

UNIVERSIDADE CANDIDO MENDES – UCAM
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PESQUISA OPERACIONAL E
INTELIGÊNCIA COMPUTACIONAL
CURSO DE MESTRADO EM PESQUISA OPERACIONAL E INTELIGÊNCIA
COMPUTACIONAL

Adalberto de Oliveira Pereira

AUTOMATIZAÇÃO DO PLANEJAMENTO DA CAPACIDADE EM UMA
EMPRESA DO SETOR DE BENEFICIAMENTO DE TUBOS

CAMPOS DOS GOYTACAZES, RJ
MAIO DE 2013

UNIVERSIDADE CANDIDO MENDES – UCAM
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PESQUISA OPERACIONAL E
INTELIGÊNCIA COMPUTACIONAL
CURSO DE MESTRADO EM PESQUISA OPERACIONAL E INTELIGÊNCIA
COMPUTACIONAL

Adalberto de Oliveira Pereira

AUTOMATIZAÇÃO DO PLANEJAMENTO DA CAPACIDADE EM UMA
EMPRESA DO SETOR DE BENEFICIAMENTO DE TUBOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Pesquisa Operacional e Inteligência Computacional, da Universidade Candido Mendes – Campos/RJ, para obtenção do grau de MESTRE EM PESQUISA OPERACIONAL E INTELIGÊNCIA COMPUTACIONAL.

Orientadora: Prof^a Denise Cristina de Oliveira Nascimento, D.Sc.

CAMPOS DOS GOYTACAZES, RJ
MAIO DE 2013

ADALBERTO DE OLIVEIRA PEREIRA

AUTOMATIZAÇÃO DO PLANEJAMENTO DA CAPACIDADE EM UMA
EMPRESA DO SETOR DE BENEFICIAMENTO DE TUBOS

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Pesquisa Operacional
e Inteligência Computacional, da
Universidade Candido Mendes –
Campos/RJ, para obtenção do grau de
MESTRE EM PESQUISA OPERACIONAL
E INTELIGÊNCIA COMPUTACIONAL.

Avaliado em 17 de Maio de 2013

BANCA EXAMINADORA

Denise Cristina de Oliveira Nascimento, D.Sc. – Orientadora
Universidade Candido Mendes

Aldo Shimoya, D.Sc.
Universidade Candido Mendes

Eduardo Shimoda, D.Sc.
Universidade Candido Mendes

Ailton da Silva Ferreira, D.Sc.
Universidade Federal Fluminense

Thiago Muniz Barbosa, M.Sc.
Universidade Candido Mendes

CAMPOS DOS GOYTACAZES, RJ
2013

A Deus, porque Dele, por Ele e para Ele
são todas as coisas e a minha família.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente ao Deus Altíssimo. Por acreditar que ELE é o caminho, a verdade e a vida.

A minha família por ter me apoiado durante este projeto.

A orientadora prof.^a D.Sc. Denise Cristina pelo incentivo a pesquisa, a confiança, a orientação primorosa, pela compreensão, paciência, dedicação no trabalho desenvolvido. Meu agradecimento e profundo respeito.

Ao Mestre e amigo Thiago Muniz Barbosa, por ter me auxiliado com suas valiosas dicas e conhecimento.

A todos os Professores do Mestrado MPOIC da Universidade Candido Mendes de Campos dos Goytacazes (UCAM) pela dedicação ao ensino e o fomento a pesquisa.

Aos colegas de curso pelo convívio agradável neste período de estudo.

