitos pedidos trazem uma sobrecarga ao sistema de produção com o aumento de *lead times* e os atrasos de entrega aumentam. Em razão disso,

busca-se capacidade adicional com uso de horas-extras e terceirizações que aumentam significativamente os custos comprometendo os resultados financeiros. Além disso, as entregas atrasadas podem trazer multas e possível perda de clientes.

Também Kingsman et al (1993) apontam que um grande problema nas empresas MTO é a divisão entre os setores de vendas/marketing e produção. Enquanto o setor de vendas oferta prazos e preços visando ganhar pedidos, o setor de produção acaba lidando com datas de entrega irreais. Essa falta de coordenação entre os setores costumam levar a atrasos de entrega com perdas.

Slack, Chambers e Johnston (2002, p.473) comentam:

O MRP II é baseado em um sistema integrado, que contém uma base de dados acessada e utilizada por toda a empresa, de acordo com as necessidades funcionais individuais. Entretanto, apesar de sua dependência de tecnologias de informação que permite tal integração, o MRP II ainda depende das pessoas na tomada de decisões para fechar o ciclo.

2.2.3 Características da produção sob encomenda

A produção sob encomenda é um sistema produtivo direcionado para o atendimento de necessidades específicas dos clientes com demanda baixa, tendendo para a unidade, com data determinada e negociada para a entrega.

Caracteriza-se por alta variabilidade com “mix” de produção flexível, baixo volume e frequência de produção e longos tempos de fabricação.

Dada a maior ocorrência de literatura baseada em produção seriada, que podemos chamar aqui de *make-to-stock* – MTS, o leitor pode estar mais familiarizado com as características deste tipo de produção.

É possível acompanhar uma comparação entre empresas MTS e MTO no quadro 2.

Característica	Make-To-Stock	Make-To-Order
Mix de produtos	Muitos produtos padronizados	Poucos produtos padronizados
Recursos	Máquinas e operários especializados	Máquinas flexíveis e operários multi-tarefas
Demanda de Produtos	A demanda por produtos padronizados pode ser prevista	A demanda é volátil e raramente pode ser prevista
Planejamento da Capacidade	Baseado na demanda prevista. Planejado bem antecipadamente. Ajustada mais tarde, se necessário.	Baseado na recepção de pedidos dos clientes. Não pode ser planejada com muita antecipação.
Lead Times	Não é importante (ignorado) pelo cliente. Pode ser ajustado internamente.	Vital para a satisfação do cliente. Contratada em comum acordo com cliente.
Preços	Fixados pelo fabricante.	Definido com o cliente antes de iniciar a fabricação.

Quadro 2. Comparação entre empresas MTS e MTO
Fonte: Kingsman e Hendry (1989)

Pode-se comparar o sistema produtivo sob encomenda com outros sistemas na figura 6.

Figura 6. Características básicas dos sistemas produtivos
Fonte: Tubino, 2007

Costa (1996) sintetiza as principais características da produção sob encomenda no quadro 3.

Situações típicas de produção sob encomenda		Tarefas após o recebimento do pedido	
“Vendedor de projeto e capacidade”	•	Projeto+delineamento+compra+produção	
“Vendedor de capacidade / prestador de serviço”	•	Delineamento+compra+produção	
“Vendedor de uma variedade de tipos de produto”	•	Compra+produção	
Classificação da estrutura de produção		Características	
Natureza da demanda	•	Por ordem de clientes	
Volume de produção	•	Baixo, por vezes unitário	
Frequência de produção	•	Não ou pouco repetitiva	
Linha de produtos	•	Aberta ou incluindo várias famílias de produtos	
Mix de produção	•	Muito instável	
Tempo total de fabricação	•	Longo, incluindo além dos tempos de fabricação, tempos de compras, definição do roteiro e/ou projeto	
Arranjo físico dos recursos da produção	•	Funcional	
Aspectos da competição no mercado		Fatores de competitividade	
Fatores ganhadores de novas ordens	•	Pontualidade Conformidade às especificações	
Fatores relacionados aos fatores ganhadores	•	Flexibilidade de produto Flexibilidade de entrega Rapidez	
Fatores qualificadores para a concorrência	•	Qualidade Preço Flexibilidade de mix	
Questões típicas de planejamento e controle		Dificuldades	
Sequenciamento das tarefas	•	Busca de uma solução adequada num universo de possibilidades virtualmente infinito	
Gestão de curto prazo	•	Análises complexas de custo-benefício sendo feitas sob intensas pressões do dia-a-dia da fábrica	
Promessa de prazos	•	Inexistência de dados anteriores e tempo total de produção dependente do carregamento da planta (tempos de fila)	
Orçamento	•	Inexistência de dados anteriores e lucratividade dependente dos ajustes de capacidade (horas-extras, subcontratações etc.)	

Reprogramação	• Variabilidade e instabilidade são fatos intrínsecos do contexto de produção sob encomenda
Rastreabilidade	• Necessidade de apontamento e controle específico de cada ordem em meio a grande volume de dados

Quadro 3. Aspectos da produção sob encomenda
Fonte: Costa 1996

2.2.4 Seqüenciamento de operações

Tubino (2007) define seqüenciamento da produção como a priorização de entrada de itens em um centro de trabalho, baseada em regras predefinidas. Corrêa e Corrêa (2004) definem como o processo de decidir que tarefa fazer primeiro em determinado centro de trabalho. Slack, Chambers e Johnston (2002) definem como a atividade de tomada de decisões sobre a ordem em que as tarefas serão executadas quando o trabalho chega a um centro de trabalho.

De modo geral, problemas de seqüenciamento são ocorrências muito comuns e surgem quando há uma escolha a ser feita para ordenar qual número de tarefas pode ser realizado. Um problema pode envolver o atendimento de clientes numa fila de banco, operações numa fábrica, caminhões a serem descarregados ou navios a atracarem. Desconsiderando o caráter das tarefas a serem priorizadas, existe uma similaridade fundamental entre os problemas de seqüenciamento.

Os problemas de seqüenciamento são resolvidos naturalmente, já que a maioria das tarefas é realizada: os clientes são atendidos, as operações na fábrica são feitas, os caminhões são descarregados e os navios atracam. Contudo, a maioria destes problemas é resolvida de maneira casual ou automática sem o reconhecimento explícito que uma solução tenha sido obtida. Algumas vezes uma priorização é determinada essencialmente pelo acaso e muito freqüentemente as tarefas são realizadas na ordem em que elas surgem. Um senso inerente de

ética mostra que “o primeiro que chega é o primeiro a ser servido”. Isto pode ser apropriado para clientes na fila do banco, mas não necessariamente a tarefas em um chão-de-fábrica.

No chão-de-fábrica, o objetivo principal das atividades é o cumprimento da programação. Por sua vez, a programação da fábrica tem como meta minimizar o tempo total que o último trabalho deixa o sistema produtivo (*makespan*).

Diversas regras de seqüenciamento foram desenvolvidas sempre com o objetivo de minimizar o *makespan*.

Regras de seqüenciamento usuais para determinar prioridades em <i>job-shops</i>	
Sigla	Definição
CR	<i>Critical Ratio</i> – razão crítica, calculada como “tempo até a data prometida dividido pelo tempo total de operação restante”
DS	<i>Dynamic Slack</i> – folga dinâmica, calculada como “folga estática dividida pelo número de operações por executar”
EDD	<i>Earliest Due Date</i> – a tarefa com a data prometida mais próxima é processada antes.
FIFO	<i>First In First Out</i> – primeira tarefa a chegar ao centro de trabalho é a primeira a ser atendida.
FSFO	<i>First in the System, First Out</i> – primeira tarefa a chegar à unidade produtiva é a primeira a ser atendida. (FCFS – <i>First Come, First Served</i>)
LWKR	<i>Least Work Remaining</i> – prioriza a tarefa que tem a menor quantidade de tempo de operação remanescente para conclusão
MOPNR	<i>Most Operations Remaining</i> – prioriza a tarefa que tem a maior quantidade de operações sucessoras
MWKR	<i>Most Work Remaining</i> – prioriza a tarefa que tem a maior quantidade de tempo de operação remanescente para conclusão
RANDOM	A priorização ocorre de modo aleatório.
SPT	<i>Shortest Processing Time</i> – tarefa com o menor tempo de operação no centro de trabalho é a primeira a ser atendida.
SPT1	Mesma SPT, mas com limitante de tempo de espera para evitar que ordens longas esperem muito.
SS	<i>Static Slack</i> – folga estática, calculada como “tempo até a data prometida menos tempo de operação restante”.

Quadro 4. Regras de seqüenciamento usuais

Fontes: Adaptado de Corrêa e Corrêa (2004) e Conway, Maxwell e Miller (2003)

Existem ainda algumas regras que ocorrem freqüentemente mas não são formalizadas: tarefa mais lucrativa, priorizar o cliente mais valioso ou o mais insatisfeito, atendimento à solicitação da diretoria e várias outras do tipo costumam influenciar o fluxo e seqüenciamento da produção de tal forma que se sugere um estudo direcionado do assunto.

Yeh (2005) comenta que a seqüência de trabalhos indicada por uma programação de produção gerada pelas técnicas de programação existentes, não necessariamente atingem o requisito de um eficiente seqüenciamento do dia-a-dia das operações de chão-de-fábrica num ambiente job shop dinâmico. Wisner e Siferd (1995) apontam que os modelos hipotéticos simplificados usados para simulação de políticas de programação, podem não caracterizar adequadamente o ambiente MTO já que muitas mudanças têm ocorrido em termos de automação, informação e sistemas de programação, entrada de ordens e controle de inventários. É comum que autores assumam ou desprezem situações reais do ambiente MTO para demonstrarem suas teorias.

Corrêa e Corrêa (2004, p.581) apontam que:

Por muitos anos, a pesquisa em seqüenciamento de operações debruçou-se sobre descobrir qual a regra de seqüenciamento mais eficaz. Como se trata de problema multiobjetivo e complexo, logo ficou claro que não há regra de seqüenciamento mágica que maximize o desempenho da unidade produtiva em todos os aspectos.

Comumente, um programador de PCP que decide qual a priorização dos trabalhos em espera, usa critérios que têm pouco ou nada a ver com os objetivos da empresa.

Costa (1996) elaborou a seguinte situação para ilustrar como uma atividade de seqüenciamento aparentemente simples pode se transformar numa questão complexa de se administrar:

Imagine o problema de relativa simples formulação, de n itens (por exemplo, ordens de produção) sendo processados por m máquinas, mas em qualquer seqüência. Suponha agora o exame exaustivo (todas as possibilidades) do universo de soluções existentes por um computador potente, capaz de gerar e avaliar o impacto de 100.000 seqüências alternativas por segundo. Veja a figura 7 para entender os tempos que este computador levaria para analisar exaustivamente as possibilidades para várias situações.

<i>Itens</i>	<i>Máquinas</i>	<i>Universo de soluções</i>	<i>Tempo de processamento</i>
4	5	7.962.624	1,3 minuto
5	5	$2,49 \times 10^{10}$	2,9 dias
6	5	$1,94 \times 10^{14}$	61,4 anos
7	5	$3,25 \times 10^{18}$	10.312 séculos
8	5	$1,07 \times 10^{23}$	33.791 milhões de anos

Figura 7. Tempos de processamento necessários para um computador potente analisar exaustivamente o problema de alternativas de seqüenciamento de n itens sendo processados por m máquinas. O universo de soluções é calculado por $(n!)^m$.

Fonte: Costa (1996)

Costa (1996) esclarece ainda que em situações reais poderá haver redução no universo de soluções, porém não a ponto de eliminar a necessidade de análise exaustiva. Além disso, considerando o grande número de máquinas comumente encontradas nas indústrias, a quantidade de possibilidades de seqüenciamento passa a ser inimaginável.

Uma demonstração da dificuldade de obtenção de uma regra ideal de seqüenciamento está no trabalho de Montevechi et al (2002) que examinaram 4 regras heurísticas de seqüenciamento da produção em ambientes *job-shop* e concluíram que a eficiência de cada regra não se mantém quando aplicada a conjuntos de peças com diferentes faixas de tempo de processamento.

Em um ambiente de manufatura sob encomenda MTO e com restrições de recursos, é comum a ocorrência de acúmulo de itens a serem processados em um centro de trabalho. Devido à flexibilidade das máquinas de usinagem, diferentes desenhos de peças são programados para uma mesma máquina.

Tomando-se um torno mecânico horizontal como exemplo, nele é possível que eixos de diferentes dimensões sejam programados para ser usinados. Inerentemente, os tempos de preparação e usinagem serão distintos para cada peça. Pelo fato desse torno receber diferentes peças com diferentes tempos de processamento, as peças da fila terão seu tempo de espera de acordo com a priorização dada pelo PCP. O tempo de espera de materiais para serem

processados, também conhecido como tempo de fila, é aquele entre o término da última operação até o início da próxima operação dentro de um seqüenciamento constante no roteiro de fabricação.

Por exemplo, para uma mesma máquina com 4 peças diferentes em espera:

Tempos de processamento
Peça W = 1,5 hora
Peça X = 2 h
Peça Y = 3 h
Peça Z = 1 h

Quadro 5a.

Seqüência A	Tempo de espera
Peça W (1,5h)	Na máquina
Peça X (2h)	1,5h
Peça Y (3h)	3,5
Peça Z (1h)	6,5h

Quadro 5b.

Seqüência B	Tempo de espera
Peça X (2h)	Na máquina
Peça Y (3h)	2h
Peça Z (1h)	5h
Peça W (1,5h)	6h

Quadro 5c.

Seqüência C	Tempo de espera
Peça Y (3h)	Na máquina
Peça Z (1h)	3h
Peça W (1,5h)	4h
Peça X (2h)	5,5h

Quadro 5d.

Seqüência D	Tempo de espera
Peça Z (1h)	Na máquina
Peça W (1,5h)	1h
Peça X (2h)	2,5h
Peça Y (3h)	4,5h

Quadro 5e.

Tomando a peça W nas 4 situações de prioridades, nota-se que o tempo de espera da peça é função da programação de entrada de todas as peças da fila.

Não há objetivo de se definir qual seqüenciamento é o melhor pois se considera que a dinâmica de ocorrências do chão-de-fábrica pode alterar em minutos a condição de melhor programação. Existirá uma programação inicial que deve ser cumprida, mas alterável a qualquer momento pelo PCP.

2.3 Fundamentos da tomada de decisões

Muito poucas pessoas já tiveram qualquer treinamento formal em tomada de decisão e muitas aprenderam a tomar decisão decidindo. Nós mesmos começamos a decidir de modo instintivo nos primeiros anos de vida e diariamente somos obrigados a fazer escolhas. Ao acordarmos, decidimos se iremos trabalhar ou continuar na cama, qual roupa vestir, o que comer no café da manhã, e seguem-se escolhas e decisões o dia todo. Claro que somente

algumas destas decisões são realmente importantes, mas Keeney (2004) sugere que inúmeras pequenas decisões tomadas coletivamente têm consequências significativas.

Também nas organizações as pessoas fazem escolhas, tomam decisões. Desde os alto executivos aos mais simples funcionários, todos tomam decisões que afetam seu trabalho e a empresa. Logicamente as decisões têm maior significância quanto maior o nível hierárquico do indivíduo dentro da organização, contudo Robbins (2005) cita que um número crescente de organizações está transferindo aos seus funcionários um poder de decisão historicamente reservado aos seus executivos.

A tomada de decisão, mesmo em um grupo, pode ser considerada uma atividade individual uma vez que mesmo numa decisão consensual ou por maioria de votos existe a opção da escolha ao indivíduo do grupo.

Entretanto, a forma e qualidade da decisão individual está relacionada às percepções das pessoas. Para que haja a tomada de decisão é necessário que uma situação discrepante entre o estado real e o estado desejável se estabeleça. A essa condição chamada de “problema” é que ocorre a reação da tomada de decisão.

Mas o que um indivíduo considera ser um problema, outro pode interpretá-lo de outro modo e assim não reagir ao fato, ou seja, sua percepção não o levará a fazer escolhas.

A percepção de um indivíduo é o que o faz distinguir a existência de um problema e a necessidade de se tomar decisões sobre ele. Também a avaliação das alternativas para a decisão e solução final vem do processo de percepção individual.

Distorções de percepção podem causar vieses nas análises dos problemas e nas conclusões.

2.3.1 A tomada de decisão nas empresas

Robbins (2005, pág114) aponta que “as pessoas geralmente se contentam em encontrar uma solução aceitável ou razoável para o seu problema em vez de buscar a alternativa ótima” e ainda que “as escolhas costumam ficar na área dos sintomas do problema e na proximidade da alternativa mais óbvia”. Clemen (1996) define a boa decisão como aquela tomada com base em uma profunda compreensão do problema e cuidadoso pensamento em relação às questões importantes. Nem sempre isso é possível no cotidiano pessoal e das empresas.

As decisões nas empresas são tomadas a longo prazo, nível estratégico; no médio prazo, nível tático e no curto prazo, nível operacional.

O interesse do presente trabalho está nas decisões operacionais ligadas ao acompanhamento e controle da produção que possuem intensa dinâmica. É neste nível que decisões são diariamente tomadas e podem estar dissociadas dos níveis superiores tático e estratégico.

A figura 8 apresenta uma relação entre prazos, atividades estratégicas, táticas e operacionais das empresas e os respectivos objetivos a serem atingidos.

Figura 8: Prazos, atividades e objetivos para a tomada de decisão nas empresas.
Fonte: Tubino, 2007.

-Longo prazo - nível estratégico: baseado na previsão de vendas é preparado um Plano de Produção para analisar a capacidade de produção atual e a necessária para o atendimento dos pedidos. Os recursos necessários precisam ser alocados conforme o Plano de Produção de modo estratégico neste horizonte de longo prazo.

-Médio prazo – nível tático: a partir do Plano de Produção é desenvolvido o Plano Mestre de Produção que é operado taticamente pois é neste nível que são decididas as maneiras de operar o sistema produtivo disponível.

-Curto prazo – nível operacional (chão-de-fábrica): o sistema produtivo deve executar a Programação da Produção para produzir e entregar os pedidos dentro da tática definida.

2.3.2 A tomada de decisão no chão-de-fábrica

As decisões de seqüenciamento de produção no chão de fábrica costumam ser tomadas de modo empírico pelos agentes de controle de produção, onde prevalecem critérios nem

sempre adequados à estratégia da direção. Bazerman (2004) afirma que “os tomadores de decisões sacrificam a melhor solução em favor de outra que seja aceitável ou razoável”.

Segundo Cleland e Ireland (2007, p.232)

A experiência mostra que, quando não há distinção entre projetos, os membros de uma equipe se orientam pelos seguintes itens para selecionar seu trabalho:

- O trabalho que é mais interessante ou desafiador.
- O trabalho do gerente de projeto que eles mais admiram.
- O trabalho que é mais fácil de realizar para demonstrar progresso.
- Os trabalhos que os amigos estão empenhados

As decisões de programação trazem impacto em prazos e custos. As implicações de prazo costumam ser mais observáveis aos atores do chão-de-fábrica enquanto que os eventuais custos adicionados precisam ser compilados ao final das atividades.

Rawabdeh (2005) esquematiza as três categorias de perdas em ambientes *job-shop*:

Figura 9. As três categorias de perdas (homem, máquina e materiais) e seus efeitos na lucratividade.

Fonte: Rawabdeh (2005)

Conway, Maxwell e Miller (2003) citam três tipos principais de custos que podem ser afetados por decisões de programação que são os custos de estoque em processo, utilização dos recursos fabris e penalidades por atrasos.

CUSTOS DE INVENTÁRIO:

A redução do tempo de fluxo na fábrica tem influência direta sobre a média do inventário em processo (WIP – *work in process*).

CUSTOS DE UTILIZAÇÃO DE RECURSOS:

Uma eficiente programação irá permitir a utilização mais adequada dos recursos fabris produzindo mais trabalho com a mesma instalação. A consequência a longo prazo é o aumento de capacidade da fábrica proporcionando espaço para mais vendas.

No curto prazo, como os recursos são melhor aproveitados, pode-se eliminar ou diminuir os custos de aumento de pessoal, de horas-extras, de terceirizações e ainda, de aquisição de mais equipamentos.

CUSTOS POR ATRASOS:

Os contratos atuais de fornecimento de equipamentos geralmente contemplam cláusulas de multas por atraso de entrega. A partir da data de entrega contratual não cumprida, calcula-se multa diária até um valor limite máximo.

Por vezes, há um custo maior ainda que é aquele geralmente não calculado devido perdas de futuros negócios causado pela perda de imagem perante o cliente ou do mercado.

Conway, Maxwell e Miller (2003) ressaltam que os modernos sistemas de custos trazem procedimentos que sinalizam qualquer ineficiência na utilização de materiais e recursos fabris, mas não apontam ineficiência na programação da fábrica.

3. METODOLOGIA DE PESQUISA

A seguir, descreve-se aspectos metodológicos de pesquisa e a metodologia aplicada no estudo.

3.1 Classificação dos tipos de pesquisa

Conforme a taxionomia proposta por Vergara (2000), a pesquisa se classifica em dois aspectos: quanto aos fins e quanto aos meios de investigação.

Quanto aos fins, a pesquisa foi descritiva pois se buscou expor características da tratativa dada ao seqüenciamento da produção numa linha de produção sob encomenda de uma indústria metalúrgica.

Quanto aos meios de investigação, a pesquisa foi bibliográfica, de campo e estudo de caso. A pesquisa bibliográfica serviu para o embasamento teórico e metodológico pois foram investigados os seguintes assuntos: a administração da produção, os sistemas de administração da produção, o histórico do MRP e MRP II, os processos de tomada de decisão. A pesquisa de campo serviu para a coleta de dados primários e foi realizada nas dependências de uma indústria metalúrgica onde se buscou observar como ocorre a decisão de prioridades no chão-de-fábrica acima do planejamento ou seqüenciamento estabelecido.

O estudo de caso foi adotado já que se esperava obter condições práticas de aplicação de teorias além da existência de ambiente propício para comprová-las ou questioná-las.

Yin (2005) define estudo de caso como “uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos”.

Segundo Souto Maior Filho (1984):

Os estudos de caso, além do reconhecido valor didático, têm um papel importantíssimo a desempenhar nas pesquisas em administração. Eles permitem um maior aprofundamento nas pesquisas que visam uma compreensão de processos administrativos, tais como o processo decisório, os quais são histórico-dependentes. Os estudos de caso são aplicáveis tanto para os aspectos descritivos como para os normativos.

A teoria da solução de problemas sugere que os estudos de caso são potencialmente mais eficazes na descoberta de soluções para os problemas mais difíceis ou intratáveis da administração, isto porque eles provêm as condições ideais para a criatividade e, conseqüentemente, para a geração de novas representações ou modelos.

3.2 A coleta dos dados

Cooper e Schindler (2003) definem **dados** como os fatos apresentados ao pesquisador a partir do ambiente de estudo.

Os dados e informações necessários à resposta da questão foram obtidos por meio de observações simples sendo o pesquisador um espectador sem interação. Também foram realizadas entrevistas focalizadas onde o entrevistado foi orientado a não sair do assunto abordado. Os dados primários foram coletados por meio de entrevistas semi-estruturadas com o pessoal ligado à programação e ao controle da produção no chão de fábrica. As entrevistas semi-estruturadas serão conduzidas com perguntas abertas para captar eventuais comentários sobre detalhes,, sentimentos e perspectivas dos respondentes.

Segundo Botef (1984 apud Vergara, 2000, p.58):

(...) é importante compreender (...) qual é o ponto de vista dos indivíduos ou grupos sociais estudados acerca das situações que vivem. Qual a percepção destes sobre tais situações? Como eles a interpretam? Qual seu sistema de valores? Quais seus problemas? Quais suas preocupações? É preciso aprender qual é a lógica dos pesquisados (...)

Paralelamente, a pesquisa bibliográfica foi realizada em artigos, livros, dissertações, teses, internet e em revistas especializadas nos assuntos abordados.

3.2.1 Tipos de dados

Os tipos de dados coletados nesta pesquisa foram primários e secundários que Cooper e Schindler (2003) assim definem:

Dados primários: obtidos através de entrevistas semi-estruturadas feitas com o pessoal de controle de produção, no nível operacional da empresa. A entrevista é uma das mais ricas fontes de informação para um estudo de caso. Diferentemente do *survey* que é um método de levantamento de dados que usa um questionário pré-definido para pesquisar um grande número de pessoas, a entrevista busca dados não registrados ou a própria explanação vinda da experiência do entrevistado no assunto que se busca explorar.

Dados secundários: livros e artigos científicos, estudos anteriores sobre o tema, documentos, dados históricos,

Os dados utilizados deverão advir de:

A) Coleta documental – cuja fonte está nos registros obtidos das atividades em estudo;

B) Observação – que deve ser atenta; exata e completa; precisa; sucessiva e metódica.