“A felicidade não está na partida
e nem na chegada, mas na
travessia”. (Guimarães Rosa)

RESUMO

AUTOMATIZAÇÃO DO PLANEJAMENTO DA CAPACIDADE EM UMA EMPRESA DO SETOR DE BENEFICIAMENTO DE TUBOS

O desenvolvimento de um aplicativo para Planejamento e Controle da Produção (PCP) em empresa, é hoje algo que onera custos e de difícil implementação devidos às características do PCP. Atualmente uma ferramenta de software eficiente permitirá, a um custo acessível, promove um maior avanço no processo produtivo destas empresas. A metodologia consistiu em realizar através de fichas de ordem de Pedido de Trabalho (PT) a entrada de dados no sistema, relativo a pedidos de produção e de acordo com parâmetros relacionados ao processo produtivo, permitir que o software realize tarefas tais como: Execução do Planejamento de Produção, Reorganização dos PTs Planejadas, Recalcular Dados que foram informados via os Pedido de Trabalho. O Aplicativo utiliza ainda um equipamento de entrada de dados (PTs, quantidade produzida), junto ao chão-de-fábrica para entrada de dados em tempo real de produção, permitindo assim o acompanhamento de cada fase no processo fabril. O objetivo deste trabalho deste trabalho foi desenvolver um aplicativo capaz de realizar o processo de controle de pedidos desde a entrada do PT até a fase de embalagem dos produtos, monitorando e atualizando os dados para o controle de PCP. Tendo como resultados a obtenção, de forma rápida e precisa, da análise crítica dos pedidos, disponibilidade de matéria prima para produção, acesso a dados de planejamento e produção, controle de produção e carregamento, relatórios e gráficos de dados.

PALAVRAS-CHAVE: Pedido de Trabalho (PT), Planejamento e Controle da Produção (PCP), Aplicativo, Reorganização, Processo Fabril.

ABSTRACT

AUTOMATION OF CAPACITY PLANNING IN A CAPANY SECTOR IMPROVEMENT OF TUBES

Developing an Application for Production Planning and Control (PPC) in the company, is now something that costs and burdens difficult to implement due to the characteristics of PPC. Currently a software tool will enable efficient, at an affordable cost, promotes further advancement in the production process of these companies. The methodology consisted of performing through sheets Request for Papers (RP) data entry system on the production orders and according to parameters related to the production process, allowing the software to perform tasks such as: Implementation Planning production, planned Reorganization of RPs , Recalculate Data were informed via the Request Work RP. The application also uses a data input device (RPs, yield), together with the machinery of the factory floor data entry in real time of production, allowing monitoring of each phase in the manufacturing process. The objective of this study was to develop an application that can perform the process control applications since the entry of the RP to the stage of packaging of products, monitoring and updating the data to the control of PPC. Having obtaining such results, quickly and accurately, the analysis of critical applications, availability of raw materials for production, data access and production planning, production control and charging, reports and data graphics.

KEYWORDS: Request for Papers (RP), Production Planning and Control (PPC), Application, Reorganization, Process Manufacturing.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Exemplo de Arvore de decisão (RUSSEL; NORVIG ,2003).....	28
Figura 2-Diagrama de fluxo - Informação num sistema de manufatura (PINEDO, 1995).....	37
Figura 3 - Diagrama de Fluxo de Planejamento. Fonte Própria, 2011.	47
Figura 4- Diagrama de Fluxo de Replanejamento. Fonte: Própria, 2011.....	49
Figura 5- Tela de Cadastro de Prensa que permite alimentar o aplicativo com os dados das prensas e seus respectivos parâmetros de codificação, tipo de conexão, quantidade de peças produzidas. Fonte Schulz, 2012.	53
Figura 6- Tela de Cadastro de Datas e Justificativas de dias trabalhados, bem como a capacidade em minutos de cada prensa. Fonte Schulz, 2012	54
Figura 7 - Tela de Importação de planilhas provenientes de outros aplicativos previamente formatadas (Lista de Estoque, Pedidos de Compra de Materiais, Pedidos de Vendas e PTs Geradas etc). Fonte Schulz, 2012.....	55
Figura 8- Tela de Planejamento de Produção das Prensas - Responsável por realizar as principais rotinas do planejamento da produção. Fonte: Schulz, 2012	56
Figura 9 - Tela de Geração/Visualização de Relatórios - Onde via definição dos parâmetros são gerados relatórios diversos. Fonte: Schulz, 2012	57
Figura 10 - Tela de Relatório de PTs planejadas por pedidos / projeto. Fonte: Schulz, 2012	57
Figura 11 - Tela de Visualização de Relatório - Contendo planilha em formato A3 para acompanhamento junto às prensas no chão-de-fábrica, objetivando fornecer dados para os funcionários no processo de produção – Fonte: Schulz, 2012	58
Figura 12- Tela de Visualização de Gráfico de Utilização das prensas 1,2,3,5,6,7 por período. Fonte: Schulz, 2012.....	59