A observação pode ser do tipo:

Assistemática – também chamada espontânea, informal, simples, livre ou ocasional – observação sem o emprego de qualquer técnica ou instrumento – sem planejamento, sem controle e sem quesitos observacionais previamente elaborados.

Não participante – onde o pesquisador toma contato com a comunidade, grupo ou realidade estudada, sem integrar-se a ela – o observador não tem envolvimento com o objeto de estudo – presencia o fato, mas não participa dele – o procedimento tem caráter sistemático.

Individual – realizada apenas por um pesquisador – é o caso das pesquisas realizadas para a obtenção de títulos acadêmicos (trabalho de conclusão de curso - TCC, mestrado, doutorado) – pode se tornar uma tarefa difícil, dependendo do volume de dados.

3.2.2 A análise de dados

Segundo Cooper e Schindler (2003) analisar os dados é transformá-los em informações. Consiste em reduzi-los, resumir-los, examinar a ocorrência de padrões e realizar avaliações estatísticas da hipótese. Basicamente “os pesquisadores podem interpretar esses resultados à luz da questão da pesquisa...ou determinar se os resultados são consistentes com suas hipóteses e teorias”.

No caso em estudo, as entrevistas gravadas foram transcritas e tabuladas de modo a possibilitar cruzamento de informações.

3.3 Etapas da pesquisa

A pesquisa iniciou-se com a busca na literatura de informações relacionadas ao tema proposto. Em seguida, foram selecionados os artigos e publicações que tinham mais forte vinculação ao estudo. Foram criados quadros resumidos para permitir o cruzamento de linhas de pensamento entre os autores.

As entrevistas foram realizadas somente com os agentes de controle da produção do nível operacional e depois foram extraídos os pontos principais de cada uma para análise.

3.3.1 Levantamento bibliográfico

A pesquisa bibliográfica serviu para o embasamento teórico e metodológico pois foram investigados os seguintes assuntos: a administração da produção, os sistemas de administração da produção, o histórico do MRP e MRP II, os processos de tomada de decisão, as regras de sequenciamento da produção.

3.3.2 Definição da empresa objeto do estudo

A empresa tem um sistema de administração da produção quase inteiramente baseado no MRP II com sequenciamento de prioridades pela heurística *Earliest Due-Date* além de tratar-se de empresa fabricante de bens de capital sob encomenda. Esta condições proporcionam o ambiente ideal para a verificação da questão proposta.

3.3.3 Elaboração das entrevistas

Conforme Cooper e Schindler (2003), as vantagens da entrevista pessoal que puderam ser verificadas na prática foram:

- Boa cooperação dos respondentes;
- O entrevistador pode responder perguntas sobre a pesquisa, usar questões de acompanhamento e reunir informações através da observação;
- Pode-se alcançar respondentes com qualquer escolaridade;
- O entrevistador pode pré-filtrar o respondente para assegurar-se que ele se encaixa no perfil da população.

E as desvantagens foram:

- Nem todos os respondentes estão disponíveis ou acessíveis

-As perguntas podem ser alteradas ou o respondente pode ser influenciado pelo entrevistador.

As entrevistas foram do tipo semi-estruturadas, portanto guiadas por uma relação de pontos de interesse que se foi explorando ao longo da entrevista. Tiveram uma orientação básica mas com flexibilidade. Foram conduzidas com base em uma série de “lembretes”, que ressaltam alguns pontos que deveriam ser tratados. A ordem dos temas surgiu ao longo da entrevista e, conforme as respostas dadas, novas perguntas surgiram.

As perguntas do questionário foram elaboradas numa seqüência natural com objetivo de extrair informações da prática diária das atividades dos controladores de produção da empresa. Dependendo da direção e entusiasmo do respondente, o entrevistador teve a liberdade de realizar comentários, apartes e redirecionamentos ao tema quando necessário.

Questionário de entrevistas pessoais

Dirigida aos controladores de produção que foram entrevistados individualmente

1) O que você entende por Programação da Produção e por Controle da Produção?

Quais são os objetivos?

2) Como se dá o seqüenciamento e priorização das máquinas?

3) Como são definidos os critérios de decisão para a priorização?

4) Como você realiza o Controle da Produção de suas ordens de produção? Descreva suas atividades no PCP.

5) Como se faz a reprogramação das máquinas?

6) O que você acha que poderia melhorar? Quais são suas principais dificuldades no controle da produção?

Foi informado também:

- A formação escolar e profissional.

- Atividades anteriormente desenvolvidas

- Tempo de empresa e na função.

3.3.4 Aplicação das entrevistas

As entrevistas foram realizadas no próprio ambiente de trabalho, individualmente e em particular. Foram gravadas e posteriormente transcritas.

Os respondentes foram esclarecidos sobre o objetivo da entrevista além da garantia da privacidade das respostas.

Foram realizadas após o horário normal de trabalho de modo a se evitar interrupções.

Inicialmente notou-se a preocupação geral dos entrevistados em articular corretamente as rases, talvez pela presença do equipamento de gravação e pelo ineditismo de serem entrevistados para uma pesquisa.

Com o desenrolar da entrevistas, os respondentes já adotavam comportamento mais natural e espontâneo trazendo riqueza de respostas e explicações.

Houve tanta colaboração que foi necessário o entrevistador sinalizar o final da entrevista para alguns respondentes que detalhavam bem mais do que o necessário suas atividades e opiniões.

3.3.5 Conclusões

Ao final do trabalho, Vergara (2000) recomenda que a pergunta-problema seja resgatada e um pequeno resumo seja feito para relembrar o leitor do conteúdo apresentado.

3.3.6 Elaboração do relatório da pesquisa

De posse do material bibliográfico, das entrevistas e da experiência profissional do pesquisador, elabora-se o texto do relatório da pesquisa.

3.4 Limitações da pesquisa

Como qualquer estudo de caso, os resultados e conclusões da pesquisa não poderão ser generalizados para outras empresas ainda que elas tenham semelhantes condições.

Pela condição de ex-integrante do quadro de funcionários da empresa, pode não ter havido um distanciamento adequado comprometendo a neutralidade científica. Além disso, os entrevistados podem ter sido influenciados pelo fato do entrevistador ter ocupado cargo de chefia dos mesmos. Isto pode ter causado certo constrangimento tornando as respostas menos autênticas.

Entretanto, ainda que várias limitações tenham-se apresentado, espera-se que o resultado final do estudo não tenha sido erroneamente influenciado por estas limitações.

4. ESTUDO DE CASO

Campomar (1991) cita que em algumas situações o pesquisador tem uma solução e procura um problema onde possa aplicá-la. No caso deste estudo, pode-se dizer que o inverso também ocorreu pois a experiência do pesquisador no ambiente fabril da empresa foi fator importante para que se optasse pelo estudo de caso.

4.1 O caso objeto do estudo

O caso objeto do estudo está relacionado ao cotidiano de empresa de manufatura sob encomenda tendo o MRP II como sistema de administração da produção predominante e seqüenciamento da produção baseado na heurística EDD (*Earliest Due Date*).

Neste ambiente, são freqüentes as situações de reprogramações do seqüenciamento devido às ocorrências não desejados e que fogem ao controle dos agentes da programação como atrasos no recebimento de materiais, tempos de processamento acima do previsto, retrabalhos, manutenções corretivas, faltas de operadores e outros.

Buscou-se identificar a viabilidade de ser introduzido um parâmetro adicional à heurística EDD que é a consideração de um tempo máximo de espera em fila de uma peça para processamento.

4.1.1 A Empresa

A empresa metalúrgica estudada é fabricante de multiplicadores e redutores de engrenagens sob encomenda localizada no interior do estado de São Paulo. Foi resultante de uma *joint-venture* entre capital de grupo empresarial do interior com tradicional empresa alemã de tecnologia na fabricação de redutores e multiplicadores de engrenagens.

Uma caixa de engrenagens é um conjunto de eixos e engrenagens dispostos numa carcaça metálica de tal forma que transforma a rotação de um equipamento motor em outra rotação para diferentes aplicações práticas. Se houver aumento de velocidade de rotação entre a entrada e a saída diz-se que o equipamento é um multiplicador. No caso de diminuição entre a rotação de entrada e a rotação de saída, o equipamento é denominado reductor. Para efeito de simplificação, usaremos o termo reductor como referência aos equipamentos produzidos já que se trata da grande maioria das aplicações.

4.1.1.1 Características da empresa

A característica diferencial da empresa está no sistema ETO - *engineering-to-order* (projetado sob pedido) que permite entregar a solução de equipamento mais adequada ao uso do cliente.

Também o sistema MTO - *make-to-order* (feito sob pedido) é usual para pedidos de projetos já existentes. Para a finalidade deste trabalho adotou-se o termo **sob encomenda** para ambos os casos.

As instalações de fabricação são do tipo *job-shop com lay-out* funcional, que têm características específicas conforme podem ser vistas no quadro 6.

<i>Job shop</i>
Equipamentos de transportes flexíveis
<i>Layout</i> por processo
Equipamentos flexíveis
Baixo volume
Tempo curto para incrementar a capacidade
Capacidade difícil de definir
Intensiva mão-de-obra
Greves podem parar a planta
Trabalhadores habilitados fabricam o produto
Existências significativas em processo

Freqüentemente armazéns mantêm o estoque em processo
Atrasos na entrega de material comprado atrasam ordens de clientes
Falhas paralisam o equipamento

Quadro 6. Ambiente de produção job-shop

Fonte: Rubio, 2002

Os aspectos anteriores à emissão da ordem de fabricação serão comentados conforme necessidade, pois o foco está no ambiente operacional do controle de produção no chão-de-fábrica da empresa.

A teoria das restrições adota uma abordagem de visualização sistêmica de uma empresa por meio de três estruturas que indicam uma forma peculiar de produção, conhecida como análise V-A-T. As letras indicam a forma aproximada da estrutura de produção de uma fábrica conforme figura 10.

Figura 10. Configuração VAT das listas de material

Fonte: Rubio (2002)

O quadro 7 mostra as características de uma fábrica tipo A. Numa fábrica tipo A, ocorre baixa utilização de equipamento, alta hora-extra não planejada, peças inacabadas, falta de controle do processo de produção. Quando o fluxo é controlado corretamente, há uma melhor utilização dos recursos, as horas-extras são reduzidas ou eliminadas e os níveis de inventário é grandemente reduzido.

Características de empresa tipo A

- a área de montagem é dominante
- as máquinas tendem a ser de uso geral mais do que especializadas
- o tempo de montagem tende a ser longo
- os recursos são compartilhados dentro e através dos seqüenciamentos
- a eficiência dos recursos é menor que 100% mas ainda ocorrem horas-extras
- existem grandes inventários de peças prontas, mas grave escassez de outras peças
- o tempo de processo tipicamente é menor do que o *lead time* de produção
- ocorrem gargalos flutuantes
- a produção reclama que a demanda está mudando levando caos à fábrica e pobre desempenho em vendas
- despesas operacionais (particularmente horas-extras não planejadas) é um ponto nevrálgico
- peças com problemas são mais prováveis do que o normal para muitas montagens
- relativamente poucas peças atravessam o gargalo (restrição de capacidade)
- falta de controle é manifestada como um problema chave
- a montagem reclama de falta de peças e inadequações
- a produção é planejada mais cedo no processo (o oposto à fábrica tipo V)
- pessoas percebem o problema como uma falta de peças
- o seqüenciamento pode variar enormemente; uma peça pode exigir 50 operações, enquanto outra, para a mesma montagem pode exigir somente algumas
- a mesma máquina pode ser usada diversas vezes para a mesma peça durante seu seqüenciamento
- peças são únicas para específicos itens finais (ao contrário dos tipos V ou T)
- existe pouca oportunidade para troca de peças porque elas são peculiares para itens finais

Táticas convencionais para ações corretivas

Redução de custo unitário por

- Controle estrito de horas-extras
- Automação de processos (isto causa problemas piores pois a flexibilidade é perdida devido à automação)
- Melhor planejamento das necessidades do trabalho. (A ilusão é que existem demasiados operários)

Melhora do controle por

- Sistema de produção integrado. (O problema aqui é que diferentes partes da fábrica funcionam de modo diferente de um sistema único que é improvável de satisfazer todas as necessidades).

Causas reais**Tamanhos de lote muito grandes e liberação muito antecipada de material causando**

- Gargalos móveis
- Baixas utilizações dos recursos
- Uso freqüente de horas-extras
- Todas as peças necessárias para montagem não ficam disponíveis no mesmo tempo; operações de montagem constantemente sendo curtas devido as peças necessárias para se montar o produto.
- Freqüente corrida atrás das peças faltantes

Solução

- Reduzir o tamanho do lote
- Usar o sistema tambor-pulmão-corda para controle.