Lista de Tabelas

Tabela 1 Cadastro da prensa contendo os seus parâmetros.....	43
Tabela 2 – Cadastro de datas e suas disponibilidades de tempo para cada prensa.	44
Tabela 3 – Controle de dimensão dos materiais, fator de conformação, para as prensas.....	45

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Planilha de Estoque – Irá informar ao sistema que para produzir a quantidade especificada no PT deverá subtrair a quantidade na coluna estoque de acordo com o código do Item (SCHULZ, 2011)	40
Quadro 2 - Pedido de Compra de Matéria Prima - Irá informar ao sistema que para produzir a quantidade especificada no PT existe pedido de compra em andamento de acordo com o item e a Quantidade (SCHULZ, 2011)	41
Quadro 3 - Pedido de Vendas – Irá informar ao sistema sobre os pedido de venda em andamento de acordo com o item, pedido data e quantidade (SCHULZ, 2011).....	41
Quadro 4 - Planilha de Novos PTs Geradas - Irá informar ao sistema sobre os pedido de trabalha em andamento para serem replanejados de acordo com o item, pedido data e quantidade (SCHULZ, 2011)	42
Quadro 5 - Eventos dos Principais Módulos do Sistema Fonte: Própria, 2011	51
Quadro 6 - Quadro contendo dados da produção antes da utilização do sistema. Fonte: Schulz, 2012.....	60
Quadro 7- Quadro contendo dados da produção antes da utilização do sistema. Fonte: Schulz, 2012.....	61
Quadro 9 - Quadro contendo dados da produção antes da utilização do sistema. Fonte: Schulz, 2012.....	61
Quadro 10- Quadro comparativo contendo dados da produção antes e depois da utilização do sistema. Fonte: Schulz, 2012	62
Quadro 11- Quadro comparativo contendo dados da produção antes e depois da utilização do sistema. Fonte: Schulz, 2012	62
Quadro 12- Quadro comparativo contendo dados da produção antes e depois da utilização do sistema. Fonte: Schulz 2012	62
Quadro 13- Quadro comparativo contendo dados da produção antes e depois da utilização do sistema. Fonte: Schulz, 2012	63
Quadro 14- Quadro comparativo contendo dados da produção antes e depois da utilização do sistema. Fonte: Schulz, 2012	63

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

CAPES	- Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.
ERP	- Enterprise Resource Planning.
FIREBIRD	- Banco de dados que utiliza a linguagem SQL (Linguagem de Consulta Estruturada, do inglês Structured Query Language)
FIFO	- First in First Out
JIT	- Just In Time
MRP	- Manufacturing Resources Planning
OPT	- Optimised Production Technology
PCP	- Planejamento e Controle da Produção.
PT	- Pedido de Trabalho

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1. PROBLEMA	14
1.2. OBJETIVOS	15
1.2.1. Objetivo Geral	15
1.2.2. Objetivos Específicos	15
1.3. JUSTIFICATIVA	16
1.4. ESTRUTURA DO TRABALHO	17
2. REVISÃO DE LITERATURA	19
2.1. PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO	19
2.2. PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO	21
2.3. TEORIA DAS RESTRIÇÕES	23
2.4. PLANEJAMENTO DA CAPACIDADE	24
2.4.1. Tipos de Capacidade	25
2.4.2. Ferramentas para Planejamento da Capacidade	26
2.4.2.1 Simulação	26
2.4.2.2 Árvore de decisão	27
2.4.2.3 Modelo da fila de espera e FIFO	29
2.5. PLANEJAMENTO JUSTO DA CAPACIDADE E JUST IN TIME (JIT)	30
2.6. ALGORÍTMOS UTILIZADOS NO PLANEJAMENTO DA CAPACIDADE	33
3. A EMPRESA	35
3.1. A ESTRUTURA DA EMPRESA	35
3.2. OS PRODUTOS E OS SISTEMAS DE PRODUÇÃO	36
4. METODOLOGIA APLICADA E ALGORÍTMOS	39
4.1. COLETA E IMPORTAÇÃO DE DADOS	39
4.2. PARÂMETROS VINCULADOS AO PROCESSO	42
4.2.1. Configuração de Prensa	42
4.2.2 Parametrizando o Sistema – Dias de Produção	44
4.2.3 Parametrizando o Sistema – Fator de Corte para as Prensas	44
4.2.4 Algoritmo de Fluxo De Dados – Restrições do Planejamento	45

4.2.5	Algoritmo De Fluxo De Dados – Replanejamento.....	47
5	A FERRAMENTA DE SOFTWARE DESENVOLVIDA.....	52
5.1.	ASPECTOS GERAIS DO SISTEMA	52
5.2.	TELAS DA APLICAÇÃO.....	53
6	RESULTADOS	60
7	CONCLUSÃO	64
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	66
	ANEXO I: ALGORITMOS DOS PRINCIPAIS MÉTODOS PROGRAMADO NO SISTEMA.....	69

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho de dissertação fornece um panorama geral acerca do tema Planejamento Controle da Produção em uma indústria, tendo como ênfase (estudo de caso) em uma Empresa de Beneficiamento de tubos para exportação – Schulz América Latina em sua unidade fabril situada em Campos dos Goytacazes. A empresa já possui um processo existente de programação da capacidade implantado, onde o modelo computacional foi desenvolvido.

Atualmente as empresas utilizam estratégias de gerenciamento baseadas em planejamento e controle da produção em suas atividades para garantir a eficiência de suas operações produtivas das empresas.

Para que o planejamento ocorra, se faz necessário a utilização de algumas técnicas para gerenciar o processo, dentre elas destacam-se a teoria das restrições, aplicada às restrições e parâmetros do processo, o gerenciamento sequencial da capacidade utilizando algoritmos específicos de fila.

Neste trabalho foi utilizada a metodologia que especifica o funcionamento dos algoritmos, que processa os dados de entrada provenientes de planilhas em Excel, importadas a partir de outros aplicativos além de dados provenientes do “chão-de-

fábrica¹”, permitindo assim obter resultados seguindo todas as etapas adotadas pela empresa em seu controle e gerenciamento da capacidade.

1.1. PROBLEMA

O tema Gerenciamento do Planejamento da Produção vem sendo cada vez mais relevante para o crescimento das empresas em face do aumento da demanda dos mercados.

A empresa possui um processo de fabricação de curvas de aço inoxidável para o mercado nacional e internacional com uma demanda de pedidos de peças. Esta produção é gerada por pedidos em um prazo pré-estabelecido, o setor de planejamento de produção manipula planilhas eletrônicas, sendo uma para cada prensa de produção, a empresa atualmente possui 7 prensas a serem gerenciadas em 3 turnos de trabalho.

O processo de planejamento de produção é realizado por 6 funcionários que controlam toda a administração da produção na empresa, cada planilha possui a previsão de produção, os registros para os próximos 12 meses (aproximadamente 850 registros), além do grande número de registros que são necessários analisar com a entrada de um pedido novo para ajustar toda produção e assim inserir este pedido.