Quadro 7. Característica de uma empresa tipo A
 Fonte: Aquilano, Jacobs, Chase (1998)

4.1.1.2 O sistema de planejamento e controle da produção da empresa**Como funciona o Planejamento e Controle da Produção**

- 1- É feita a solicitação de orçamento para uma proposta de venda onde o PCP indica um prazo de entrega para o(s) item(ns) ofertados. Este prazo de entrega atualmente é dado por experiência de profissionais do PCP que consideram os itens de maior criticidade em termos de aquisição e/ou fabricação.
- 2- Feita a venda, há uma abertura de ordem de serviço onde constam dados técnicos, prazo de entrega e outras informações pertinentes,

3- Essa ordem de serviço é circulada pelos demais setores da empresa,

4- A Engenharia de Produto faz o projeto e alimenta o sistema com a lista de componentes e materiais (LCM) – que contém a estrutura do produto em níveis e subníveis,

Esta etapa de elaboração de projeto,desenhos e LCM é aprazada pelo PCP,

Figura 11. Estrutura de produtos simplificada de um turbo-redutor

5- Uma vez alimentado o Sistema Informatizado, que chamaremos de Sistema, o PCP estabelece os prazos intermediários de atividades a serem cumpridas para atingimento do prazo final,

6- Cada componente será classificado como Fabricado ou Comprado pelo PCP e então o Sistema dividirá os caminhos destes itens – os Fabricados serão encaminhados para a confecção de roteiros de fabricação enquanto os itens Comprados serão confrontados com o estoque de almoxarifado. Aqueles não existentes terão disparadas solicitações

de compra eletrônicas para o setor de Suprimentos. As matérias-primas também serão verificadas quanto a disponibilidade no estoque e serão ou não adquiridas conforme necessário.

As dimensões brutas de matéria-prima são indicadas pela Eng.Industrial.

- 7- Baseado em data de entrega firmada, o Sistema calcula as datas de atividades intermediárias. Consideram-se os tempos de operação previstos em roteiros e tempos de fila para compor os lead-times das peças,

Da anatomia do produto, os itens a serem fabricados têm seus desenhos enviados ao setor de Engenharia Industrial, que elabora os respectivos roteiros de fabricação. Cada roteiro é um conjunto ordenado de passos que descrevem COMO cada etapa da fabricação deve ser feita. O COMO engloba a descrição da operação propriamente dita e o equipamento e ferramental a serem utilizados. Também constam as informações sobre tempos previstos de preparação e execução além da data prevista de início de cada operação. Vide figura 12.

ROTEIRO DE FABRICAÇÃO

DATA EMISSÃO : 05/01/2009

HORA : 15:45 PAG : 1

NROSOL: 116034-BLOQUEADO / PEDIDO: - / NR: /DT.NEG: - Bloqueado

DESENHO.....10-22572/3 SEQ.:01 REV.DES: POS. DESENHO MONTAGEM...0225 QTDE.: 1.000
 CÓDIGO O.S.....225460 - 001 CLIENTE.005353 - FURLAN MATERIAL.....18 CrNiMo7-6
 COMPONENTE.....300047208 PINHAO EIXO ENTRADA (3D) DIMENSÕES ACABADAS.....D187xD30xD151
 MATERIA PRIMA.....510000012 EIXO RED FJ DB 18CRNiMo7-6 0 200 NÚMERO DE FABRICAÇÃO.....108400
 DIMENSÕES BRUTAS...PC FJ DB P/ 0 193 x 163mm CF RZN 90011/03 A+24
 SUB-COMPONENTE..... PESO DO COMPONENTE..... 30.000
 PROCESSISTA.....MAURILIO LIBERADO POR.:JOSEEDSON RNC NÚMERO..... CQ.:
 CONFERENTE.....JOSEEDSON TIPO.....PCF139 DESENHO / NORMA 4.....
 DESENHO / NORMA 2.:09-03753/4 DES/NORMA 3.:RZN 90011 ROTEIRO EMITIDO POR.....BORGES
 NARRATIVA LCM..... DATA LIGADO ROTEIRO.....19/12/2008
 CONTROLADOR PCP.....CIBELE
 NARRATIVA DO ITEM.....

OPE	CCUSTO	CODMQ	PESO	DESCRIÇÃO DA OPERAÇÃO	DATA	CHAPA	VISTO	QT BOAS	QT C/RNC
000	21210	32310	0	PLANEJ.E CONTROLE DA PRODUCAO	/ /				

TEMPO PREVISTO PREPARACAO : 0.00

TEMPO PREVISTO OPERACAO : 0.00

***** INICIAR FABRICACAO *****

OPE	CCUSTO	CODMQ	PESO	DESCRIÇÃO DA OPERAÇÃO	DATA	CHAPA	VISTO	QT BOAS	QT C/RNC
001	21410	32511	0	PROVIDENCIAR MATERIA PRIMA	/ /				

TEMPO PREVISTO PREPARACAO : 0.00

TEMPO PREVISTO OPERACAO : 0.00

OPE	CCUSTO	CODMQ	PESO	DESCRIÇÃO DA OPERAÇÃO	DATA	CHAPA	VISTO	QT BOAS	QT C/RNC
005	32511	40082	0	SERRA FRANHO SF-660	/ /				

TEMPO PREVISTO PREPARACAO : 0.00

TEMPO PREVISTO OPERACAO : 0.75

OPE	CCUSTO	CODMQ	PESO	DESCRIÇÃO DA OPERAÇÃO	DATA	CHAPA	VISTO	QT BOAS	QT C/RNC
010	06640	06640	0	INSPECAO DE RECEBIMENTO	/ /				

TEMPO PREVISTO PREPARACAO : 0.00

TEMPO PREVISTO OPERACAO : 0.00

a) VISUAL
 b) DIMENSIONAL (CONF.NORMA\DESENHO)
 c) ANALISE QUIMICA (CONFER.CERTIFIC.)

OPE	CCUSTO	CODMQ	PESO	DESCRIÇÃO DA OPERAÇÃO	DATA	CHAPA	VISTO	QT BOAS	QT C/RNC
015	06620	82571	0	ENSAIO DE ULTRA SOM	/ /				

TEMPO PREVISTO PREPARACAO : 0.00

TEMPO PREVISTO OPERACAO : 0.30

EXECUTAR COM CERTIFICADO.

Figura 12. Exemplo de uma folha de roteiro de fabricação da empresa.

Por ter uma função essencialmente técnica, a elaboração do roteiro de fabricação é de responsabilidade do setor de Engenharia Industrial, apesar de ser um documento básico da função de planejar e acompanhar a produção.

O sistema informatizado da empresa utiliza o controle de atividades de manufatura por meio do uso de código de barras para cada operação definida no roteiro de fabricação.

A abertura e fechamento destas operações por códigos de barras nas estações com *scanners*, alimenta o sistema informatizado com o *status on-line* de uma peça em fabricação.

A partir desta alimentação constante é possível a elaboração de diversos relatórios de saídas de dados, conforme a necessidade e conveniência de informação.

É possível assim coletar e gerenciar os dados referentes ao tempo de espera inter-operações (tempo de espera em fila) para cada peça disponível no recurso da fábrica.

Apesar de o sistema computacional calcular a programação pela EDD, o fato de se permitir que o seqüenciamento seja alterado pelos controladores de produção do chão-de-fábrica mediante a condição do momento, descaracteriza por si só a programação. Na prática a programação de médio e longo prazo tornam-se subordinadas às constantes reprogramações.

A sistemática de PCP tem início quando o cliente solicita uma proposta técnico-comercial para a aquisição de um redutor. Em função das condições propostas estarem em conformidade com as necessidades do cliente, fecha-se a venda.

O prazo de entrega proposto na “Proposta Técnico-comercial” é informado pelo setor de PCP em documento protocolado chamado solicitação de orçamento (S.O.). Neste documento, o PCP informa o prazo de entrega considerando a carga de entregas futuras e o *lead-time* usual do modelo do redutor ou multiplicador ofertado. Para maiores quantidades, o PCP costuma dar prazos defasados por semanas. Este prazo proposto pelo PCP, quando aceito pelo cliente, é considerado “Prazo real ou Prazo previsto”. O prazo remanejado (antecipado), adotado para balanceamento do fluxo e capacidade da fábrica, é denominado “Prazo

reprogramado” que é o que irá alimentar o sistema de PCP para que as atividades intermediárias sejam aprazadas.

Tudo começa portanto com a definição da data de antecipação (reprogramação) pelo PCP.

O sistema informatizado caseiro de PCP irá considerar esta data de entrega e fará, de trás para a frente, uma programação de atividades que considera a data de início e fim da respectiva atividade de cada área.

Inicia-se com atividades de Projetos (Engenharia do Produto) que elabora um ante-projeto do redutor. Do ante-projeto nasce uma lista de componentes e materiais inicial que permite disparar atividades de suprimentos mesmo sem a elaboração do desenho final de peças.

A atividade de suprimento pode não ser propriamente uma aquisição pois o sistema informatizado primeiramente irá varrer o estoque do almoxarifado para verificar a disponibilidade de determinado material. Caso não haja esta disponibilidade, dispara-se uma solicitação eletrônica interna ao setor de Suprimentos para a aquisição do material.

Em prazo adequado, o setor de Projetos elabora o detalhamento do projeto elaborando desenhos e definindo itens comerciais por meio de especificações técnicas. A lista de componentes e materiais (L.C.M.), desenhos e especificações técnicas (E.T.'s) finais são encaminhadas ao PCP que arquiva e repassa cópias para os setores de Engenharia Industrial (desenhos) e Suprimentos (E.T.'s).

O setor de Engenharia Industrial, de posse dos desenhos, elabora os roteiros de fabricação que contêm a seqüência de operações fabris e os respectivos tempos de execução previstos. O setor de Suprimentos, de posse das E.T.'s de itens não-disponíveis no estoque, providencia a aquisição dos mesmos. Estas atividades destes setores tentam obedecer os prazos finais estabelecidos pelo PCP.

Os roteiros de fabricação prontos são enviados ao PCP que os envia à fábrica para início de fabricação.

Cada produto vendido é relacionado a uma ORDEM DE PRODUÇÃO (ou ordem de serviço) que é um número seqüencial e único que acompanha todos os documentos gerados para esta fabricação.

A partir da elaboração do roteiro de fabricação, os controladores de produção passam a atuar sobre um conjunto de ORDENS DE PRODUÇÃO previamente distribuídos entre eles.

Os controladores têm a função de zelar pelo andamento da fabricação dos itens fabricados das respectivas ORDENS DE PRODUÇÃO. Além disso, algumas máquinas de maior importância são reprogramadas por eles em termos de seqüenciamento de entrada para usinagem.

Da mesma forma que cada controlador tem sob sua responsabilidade uma carteira de ORDENS DE PRODUÇÃO, alguns também têm a função de reprogramar a seqüência de entrada nas máquinas.

Os Controladores

Os controladores do PCP foram recrutados internamente oriundos de funções que permitiram a eles um razoável conhecimento do produto em termos de designação, função e prioridade de montagem. Não há treinamento formal para essa função na empresa. Os novos controladores são iniciados e desenvolvidos pelos mais experientes. Uma vantagem disso é o rápido conhecimento das peculiaridades da função apesar do risco de adquirirem procedimentos enviesados dos antigos controladores.

A Dinâmica do Controle da Produção

Cada operação é prevista para ser realizada em data e máquina (ou grupo) definida e o acompanhamento da situação prevista versus real deve ser feita pelo controlador. Os roteiros de fabricação possuem códigos de barra em cada operação para que os operadores apontem os tempos de início e fim de operação. Este sistema permite que se tenha *on-line* a situação e posição física de cada item em fabricação.

O setor de informática criou a pedido um painel de visualização onde os centros de trabalho aparecem dispostos conforme o *lay-out* real da fábrica. Nele é possível visualizar os itens em fabricação, os itens em espera e a condição de operação dos centros de trabalho. Vide a figura 13.

Figura 13. Painel de controle da produção da empresa.

Os controladores têm acesso a relatórios por ORDENS DE PRODUÇÃO que indicam a carga de cada máquina e a relação de peças disponíveis por máquinas (recurso). Estes relatórios indicam também há quantos dias um item aguarda ou está adiantado para ser processado em um recurso de acordo com a data-hoje e a data prevista pelo sistema, para início da operação.

No relatório da figura 14, todas as operações não concluídas e as não iniciadas aparecem com a ordenação pela data de execução prevista mais antiga.