Nesta análise, vários parâmetros são verificados, tais como: chegada da matéria prima, capacidade de produção da prensa, qual dia mais próximo de produção com características da peça a ser produzida, etc. O setor de planejamento da produção precisa gerar relatórios de previsão de produção para os setores administrativos, tais como: compra de matéria prima, faturamento de pedidos e vendas.

¹ Dados obtidos do processo de trabalho em tempo real

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho consiste em analisar as fases do processo produtivo existente na empresa e automatizar a produção através da implementação de um aplicativo que permita gerenciar o planejamento da produção, monitorar novos pedidos e replanejá-los da melhor forma, além de monitorar em tempo real as peças finalizadas através da base de dados de produção da empresa.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Identificar as características de cada fase do processo produtivo da empresa;
- Criar um conjunto de tabelas de parâmetros de dados para as máquinas da empresa;
- Criar rotinas para importação de dados para análise, tais como: pedidos de compra, estoque da empresa, pedidos de vendas em andamento e novos pedidos.
- Gerar módulos de troca de dados com um software da empresa para importação de dados em planilhas (estoque atual, previsão de compra e venda e pedido a ser produzido);
- Gerenciar o planejamento de prensas (máquinas de conformação de tubos) em uma produção diária de 2500 peças de diversos diâmetros e espessuras, observando a mudança de conformação para as trocas de dispositivos, ferramentas e fator;
- Reorganização de dados (Análise de toda a planilha para inserir um determinado pedido de peças de acordo com a próxima produção do mesmo tipo de peça e efetuando o ajuste no planejamento da produção na linha do

tempo, observando os limites da data de entrega, quantidade máxima de produção diária e dias de fabricação);

- Executar tarefas como recálculo de dados tais como: data de entrega de acordo com a execução de fase no processo produtivo, conversão em valores monetários, devido à exportação e gerenciamento dos dias úteis de produção;
- Replanejamento de dados de acordo com novos dados a serem analisados, tais como: atraso na entrega de matéria prima do fornecedor, quebra de máquinas etc.
- Atualizar a base de dados em tempo real de produção a partir de um hardware desenvolvido especificamente para efetuar leitura de fichas com código de barra e validade dos dados quanto à execução real produzida.
- Gerar relatórios e gráficos gerencias para auxiliar na tomada de decisões estratégicas quando e quanto produzir.

1.3. JUSTIFICATIVA

Considerando a complexidade relacionada ao processo de planejamento da produção em empresas de médio e grande porte onde se observa que quanto maior a demanda por pedido de produção, maior a dificuldade de ajuste em tabelas de dados para o planejamento da produção.

Os dados foram obtidos através de planilhas de pedidos de compra, estoque da empresa, pedido de vendas em andamento e novos pedidos transferidos para um banco de dados para planejamento da produção.

Os dados processados por este aplicativo permitem a empresa o planejamento de ações estratégicas, bem como melhor distribuição de trabalho, economia de custos de produção e ampliação da sua capacidade de produção, ajustada em todos os meses do ano.

Tendo a empresa necessidade de produzir um grande número de peças por dia em uma escala industrial dividida em 3 turnos de produção, trabalhando com diversas prensas, a empresa necessita de um controle eficiente para organizar a entrada e distribuição dos pedidos de produção.

Devido às características deste processo produtivo, o aplicativo se torna específico para a empresa, observando os parâmetros de prensa das peças produzidas.

Dentre outras características, este aplicativo tem como objetivo elaborar o gerenciamento de pedidos em um planejamento de produção, reorganização de dados após entrada de novos pedidos de produção, recálculo de dados do planejamento e replanejamentos de dados de acordo com as paradas das máquinas durante o processo produtivo, identificando possíveis ajustes para o melhor momento para produzir.

O Aplicativo de planejamento atua recebendo informações de dados em formato de planilha e efetuando os cálculos e ajustes de acordo com parâmetros previamente definidos pelo setor de produção, e realizando tarefas para automatizar ao máximo o gerenciamento dos pedidos.

A possibilidade de usar um hardware junto às máquinas da empresa para atualização de dados em tempo real, mantendo assim a relação entre o que estava previsto para produzir e o que foi produzido.

Além disso, este trabalho utiliza técnicas algoritmos, desenvolvimento de um hardware específico gerenciado pelo sistema que após análise e comparação dos resultados podem servir de apoio a trabalhos futuros sobre o assunto em questão.

1.4. ESTRUTURA DO TRABALHO

A estrutura do trabalho está dividida em sete capítulos. Este primeiro capítulo apresenta o problema, o objetivo, a justificativa para o desenvolvimento da pesquisa.

O capítulo 2 discorre sobre a revisão de literatura com conceitos e características dentro do contexto do assunto do planejamento e controle da produção, processo tradicional de controle e aplicativos existentes no mercado.

O modelo fabril analisado para o trabalho é apresentado no capítulo 3.

A metodologia para o desenvolvimento do estudo é proposta no capítulo 4. Onde especifica o funcionamento dos algoritmos, a importação de dados para o sistema, os processos de reorganização de dados, cálculo de dados e replanejamento.

O capítulo 5 apresenta a ferramenta com suas telas e detalhamento de seus dados.

O capítulo 6 apresenta os resultados e discussão analisados no capítulo 3 do trabalho exemplificando o processo.

Por fim, o capítulo 7 que é reservado para a conclusão do trabalho, além de direcionar a discussão para uma reflexão de estudo de caso e trabalhos futuros sobre o planejamento da produção com um aplicativo especializado.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Esse segundo capítulo têm como objetivo apresentar a revisão de literatura sobre o tema, discutindo os conceitos e características sobre o Planejamento da Produção, Planejamento de materiais, Planejamento de requisitos de materiais, Programação da Produção, Planejamento da capacidade, teoria das restrições, a teoria das filas na produção, just in time e sistemas existentes.

Objetiva-se através do uso de materiais publicados obter embasamento para o desenvolvimento do tema proposto nesta pesquisa e conteúdo para a prática de um estudo de caso proposta aqui como procedimento metodológico.

2.1. PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO

Atualmente as empresas utilizam estratégias de gerenciamento baseadas em Planejamento e Controle da Produção em suas atividades para garantir a eficiência de suas operações produtivas das empresas. Christopher (1997), afirma que a qualidade do desempenho do fluxo da produção está ligada à coerência da forma como é realizado o planejamento, gerenciamento e controle dos processos

produtivos, ou seja, a maneira como o sistema de manufatura da empresa a um nível operacional é gerenciado.

Tubino (1997) aponta a definição das metas e estratégias de um sistema produtivo tendo que definir como atingir um objetivo administrando recursos humanos e físicos, permitindo a manipulação dos mesmos ou corrigir os prováveis desvios.

Segundo Vollmann et al. (2005) os processos devem ser desenvolvidos através do sistema de planejamento e controle da produção contendo os seguintes passos: planejar a entrega dos materiais na hora certa e na quantidade certa para produzir os produtos; planejar a capacidade da produção para atender as os pedidos dos clientes; manter níveis de estoque satisfatórios; programar as atividades das pessoas e dos equipamentos que resultem em produtos para atender os clientes na quantidade e no tempo certo; controlar recursos; comunicar aos fornecedores e clientes quaisquer problemas que afetem o seu relacionamento; promover informações para outras atividades da empresa.

Para uma melhor utilização dos operadores, equipamentos e máquinas é necessário que o controle assegure que as tarefas sejam desenvolvidas de forma correta na data certa, acompanhando a fabricação para que os prazos e objetivos da produção sejam cumpridos (GOULART, 2000).