Diversos filtros a escolher permitem ao controlador da produção listar a sequência de entrada de itens da forma mais conveniente que desejar.

MP017 - PROGRAMAÇÃO DA CARGA-MÁQUINA - RV: 05/11/2008 16:25 - SRDB2-3543

Classificação:

Campos Listar

ASSISCT
CODCC
CODDES
CODIOB
CODITEM
CODITOS
CODMAQ
CODMAQCA
CODMATPR
CODPE
CODOS
COMPONEN
DESCITEM
DIASATPR
DIASDISP
DISPON
DTEMIS

Classificação

CODMAQ
DISPON desc
PRIORID

Filtros:

☐ Listar somente Eventos de Pagamento?

☐ Não Listar Itens que já tenha Sol.Compras

☐ Não Listar Operações de Trat.Térmico

☐ Somente Oper. com a primeira do Roteiro Encerrada

☐ Ignorar Lote

☐ Ignorar O.S. Produção

☐ Ignorar O.S. Assist.Técnica

☐ Ignorar O.S. com Início 1

☐ Ignorar O.S. com Início 4

☒ Eliminar Terceros/Tercerização

☐ Somente Operações Disponíveis

☐ Somente Operações Atrasadas

☒ Gerar Quebra de Página pela primeira Classificação

☐ Somente Itens Sem LCM

☐ Somente Grupos 064 - Tratamento Térmico

☐ Imprimir informações da Matéria-Prima

☐ Somente Matérias-Primas com N.R.

☐ Somente Matérias-Primas Bloqueadas

Parâmetros:

Máquina

C.Custos
O.S.
223975

< >

< >

< >

INS-DEL

INS-DEL

INS-DEL

Data Início

Data Final

Controlador

01/01/2000

05/01/2009

Dias Disp >=

Dias Atras >=

Op.Faltantes >=

0000

0000

0000

Descrição do Item

☐ Gerar somente o(s) 1 primeiro(s) registro(s)

CODMAQ	FIRME	CODOS	CODITOS	NROFL	SEQPROD	CODPE	DTFFVOP	DISPON	PRIORID	STOPFALTA	OPETUAL	OPEANT	DIASDISP	DIASATPR	CODITEM	DESCITEM	DTOPANT	STATOPANT	CODDES	TERCEIRO	HRPREV
06337	N	223975	001	101738	07	170	15/12/2008	999	-3	120	160	0	21	300040596	EIKO PINHAO CILINDR INT II		0		10-19945/2	N	
06320	N	223975	001	101721	01	030	23/07/2008	999		0		117	188	300038364	ARRUELA ESFERICA PM100	10/09/2008	2		00-00915/4	N	
06320	N	223975	001	101515	04	100	27/10/2008	999	-4	070	095	0	70	300040598	CARCACA PARA USINAGEM PARTE 4		0		10-22013/0	N	
06320	N	223975	001	101515	04	115	05/11/2008	999	-6	070	110	0	61	300040598	CARCACA PARA USINAGEM PARTE 4		0		10-22013/0	N	
06320	N	223975	001	101515	04	126	27/11/2008	999	-12	070	125	0	39	300040598	CARCACA PARA USINAGEM PARTE 4		0		10-22013/0	N	
06320	N	223975	001	101515	04	140	05/12/2008	999	-14	070	138	0	32	300040598	CARCACA PARA USINAGEM PARTE 4		0		10-22013/0	N	
06320	N	223975	001	101515	04	151	06/12/2008	999	-15	070	140	0	27	300040598	CARCACA PARA USINAGEM PARTE 4		0		10-22013/0	N	
06330	N	223975	001	101730	01	045	22/12/2008	999	-4	020	044	0	14	300022879	BUCHA EXCENTRICA SUPERIOR		0		10-13960/2	N	
06330	N	223975	001	101729	01	045	06/12/2008	999	-4	020	044	0	28	300022878	BUCHA EXCENTRICA INFERIOR		0		10-13960/2	N	
06330	N	223975	001	101738	07	150	04/12/2008	999	-1	120	120	0	32	300040596	EIKO PINHAO CILINDR INT II		1		10-19945/2	N	
06330	N	223975	001	101742	01	140	06/12/2008	999	-1	120	120	0	28	300040600	ENGREN CILINDR INT III SUPERIOR		1		10-19945/2	N	
06330	N	223975	001	101740	01	140	08/12/2008	999	-6	050	120	0	28	300040598	ENGREN CILINDR INT III INFERIOR		0		10-19950/2	N	
06400	N	223975	001	101730	01	044	19/12/2008	999	-3	020	042	0	17	300022879	BUCHA EXCENTRICA SUPERIOR		0		10-13960/2	N	
06400	N	223975	001	101729	01	044	04/12/2008	999	-3	020	042	0	32	300022878	BUCHA EXCENTRICA INFERIOR		0		10-13960/2	N	
06400	N	223975	001	101738	07	160	10/12/2008	999	-2	120	150	0	26	300040596	EIKO PINHAO CILINDR INT II		0		10-19945/2	N	
06400	N	223975	001	101742	01	150	15/12/2008	999	-2	120	140	0	21	300040600	ENGREN CILINDR INT III SUPERIOR		0		10-19945/2	N	
06400	N	223975	001	101740	01	150	15/12/2008	999	-7	050	140	0	21	300040598	ENGREN CILINDR INT III INFERIOR		0		10-19950/2	N	
06421	N	223975	001	101738	07	120	26/11/2008	999	0			87	41	300040596	EIKO PINHAO CILINDR INT II	10/10/2008	2		10-19945/2	N	
06421	N	223975	001	101742	01	120	01/12/2008	999	0			60	40	300040600	ENGREN CILINDR INT III SUPERIOR	06/11/2008	2		10-19945/2	N	
06421	N	223975	001	101740	01	120	01/12/2008	999	-5	050	100	0	40	300040598	ENGREN CILINDR INT III INFERIOR		0		10-19950/2	N	
06441	N	223975	001	101730	01	042	17/12/2008	999	-2	020	030	0	19	300022879	BUCHA EXCENTRICA SUPERIOR		0		10-13960/2	N	
06441	N	223975	001	101729	01	042	02/12/2008	999	-2	020	030	0	35	300022878	BUCHA EXCENTRICA INFERIOR		0		10-13960/2	N	
06620	N	223975	001	102890	02	200	01/09/2008	999	0			69	157	300038637	PINO ROSCADO L=1502	28/10/2008	2		00-00904/4	N	
06620	N	223975	001	101515	04	165	24/12/2008	999	-18	070	160	0	13	300040598	CARCACA PARA USINAGEM PARTE 4		0		10-22013/0	N	
06620	N	223975	001	101718	01	100	23/07/2008	999	-1	095	095	0	199	300039458	PARAFUSO PRISIONEIRO M6x40 L=388		1		00-00054/4	N	
06620	N	223975	001	101729	01	085	17/12/2008	999	-7	020	080	0	19	300022878	BUCHA EXCENTRICA INFERIOR		0		10-13960/2	N	
11054	N	223975	001	101723	01	165	25/11/2008	999	0			122	42	300040607	EIKO PINHAO CILINDR ALTA ROT	05/09/2008	2		10-22018/2	N	
11073	N	223975	001	101743	01	190	11/12/2008	999	-3	170	195	0	26	300040601	EIKO PINHAO CILINDR INT III SUPERIOR		0		10-19945/2	N	
11073	N	223975	001	101741	01	190	11/12/2008	999	-3	170	195	0	26	300040599	EIKO PINHAO CILINDR INT III INFERIOR		0		10-19947/2	N	
11074	N	223975	001	101733	01	190	01/12/2008	999	-1	185	185	0	35	300040607	EIKO PINHAO CILINDR ALTA ROT		1		10-22018/2	N	
11471	N	223975	001	101730	01	020	12/12/2008	999	0			32	24	300022879	BUCHA EXCENTRICA SUPERIOR	04/12/2008	2		10-13960/2	N	

Executa

Altera Maquina

Def.Prior

Narra Op.Atual

Narra Operação

Imprime

Sair

Mensagem

Figura 14. Exemplo do relatório de itens disponíveis

A Dinâmica da Programação da Produção

A programação de máquinas é feita com a ajuda do sistema informatizado que distribui, a partir da data reprogramada interna, as datas de início e fim das operações de cada item. Apesar de serem conceitualmente diferentes, os termos programação e reprogramação são usualmente convergidos para programação no jargão interno. Quando se fala em programação de máquinas realizadas pelos controladores, está-se portanto se referindo à reprogramação de recursos

4.1.1.3 O seqüenciamento na empresa e a realidade do chão-de-fábrica

O seqüenciamento da produção na empresa adota formalmente o EDD (*Earliest Due Date*). No dia-a-dia contudo, a programação é totalmente alterável pelos controladores de produção que acabam cedendo às diferentes solicitações de priorização vindas de superiores, colegas e, indiretamente, por clientes.

O seqüenciamento calculado é obtido a qualquer momento pelo sistema informatizado. Entretanto, o próprio sistema oferece ferramentas que permitem alterar este seqüenciamento da EDD para qualquer inversão de ordem de priorização.

São elementos que influenciam esta alteração de programação:

- peça que está sendo aguardada em outro centro de trabalho para aproveitar a preparação da máquina ou completar uma carga de tratamento térmico;
- peça que está sendo aguardada para conclusão de montagem de equipamento;
- peça que está sendo aguardada para execução de uma sub-montagem, como um encamisamento, por exemplo;
- peça que está sendo aguardada para reposição urgente em equipamento em assistência técnica no cliente;

-peça que faz parte de ordem de produção em atraso ou ordem de produção estratégica;

-peça que está substituindo outra peça não-conforme;

-peça em retrabalho.

A grande dinâmica dos acontecimentos diários no chão-de-fábrica cria este ambiente com sua própria característica mutante. A mudança de prioridades é aceita como fato corriqueiro e normal uma vez que não se controlam os fatores causadores das reprogramações.

Dessa forma, ainda que o padrão básico do sequenciamento seja o EDD, uma peça adiantada, ou não-atrasada, em sua programação pode ser penalizada sendo ultrapassada por qualquer peça que se encaixar em alguma condição aceleradora citada.

Segue um exemplo do que comumente ocorre.

Consideremos que cada peça tem um tempo de operação de 24 horas em uma máquina de fresamento de dentes, a fresadora.

Imaginemos esta fresadora de engrenagens com 4 diferentes modelos de peças na espera para o processamento.

PEÇA	DATA PREVISTA DA OPERAÇÃO
W	Dia 4
X	Dia 8
Y	Dia 5
Z	Dia 7

Quadro 8a.

O sistema informatizado listaria a ordem de entrada segundo a data mais antiga prevista para a execução da tarefa.

Ordem	Data	Peça
1	Dia 4	W
2	Dia 5	Y
3	Dia 7	Z
4	Dia 8	X

Quadro 8b.

Entretanto, no dia 4 a empresa foi visitada pelo diretor da empresa Alfa que solicitou a intervenção de seu conhecido diretor da empresa para que seu pedido fosse priorizado. O prazo inicialmente acordado não mais era adequado para o cliente e este estaria inclinado a adquirir mais produtos em futuro breve caso fosse bem atendido.

Então a peça A que estava em outro centro de trabalho chega na fresadora na mesma tarde do dia 4. Ela passa a encabeçar a lista de espera da fresadora.

Com isso, a lista do dia 4 ficou assim:

Ordem	Data	Peça
Na máquina	Dia 4	W
1	URGENTE	A
2	Dia 5	Y
3	Dia 7	Z
4	Dia 8	X

Quadro 8c.

No dia 5, com a peça W pronta no dia 4, o quadro fica assim:

Ordem	Data	Peça
Na máquina	Dia 4	A
2	Dia 5	Y
3	Dia 7	Z
4	Dia 8	X

Quadro 8d.

Mas no dia 6, chega na fresadora uma peça atrasada que está sendo muito solicitada para a montagem de um equipamento para exportação cuja data de embarque não pode ser prorrogada. Trata-se da peça B.

Na tarde do dia 5, uma nova lista é feita:

Ordem	Data	Peça
Na máquina	Dia 5	Y
1	URGENTE	B
2	Dia 7	Z
3	Dia 8	X

Quadro 8e.

No dia 7 pela manhã, uma peça que usa a mesma ferramenta instalada na fresadora fica disponível para fresamento. Não se pode desprezar essa condição de ganho na preparação da fresadora.

Então a lista fica assim:

Ordem	Data	Peça
0	Na máquina	Z
1	URGENTE	C
2	Dia 8	X

Quadro 8f.

Finalmente, no dia 8 bem cedo, estava tudo transcorrendo normalmente quando o pessoal da Assistência Técnica surge com uma peça urgente para ser fresada. Após grande discussão, ela foi priorizada para entrar na fresadora assim que a peça em operação estivesse concluída. Era a peça D.

Ordem	Data	Peça
0	Na máquina	C
1	URGENTE	D
2	Dia 8	X

Quadro 8g.

Vejamos então o quadro do dia 9:

Ordem	Data	Peça
Na máquina	Dia 8	X

Quadro 8h.

Vamos revisar a situação descrita com foco na peça X prevista para ser trabalhada no dia 8.

O quadro inicial do dia 4 apresentava uma espera de 4 dias até a entrada da peça X.

A situação proposta acabou atrasando a peça que tinha folga.

Mais do que um exemplo, esta situação é extremamente comum no chão-de-fábrica. Dessa forma, a peça X, por se tornar atrasada, em algum momento irá se tornar uma peça priorizada em algum centro de trabalho e, neste centro, outra peça disponível será penalizada em prazo para dar lugar a ela. Infelizmente este ciclo irá se repetir por toda a fábrica.

O objetivo deste estudo não é eliminar os atrasos, mas minimizá-los com a introdução de sistemática de tempo máximo de espera.

A determinação do melhor tempo máximo de espera para cada peça em cada centro de trabalho deve ser objeto de estudo específico. Por isso, vamos considerar para efeito de exemplificação que uma peça tenha tempo máximo de espera de 3 dias. Quando o limite pré-estabelecido fosse atingido, o próprio sistema informatizado alertaria o controlador sobre quais peças precisariam ter a data de entrada respeitada na programação.

Vamos ver o que ocorreria com a peça X na condição de espera máxima de 3 dias após ficar disponível.

Tomando a mesma priorização inicial e considerando que as peças ficaram disponíveis no mesmo dia:

ORDEM	DATA	PEÇA	TEMPO DE ESPERA (DIAS)
1	DIA 4	W	01
2	DIA 5	Y	01
3	DIA 7	Z	01
4	DIA 8	X	01

Quadro 9a.

Repetimos as ocorrências do exemplo e adicionamos uma coluna de controle de tempo de espera:

a)Chegada da peça A

No dia 4:

ORDEM	DATA	PEÇA	DIAS DISPONÍVEIS
Na máquina	DIA 4	W	–
1	URGENTE	A	0
2	DIA 5	Y	1
3	DIA 7	Z	1
4	DIA 8	X	1

Quadro 9b.

No dia 5:

ORDEM	DATA	PEÇA	DIAS DISPONÍVEIS
Na máquina	DIA 4	A	–
1	DIA 5	Y	2
2	DIA 7	Z	2
3	DIA 8	X	2

Quadro 9c.

b)Chegada da peça B

ORDEM	DATA	PEÇA	DIAS DISPONÍVEIS
Na máquina	DIA 5	Y	–
1	URGENTE	B	0
2	DIA 7	Z	3
3	DIA 8	X	3

Quadro 9d.

Neste momento, seria atingido o limite de espera estipulado. Alguma ação seria disparada. A primeira ação possível é a entrada imediata na máquina.

O sistema informatizado da empresa permite também o monitoramento de horas paradas convertidas em moeda, conforme relatório apresentado na figura 15. Nota-se que há um item específico no relatório sobre a valoração de horas de tempo de fila em um recurso.

01/04/2008		RELACAO DE HORAS PARADAS (VALORIZADAS)			PAG: 1
PR035.EXE		REFERENTE AO MES/ANO : 02/2008			17:04:42
CD	DESCRICAO DA HORA PARADA	C/PROCES	S/PROCES	TOTAL	VALOR R\$
=====					
MAQUINA : -					
		0.00	0.00	0.00	0.00
SUB-TOTAL --->		0.00	0.00	0.00	0.00

MAQUINA : 11854 - TORNO VERTICAL YV-3000+ATC CNC					
77	TEMPO DE FILA	82.28	0.00	82.28	26021.05
35	SOBREPOSIÇÃO DE TURNOS	42.48	0.00	42.48	13434.30
31	PROBLEMA/AGUARDA PROGR.CNC	0.96	0.00	0.96	303.60
30	MANUTENCAO ELETRICA PREVENTIVA	0.00	12.01	12.01	3798.16
21	AGUARDA PECA OUTRA ESTACAO	3.66	11.37	15.03	4753.24
12	AGUARDANDO INSPECACAO	2.65	0.84	3.49	1103.71
10	PROBLEMA DE DESENHO	0.33	0.00	0.33	104.36
09	PROBLEMA DE ROTEIRO	0.00	0.64	0.64	202.40
05	LIMPEZA DE MAQUINA	2.38	0.00	2.38	752.67
03	MANUTENCAO MECANICA CORRETIVA	33.09	16.06	49.15	15543.69
01	ESPERA DE PONTE	16.81	0.00	16.81	5216.16
SUB-TOTAL --->		184.64	40.92	225.56	71333.34

MAQUINA : 11853 - TORNO VERTICAL YV-2000+ATC CNC					
97	OUTROS	3.13	0.00	3.13	723.56
77	TEMPO DE FILA	35.36	0.00	35.36	8174.17
35	SOBREPOSIÇÃO DE TURNOS	71.54	0.00	71.54	16537.90
31	PROBLEMA/AGUARDA PROGR.CNC	1.02	0.00	1.02	235.79
21	AGUARDA PECA OUTRA ESTACAO	8.45	7.93	16.38	3786.56
16	OPERADOR EM TREINAMENTO	10.89	0.00	10.89	2517.44
12	AGUARDANDO INSPECACAO	7.23	0.00	7.23	1671.36
09	PROBLEMA DE ROTEIRO	0.00	6.45	6.45	1491.05
06	AGUARDANDO FERRAMENTA	7.91	0.00	7.91	1828.55
05	LIMPEZA DE MAQUINA	0.41	0.00	0.41	94.78
04	MANUTENCAO ELETRICA CORRETIVA	0.69	0.00	0.69	159.51
01	ESPERA DE PONTE	23.42	0.00	23.42	5414.00
SUB-TOTAL --->		170.05	14.38	184.43	42634.67

MAQUINA : 33056 - RETIF.ENGR.GLEASON-PF. P2000G					
77	TEMPO DE FILA	51.80	0.00	51.80	17216.77
29	MANUTENCAO MECANICA PREVENTIVA	4.25	39.53	43.78	14551.16
03	MANUTENCAO MECANICA CORRETIVA	12.81	16.38	29.19	9701.88

Figura 15. Exemplo de relatório de horas paradas por recurso.

Segue uma proposta de um plano para aumento do fluxo de peças na empresa.

GERENCIAMENTO DO TEMPO DE ESPERA

PLANO DE AUMENTO DE FLUXO NA PRODUÇÃO:

A médio prazo, o objetivo é administrar a produção por meio do tempo de fila de operações disponíveis.

Inicialmente estimamos que o prazo máximo de espera de uma operação para produtos novos seja de 5 dias e de 2 dias para peças de Assistência Técnica. Em seguida, baixaremos para 3 dias e 1 dia respectivamente.

O controle desta disponibilidade é feito através do relatório MP002 – Peças disponíveis para a máquina. Este relatório permite que as peças disponíveis para um recurso sejam listadas separadamente para itens de Assistência Técnica, itens de produto novo ou ambos em conjunto. Também é opcional a listagem de ordens de produção de estoque e de lotes.

A classificação dos dados do relatório deve ser por máquina + atrasadas. De posse deste relatório, os Controladores e Supervisores da Produção devem priorizar os itens atrasados em cada recurso. Após a queda de itens muito atrasados, poderemos gerenciar os recursos listando por máquina + disponíveis.

Buscaremos as seguintes metas :

-Peças de produtos novos – máximo de 3 dias de espera

-Peças de reposição (Assistência Técnica) – máximo de 1 dia de espera.

Com isso, esperamos que o fluxo de peças na fábrica seja aumentado e a capacidade de produção possa ser aumentada.

COMO FAZER:

Através do uso do relatório MP002 – Peças disponíveis para a máquina.

Primeira etapa:

a) Listar as peças atrasadas por máquina com filtro inicial de 100 dias. Após isso, prosseguir com filtros de 50 dias até o objetivo de 10 dias.

b) De posse da listagem, fazer a previsão de entrada na estação de trabalho conforme a listagem de prioridade de cada máquina.

Segunda etapa:

a') Listar as peças disponíveis por máquina com filtro inicial de 100 dias. Após isso, prosseguir com filtros de 50 dias até o objetivo de 10 dias.

B') De posse da listagem, fazer a previsão de entrada na estação de trabalho conforme a listagem de prioridade de cada máquina.

Nota: A proposta acima considera um período de adaptação e ajuste para que algumas operações listadas que tenham sido realizadas mas não-baixadas sejam eliminadas do sistema informatizado.

4.1.1.4 Um paralelo sobre gerenciamento de fila em uma empresa comercial – O caso da fila de pagamentos de boletos da C&A

Conforme consta no site da empresa, a C&A é uma das maiores cadeias de varejo de moda no mundo. De origem holandesa, foi fundada em 1841 pelos irmãos Clemens e August, cuja união das iniciais de seus nomes resultou na marca C&A. Em 1976, foi inaugurada a primeira loja no Brasil, no Shopping Ibirapuera, em São Paulo e, atualmente, a C&A está presente em grande parte do território nacional. A filosofia de trabalho é: vender o melhor da moda por preços justos.

A C&A é também um dos maiores varejistas em produtos e serviços financeiros. Por meio do Banco Ibi, oferece cartões de crédito, seguros, títulos de capitalização e empréstimos para pessoas físicas e jurídicas. A empresa acredita que a ética, a responsabilidade social e a preservação do meio ambiente são valores fundamentais para uma empresa. Por isso, possui como princípio básico o respeito a seus funcionários, fornecedores e à comunidade como um todo.

Nas lojas da C&A há um balcão específico para pagamentos de boletos do cartão de crédito da companhia. Este boleto não é recebível em bancos ou pagável pela internet, de modo que o cliente necessita comparecer ao menos uma vez ao mês numa das lojas para realizar o pagamento de seu cartão da empresa.

Há mais de um caixa por balcão e a fila é única orientada com separadores de fita. Existe um letreiro luminoso no alto do balcão indicando ao chegante na fila, qual é o máximo tempo de espera que ele irá aguardar na fila.

O tempo máximo de espera foi estipulado como 7 minutos. Esta definição veio de um estudo realizado na loja-modelo de Campinas, em São Paulo, onde houve monitoramento de fluxo de clientes e tempo médio de atendimento. Juntou-se a esse estudo a política de satisfação da empresa e foi então adotado o tempo máximo de espera de 7 minutos.

Esse tempo controlado permite que o cliente não se desgaste e compense a ida à loja conhecendo novos produtos e transformando essa visita em novas compras.

A SISTEMÁTICA

Existem funcionários (monitores) na loja que controlam periodicamente o tempo que um determinado cliente está aguardando, até seu efetivo atendimento. Caso este tempo monitorado estiver próximo de atingir os 7 minutos, um novo caixa é imediatamente aberto para operação.

O treinamento básico de um funcionário recém-admitido é o de operador de caixa. Qualquer outra função existente na loja é capaz de operar o caixa. Dessa forma, a abertura de um novo guichê dá-se deslocando um funcionário de outra função pelo tempo suficiente para dar vazão à fila formada no período. Pelo fato de agirem em situação de criticidade “apagando incêndios”, esses funcionários são chamados internamente de “bombeiros”.

Outra maneira de dimensionar a quantidade de atendentes de caixa, ou planejar o uso de “bombeiros”, é a utilização de dados históricos de afluência de clientes nos mesmos dias de anos anteriores.

Finalmente, a quantidade de pessoas na fila também é um disparador da atuação dos “bombeiros”. Na loja visitada, concluíram que 01 caixa pode atender em média cerca de 7 pessoas no tempo de 7 minutos, porém essa condição é suplantada pelo monitoramento da espera já descrito anteriormente.

O operador de caixa também é instruído a solicitar reforço quando ele próprio considerar necessário, por exemplo se houver um atendimento que está consumindo tempo médio acima do usual.

COMENTÁRIO

Maister (1985 apud Corrêa e Corrêa, 2004, p.447) desenvolveu uma maneira de minimizar os “custos da espera do na fila sem recorrer ao aumento da capacidade de atendimento utilizando-se a “psicologia da fila” que parte do pressuposto de que o importante em termos de “custos de espera”, não é o tempo real esperado, mas o tempo percebido pelo cliente.”

Maister faz as seguintes observações:

- a maioria das pessoas superestima o tempo de espera (em mais de 20%);
- tempo ocioso parece mais longo do que o tempo ocupado;
- a espera pré-processo parece maior do que o tempo em processo;
- esperas sem explicação são menos toleradas do que as explicadas;
- esperas sem previsão de atendimento parecem mais longas do que as com prazo conhecido;

- esperas solitárias parecem mais longas do que em grupo.

De modo similar às peças que estão aguardando usinagem em frente da máquina, as pessoas que chegam aguardam sua vez de serem atendidas.

Os clientes são “processados” nos caixas de pagamento num seqüenciamento FIFO (*First In, First Out*) onde aquele que chega primeiro é atendido primeiro. O grande diferencial visto aqui é que há um plano de ação pré-concebido para garantir um tempo máximo de permanência na fila que é o aumento de recurso, disparado conforme se atinge uma marca de controle.

5 CONCLUSÕES

5.1 Resultados

As entrevistas realizadas com os agentes participantes do controle de produção serviram para entender conceitos culturais do chão-de-fábrica da empresa. Os depoimentos foram transformados em texto para melhor entendimento do leitor.

Foram abordados os tópicos a seguir e serão relatados conforme resultado do questionário feito aos respondentes:

- a) Sobre o entendimento da função PCP
- b) Sobre o seqüenciamento
- c) Sobre os critérios de priorização
- d) Sobre a reprogramação
- e) Sobre a tomada de decisão
- f) Sobre outros comentários dignos de nota.

Os respondentes

Os respondentes das entrevistas foram os controladores do PCP. Eles foram recrutados internamente oriundos de funções que permitiram a eles um razoável conhecimento do produto em termos de designação, função e prioridade de montagem. Possuem formação técnica em mecânica, o que lhes dá certa vivência com termos típicos de indústria mecânica. Não há treinamento formal para essa função na empresa. Os novos controladores são iniciados e desenvolvidos pelos mais experientes. Uma vantagem disso é o rápido conhecimento das peculiaridades da função apesar do risco de adquirirem procedimentos enviesados dos antigos controladores.

Tópicos abordados

a) Sobre o entendimento da função PCP

Segundo Corrêa e Corrêa (2004, p.578),

Controle de operações consiste na atividade de coletar e analisar informações realimentadas do desempenho efetivo de dado conjunto de funções ou processos, com intuito de monitorar e sistematicamente disparar ações úteis no caso de discrepâncias significativas entre o desempenho efetivo e o desempenho planejado, continuamente alterando, quando adequado, parâmetros ou políticas usadas nessas funções ou processos.

O conceito acima é encontrado em todos os controladores que mesmo intuitivamente, executam suas tarefas com objetivo de monitoramento entre o planejado e o realizado.

A preocupação com o prazo de entrega está presente em todos os controladores. Não há explicitada a mesma ênfase em relação a custos. Existe esta preocupação quando se busca o uso inteligente de *set-ups*, mas o fator prazo é preponderante sobre qualquer outra decisão.

São conhecedores do fluxo a partir de uma venda efetuada com prazo previamente estabelecido, onde o planejamento divide este projeto em etapas, engenharia, suprimentos, fabricação, montagem, preparação para expedição, partindo da data final de entrega e retroagindo até essa data de forma que cada etapa seja sempre respeitada dentro do *lead time* total.

A partir das etapas de engenharia e suprimentos concluídas, principalmente dos itens mais significativos ligados à matéria-prima, tem-se o início da atuação do controle da produção fazendo com que aquilo que foi previamente planejado ocorra no ambiente fabril com os controladores detectando e corrigindo os desvios encontrados.

O controle da produção baseia-se no que foi planejado como o planejamento inicial, e procura-se que esse planejamento seja cumprido. Além disso, também atua na programação da produção.

Atualmente, cada controlador é responsável pelo seqüenciamento de determinadas máquinas. Há a função do controlador-chefe que, além do controle de algumas ordens de serviço, atua como um reprogramador da produção. Basicamente, o planejamento faz a entrada do material ocorrer na data prevista. O controlador-chefe atua como um reprogramador da produção e o controlador da produção permanece como suporte de informações colhidas no sistema informatizado e checados diretamente nas máquinas, e “brigando” por espaço nas máquinas fazendo com que o planejamento inicial se cumpra.

O sistema informatizado faz com que se estabeleça uma data de início e uma data de término de fabricação de uma determinada peça. Ele utiliza todas as horas de processamento e distribui entre essas duas datas. O planejamento exige a entrada da data de início e data de término da produção. As horas são diluídas nesse espaço e divididas, criando algumas lacunas para absorver um tempo de fila que muitas vezes acaba sendo extrapolado. O material que entra na fábrica numa data correta, às vezes até mais cedo do que o previsto, pode ficar atrasado em relação ao que foi planejado.

b) Sobre o seqüenciamento

Não há preocupação explícita com o tempo de espera que um determinado item aguarda para processamento.

Devido à sobrecarga do momento, observa-se que as máquinas trabalham basicamente em função daquilo que se está entregando no mês, com uma parte do horizonte no mês seguinte. Muitas vezes, nem o mês seguinte completo. Observa-se que não existe um seqüenciamento por tempo de fila ou por espera, ou quem chegou primeiro sai primeiro.

Normalmente quem chega primeiro acaba saindo depois em função dos itens urgentes, denominados “pára-quedas”, e da programação do mês.

Nota-se que na empresa as pessoas não se preocupam muito com o gerenciamento de tempo de fila. Opinam que se isso fosse seguido, as máquinas não estariam absorvidas só com as entregas do mês seguinte, mas com as datas previstas para aquela operação e, provavelmente, não haveria estouro de carga.

Desempate: Entendendo como aquela situação onde ocorrem itens com mesma prioridade ou urgência em um recurso, o desempate é feito considerando-se vários parâmetros. Procura-se observar alguns aspectos : a preparação atual da máquina e qual é a operação subsequente. Qual a situação do recurso previsto para aquela determinada peça? Está aguardando o material chegar lá?

As questões são colocadas porque é possível uma mesma máquina como uma mandriladora poder processar um eixo ou uma carcaça que são peças totalmente distintas. Um exemplo, a carcaça, depois dessa operação de mandriladora, teria uma operação seguinte livre. Então, seria necessário entrar com essa carcaça na máquina porque em seguida há a operação de tubulação, onde não tem redutor nenhum, não tem carcaça nenhuma. Neste caso, o critério de desempate observa basicamente estes dois aspectos: ou a preparação da máquina ou a condição do centro de trabalho subsequente.

c) Sobre os critérios de priorização

Os principais critérios de priorização utilizados consideram a preparação atual da máquina, a condição do centro de trabalho subsequente e a condição de fabricação dos demais itens do redutor,

Observa-se que em determinados recursos, sejam humanos ou máquinas, o tempo de fila precisaria ser muito reduzido porque ocorrem casos onde o material já foi está disponível

antecipadamente no setor ou o material já está em estoque. Alguns controladores defendem que o que chega cedo deveria ter sua liberação de produção iniciada antecipadamente como aquelas operações iniciais do processo de fabricação que são a serra, o pré-beneficiamento, o ultra-som. Percebe-se que alguns setores ligados à produção costumam reter os roteiros da respectiva operação pois verificam que tais operações não estão atrasadas conforme indicado nos roteiros que têm a data de prevista da operação. Costuma-se reter peças que estão disponíveis mas não estão atrasadas. Por exemplo, estão disponíveis há 10 dias mas ainda não estão atrasadas. Então, caso a operação seja realizada naquela data o item estará no prazo. Isso é considerado prejudicial para o fluxo, pois se poderia haver peças no setor adiante suficientes para se montar uma carga de tratamento térmico otimizada de cementação, ou seja, a mesma carga na cementação devido ao tamanho do dente da engrenagem, denominado módulo.

Também há a condição de surgir uma peça na fresadora de dentes e esta máquina estar trabalhando com a mesma ferramenta de corte permitindo o uso do mesmo *set-up*.

d) Sobre a reprogramação

É utilizado um relatório que lista as peças disponíveis para cada recurso.

O reprogramador da produção monitora essa disponibilidade diariamente e as trocas de listas de prioridades das máquinas são feitas conforme essa necessidade.

Um controlador diz: *“Se foi programado entrar numa máquina uma seqüência de 4 peças - e se está praticando aqui as máquinas-chave - não se tem colocado mais do que 4 peças na lista justamente para não se criar uma expectativa muito grande no seqüenciamento, no fluxo, pois não se consegue muitas vezes nem cumprir estas 4 peças que foram colocadas nesta lista”*.

Todas as máquinas de ciclo maior possuem controle de prioridades. Por exemplo, o torno vertical, uma mandriladora, uma retificadora de dentes. Atualmente as peças não ficam

mais na imediação da máquina, pois existem baias que foram criadas em outro setor da empresa. Há uma baia exclusiva para mandriladora, outra exclusiva para torno-vertical, outra ainda somente para peças aguardando traçagem. O setor de transporte interno monitora as listas das máquinas de forma que fique 1 ou 2 peças do lado da máquina. As demais ficam todas na baia esperando justamente a definição bem concreta: essa é a próxima peça, depois da próxima é essa. Essa programação é feita diariamente. As listas são trocadas à medida que essa troca se faz necessária também. Dessa forma, essa reprogramação é sempre observada.

e) Sobre a tomada de decisão

Todos os controladores consideram que têm claramente o que é melhor para o andamento da ordem de produção que se está controlando. Cada controlador administra a sua ordem de produção e o controlador-chefe, numa função de ponderador, verifica o que é melhor para o andamento da fábrica como um todo para que os prazos sejam cumpridos o mais fielmente possível. Nota-se que os controladores buscam a visualização do andamento de sua ordem de produção e “advogam” no chão-de-fábrica em favor do fluxo de suas respectivas peças. Contudo, a decisão final está por conta do equipamento que está para ser montado e aquilo que o controlador-chefe julgue que é melhor para o fluxo da fábrica como um todo.

Quanto às mudanças na priorização das máquinas, consideram que a fábrica precisa se mostrar flexível neste aspecto porque de maneira estratégica prefere-se atrasar um pouco mais uma encomenda já atrasada ou que o cliente não irá necessitar no momento para atender outra que a empresa julgue importante. Todas essas decisões são refinadas no dia-a-dia. Diariamente acontecem reuniões no setor de montagem onde as diretrizes definidas são transferidas em seguida para a fábrica. Por inúmeras questões, muitas, clientes, prazo

protelado, esse refino acontece diariamente e a fábrica atua em função disso. Os próprios controladores têm a sensação e mesmo a realidade de se estar sempre “apagando incêndios”.

f) Sobre outros comentários dignos de nota.

Pela cultura da empresa, os postos de trabalho de final de linha ou aqueles considerados gargalos nunca podem ficar sem peça ou atividade. Uma vez que um recurso seja definido como recurso gargalo, os controladores procuram sempre deixar um pulmão de itens disponíveis ao lado, justamente para que se façam montagens, *set-ups* inteligentes e minimize-se esse tempo de não-operação. É comum que se queira sempre ver uma máquina operando o maior número de horas possível. Para isso, num recurso gargalo, é preciso ter um pequeno pulmão estratégico para que estes *set-ups* sejam sempre minimizados. Quando se observa que um recurso de início do processo de fabricação está com muito material disponível, muita peça a ser processada, é sabido pelos controladores que certamente ocorrerão problemas nos recursos-gargalo mais adiante e no final do processo. Uma fila na serra num momento pode impactar numa fila muito grande numa retificadora de dentes mais tarde. Assim, conclui-se que, para um determinado recurso, ter poucas peças pode ser um problema e para outros recursos, nem tanto. Depende da etapa que ele está no processo.

Noh, Rim e Lee (2005) propõem um novo conceito de gerenciamento da capacidade fabril para cumprimento das datas de entrega chamado ESQUEMA DE CAPACIDADE RESERVADA, que reserva porções (percentuais) da capacidade para atendimento de ordens urgentes. Trata-se de um mecanismo de aceitação de pedidos e programação que visa ajudar as empresas MTO a cumprir pedidos urgentes enquanto continua cumprindo as datas de entrega de todos os outros pedidos regulares já programados.

5.2 Conclusões

O presente trabalho teve o objetivo de apresentar o ambiente de uma empresa de manufatura sob encomenda que utiliza a regra de seqüenciamento EDD e que poderia adotar um critério de priorização adicional de modo a melhorar o fluxo de materiais no mutável nível do chão-de-fábrica.

Foi realizado um estudo de caso de fabricante de redutores de velocidades industriais sob encomenda onde se ressaltou as características marcantes do sistema de administração da produção adotado, a regra de seqüenciamento na qual a priorização de tarefas é baseada e a realidade das reprogramações no chão-de-fábrica.

Assim descrito o específico ambiente da empresa estudada, pode-se responder à pergunta-problema do estudo: O tempo de espera para início do processamento dos materiais pode servir de base para que ações pré-definidas sejam tomadas?

O estabelecimento de um tempo máximo de espera para um item numa fila de um recurso fabril pode ser referência para a tomada de decisão de ações de priorização no chão-de-fábrica.

É importante frisar que a pesquisa relata uma condição específica de uma empresa MTO mas que pode servir de exemplo para situações semelhantes onde futuros estudos possam ser desenvolvidos.

Uma recomendação para um futuro estudo seria a realização de uma pesquisa abrangente para que sejam avaliados os casos em que se aplicaram ou combinações de regras de seqüenciamento ou apenas uma determinada condição foi adicionada a estas regras.

6 COMENTÁRIOS FINAIS

Yeh (2005) diz que as técnicas de programação existentes podem não tratar adequadamente o problema prático de seqüenciamento no chão-de-fábrica. Na prática, variações diárias inesperadas nas operações de chão-de-fábrica fazem qualquer tentativa de gerar uma programação muito longe da realidade. Tudo isso serve para sugerir que o problema de seqüenciamento eficiente das operações de *job shop* poderia ser melhor conduzido no nível operacional (chão-de-fábrica) do que no nível de planejamento/programação. Em outras palavras, o eficiente seqüenciamento para tarefas a serem feitas nos correspondentes centros de trabalho podem ser melhor realizados por programações de chão-de-fábrica, e não necessariamente por uma programação de produção gerada por um sistema de programação superior.

Uma prática corrente do chão-de-fábrica é que, baseado na programação da produção e na situação corrente da produção, os controladores podem usar sua intuição e conhecimento para combinar trabalhos liberados com requisitos de operações semelhantes, para obter uma seqüência de trabalho eficiente.

Para responder à questão sobre qual a melhor regra de seqüenciamento para um ambiente *job shop*, pesquisadores fizeram e fazem inúmeros estudos que quase sempre levam a respostas otimizadas desde que sejam desconsideradas situações práticas. Muitos pesquisadores assumem condições extremamente particulares e estáticas que não suportam as ocasionais variações do ambiente de chão-de-fábrica.

Diante dessa realidade, a proposta de uma condição a ser adicionada numa regra de seqüenciamento de tarefas no chão-de-fábrica (gerenciamento de tempo de espera) visa a aplicação de uma solução simples e caseira, com uso dos recursos de informação já disponíveis e adequável à cultura da empresa.

É importante ressaltar que o presente trabalho procurou somente apresentar uma situação específica de ocorrências corriqueiras de chão-de-fábrica em uma manufatura de bens sob encomenda, mas que pode contribuir para estudos mais aprofundados sobre o tema abordado.

7 REFERÊNCIAS

AQUILANO, Nicholas J.; JACOBS, F. Robert ; CHASE, Richard *Production and operations management – manufacturing and services*. 8 ed. Danveers: Hardcover, 1998. 889 p.

BALAS, Egon; SIMONETTI, Neil; VAZACOPOULOS, Alkis. Job shop scheduling with setup times, deadlines and precedence constraints. **Journal of Scheduling**, v.11, p.253-262, 2008.

BARROS, Alexandre Damas de; MOCELIN, João Vitor. Análise da flutuação do gargalo em *flow shop* permutacional com tempos de *setup* assimétricos e dependentes da sequência. **Revista Gestão & Produção**, v.11, n.1, p.101-108, jan. - abr.2004.

BAZERMAN, Max H. Processo decisório: para cursos de administração e economia. Trad. da 5 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004. 232p.

BETRAND, J.W.M.; VAN OOIJEN, H.P.G.. Optimal work order release for make-to-order job shops with customer order lead-time costs, tardiness costs and work-in-process costs. **International Journal of Production Economics**, 2008.

BONNEY, Maurice. Reflections on production planning and control (PPC). **Revista Gestão & Produção**, v.7, n.3, p.181-207, dez.2000.

CAMPOMAR, Marcos Cortez. Do uso de “estudo de caso” em pesquisas para dissertações e teses em administração. **Revista de Administração**, v.26, n.3, p.95-97, jul. – set.1991.

CHOI, K.; KIM, S.; LEE, H.; KWON, I..An operation scheme for make-to-order job-shop production systems. **Computers Industrial Engineers**, v.33, n.3/4, p.765-768, 1997.

CLELAND, David I.; IRELAND, Lewis R. Gerenciamento de projetos – Revisão técnica de Roque Rabechini Jr. – LTC, Rio de Janeiro:2007. Trad. de: Project Manager’s Portable Handbook.

CLEMEN, Robert T. Making hard decisions: an introduction to decision analysis. 2 ed. Pacific Groove, Califórnia: 1996. 664 p.

CONWAY, Richard W.; MAXWELL, William L.; MILLER, Louis W. Theory of scheduling. Dover Publications, Mineola, N.Y. 2003. 294 p.

COOPER, Donald R.; SCHINDLER, Pamela S. Métodos de pesquisa em administração. 7 ed. Porto Alegre: Bookman, 2003. 640 p.

CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A.: Administração de produção e operações – manufatura e serviços: uma abordagem estratégica – São Paulo: Atlas, 2004. 690p.

CORRÊA, Henrique L.; GIANESI, Irineu G.N. *Just in time*, *MRP II* e *OPT*: um enfoque estratégico. 2 ed. São Paulo: Atlas 1993. 186 p.

COSTA, Ricardo Sarmento. Pontualidade total na produção sob encomenda: conceito, tecnologia e uso da simulação computacional na gestão do chão-de-fábrica. Rio de Janeiro.

COPPE/UFRJ. 1996. 498p. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1996.

COX III, James F.; SPENCER, Michael S. Manual da teoria das restrições. Porto Alegre: Bookman, 2002.

EBADIAN, M.; RABBANI, M.; TORABI, S.A.; JOLAI, F.. Hierarchical production planning and scheduling in make-to-order environments: reaching short and reliable delivery dates. **International Journal of Production Research**, p.1-29, 2008.

EBBEN, M.J.R.; HANS, E.W.; WEGHUIS, F.M. Olde. Workload based order acceptance in job shop environments. **OR Spectrum**, v.27, p.107-122, 2005.

ESCORSIM, Sérgio; KOVALESKI, João Luiz. Reflexão sobre a evolução da administração da produção. **Anais do ADM2004 – Congresso internacional de administração 2004**. Ponta Grossa, BR.

ESCORSIM, Sérgio; KOVALESKI, João Luiz; REIS, Dalcio Roberto dos. Evolução conceitual da administração da produção. **Revista Capital Científico**, v.3, p.65-76, 2005.

FERNANDES, Flávio César Faria; SANTORO, Miguel Cezar. Avaliação do grau de prioridade e do foco do planejamento e controle da produção (PCP): modelos e estudos de casos. **Revista Gestão & Produção**, v.12, n.1, p.25-38, jan.-abr.2005.

GONÇALVES, José Fernando; MENDES, Jorge José de Magalhães; RESENDE, Maurício G.C.. A hybrid genetic algorithm for the Job Shop Scheduling Problem. **AT&T Labs Research Technical Report TD-5EAL6J**, September, 2002.

HASKOSE, A.; KINGSMAN, B.G.; WORTHINGTON, D..Performance analysis of make-to-order manufacturing systems under different workload control regimes. **International Journal of Production Economics**, v.90, p.169-186, 2004.

HENDRY, L.C.; KINGSMAN, B.G.. Production planning systems and their applicability to make-to-order companies. **European Journal of Operational Research**, v.40, p.1-15, 1989.

KEENEY, Ralph L..Making better decisions makers. **Decision Analysis**, v.1, p.192-204, 2004.

KINGSMAN, Brian; WORDEN, Lee; HENDRY, Linda; MERCER, Alan; WILSON, Elaine. Integrating marketing and production planning in make-to-order companies. **International Journal of Production Research**, v.30-31, p.53-66, 1993.

LAURINDO, José Barbin; MESQUITA, Marco Aurélio de. Materials requirement planning – 25 anos de história – uma revisão do passado e prospecção do futuro. **Revista Gestão & Produção**, v.7, n.3, p.320-337, 2000.

LEE, K.I.; KANG, M.; PARK, J.H.. A collaborative scheduling system for make-to-order manufacturing. **Annals of the CIRP**, v.45, n.1, 1996.

LUEBBE, R.; FINCH, B.: Theory of constraints and linear programming: a comparison. **International Journal of Production Research**, v.30, n.6, p.1471-1478, 1992.

MARTINEZ-OLVERA, C.. Reference model of the manufacturing execution activity in make-to-order environments. **International Journal of Production Research**, p.1-25, 2007.

New Jersey: Prentice-Hall, 1998.

MONTEVECHI, José Arnaldo; TURRIONI, João Batista; MERGULHÃO, Ricardo Coser; ALMEIDA, Dagoberto Alves de. Análise comparativa entre regras heurísticas de seqüenciamento da produção aplicada em job shop. **Revista Produto & Produção**, v.6, n.2, p.12-18, 2002.

NEWMAN, W. Rocky; MAFFEI, Mary Jo. Managing the job shop: simulating the effects of flexibility, order release mechanisms and sequencing rules. **Integrated Manufacturing Systems**, v.10, n.5, p.266-275, 1999.

NOH, Seung J.; RIM, Suk-Chul; LEE, Heesang. Meeting due dates by reserving partial capacity in MTO firms. **AsiaSim 2004, LNAI 3398**, p.568-577, 2005.

NOREEN, Eric W.; SMITH, Debra; MACKEY, James T. A teoria das restrições e suas implicações na contabilidade gerencial: um relatório independente. São Paulo: Educator, 1996.

NYHUIS, Friedhelm; PEREIRA FILHO, Néocles Alves. Methods and tools for dynamic capacity planning and control. **Revista Gestão & Produção**, v.9, n.3, p.245-260, dez.2002.

PINEDO, Michael. Scheduling Theory. Algorithms, and Systems Scheduling Theory. Algorithms, and Systems. New Jersey: Prentice Hall-Upper Saddle River, 2002. 586 p.

RAWABDEH, Ibrahim A.. A model for the assessment of waste in job shop environments. **International Journal of Operations & Production Management**, v.25, n.7/8, p.800, 2005.

ROBBINS, Stephen P.: Comportamento Organizacional. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005, 536p.

RÚBIO, Antônio Lechugo. O planejamento e a programação da produção: entendendo os conceitos e técnicas utilizados nos diversos ambientes de produção. São Paulo: Editora STS, 2002. 242 p.

SHABTAY, Dvir; STEINER, George. Optimal due date assignment in multi-machine scheduling environments. **Journal of Scheduling**, v.11, p.217-228, 2008.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. Administração da Produção. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2002. 747 p.

SONG, Dong-Ping; HICKS, Christian; EARL, Christopher F..An ordinal optimization based evolution strategy to schedule complex make-to-order products. **International Journal o Production Research**, v.44, n.22, p.4877-4895, 2006.

SOUTO MAIOR FILHO, Joel.: Pesquisa em administração: em defesa do estudo de caso **Revista de Administração de Empresas**, n.24, p.146-149, out/dez 1984.

TUBINO, Dalvio Ferrari. Planejamento e controle da produção: teoria e prática. São Paulo: Atlas, 2007.190 p.

UPTON, David M. *Designing, managing and improving operations*. Upper Saddle River, 1998.529p.

VERGARA, Sylvia Constant. Projetos e relatórios de pesquisa em administração – São Paulo: Atlas, 2000. 92p.

WISNER, Joel D.; SIFERD, Sue P.. A survey of U.S. manufacturing practices in make-to-order machine shops. **Production and Inventory Management Journal**, v.36, n.1, 1995.

YEH, Chung-Hsing. A customer-focused planning approach to make-to-order production. **Industrial Management & Data Systems**, v.100, n.4, p.180-187, 2000.

YEH, Chung-Hsing. Sequencing shop-floor operations: a practical approach. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v.16, n.5, p.531-541, 2005.

YIN, Robert K. Estudo de caso: planejamento e métodos. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2005. 212 p.

ZACARELLI, Sérgio Baptista. Administração estratégica da produção. São Paulo: Atlas, 1990.134p.

Site: www.cea.com.br