De acordo com Slack et al (2009) a finalidade do planejamento e controle é ter a garantia de que os processos aconteçam de forma eficaz e eficiente reproduzindo os produtos e serviços desejados pelos clientes. Sendo o planejamento e controle como um só conceito e tratado juntos e não em separados, complementando o objetivo da produção. Neste contexto, o plano significa uma provisão de acontecimento no futuro, uma vez que as mudanças ainda possam acontecer antes que o plano seja executado através de informações e solicitações dos clientes.

Para Slack et al. (2009) as tarefas relacionadas ao planejamento e controle possibilitam o sincronismo entre o suprimento e a demanda, tornando essencial a relação com o volume, tempo e qualidade nos processos. Para que isso ocorra é necessário descrever de forma sequencial e programada esse controle.

2.2. PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO

O Planejamento da Produção é dividido basicamente em dois momentos: um composto do planejamento e o outro o controle. Na fase inicial de planejamento se possui na programação da produção a etapa que determina os prazos de entrega para os itens a serem fabricados, de acordo com um planejamento feito. Assim, Goldratt e Jeff (2000) apontaram alguns aspectos de estudo da programação da produção: tais como o sequenciamento das operações a serem realizadas; a aquisição de materiais; e as restrições de capacidade produtiva.

Objetivando melhorar a utilização da estrutura envolvida no processo (operadores, equipamentos e máquinas) se torna necessário assegurar que as tarefas sejam desenvolvidas da forma correta na data certa, acompanhando a fabricação para que os prazos e objetivos da produção sejam cumpridos GOULART, (2000).

Os objetivos da Programação segundo Moreira (2000) são os seguintes:

- Permitir que os produtos tivessem a qualidade especificada;
- Fazer com que as máquinas e pessoas operem com os níveis desejados de produtividade;
- Reduzir os estoques e os custos operacionais;
- Manter ou melhorar o nível de atendimento ao cliente.

Segundo Campos (1998) caracterizam-se os métodos de programação segundo dois tipos de tratamento que podem ser baseados em:

- Otimização: que procura uma solução ótima, com a ajuda de modelos matemáticos;
- Heurísticas: que se caracterizam pela busca de soluções mais próximas dos objetivos.

Segundo Corrêa et al. (2000) existem diversos aplicativos desenvolvidos para a programação da produção, sendo em geral, de alto custo, principalmente, para as pequenas e médias empresas e de difícil adaptação a realidades específicas.

→ Como a programação pode ser feita – Ler Corrêa (pág 323)

→ Administração da Produção (Incluir tipos de Programação) pág 325

De acordo com Correia (2000) pode-se classificar os sistemas de programação da produção, observado o fator de capacidade finita em três grupos principais:

1 – Segundo ao Método de Solução do Problema, onde se destacam as metodologias:

- Baseadas em regras de liberação (utilizando regras para decidirem qual ordem dentre a fila de ordem existente)
- Matemáticos otimizados. (utilizando algoritmos matemáticos otimizados)
- Matemáticos heurísticos .(utilizando algoritmos matemáticos heurísticos)
- Sistemas especialistas puros (baseados em conceitos de inteligência artificial)P
- Apoiados em redes neurais (baseados em conceitos de inteligência artificial com possibilidade de aprendizagem pela ferramenta)

2 – Segundo o grau de interação com o usuário, onde se destacam as metodologias:

- Sistemas abertos e semi-abertos (utilizando interações com usuários para definição das regras para o processo de decisão)
- Sistemas fechados e semi-fechados (onde neste caso a responsabilidade pela tomada de decisão cabe ao próprio sistema de programação desenvolvido)

3 – Segundo o suporte às funções de planejamento da produção, onde se destacam as metodologias:

- Plano mestre da produção (determinam o plano referente a quantidade a serem produzidos)
- Programação da Produção (determinam a sequencia de ordens a serem executadas)
- Gestão de Materiais integrados a capacidade (através do sincronismo entre o estoque e a matéria prima utilizada na produção)
- Controle da produção (via monitoramento das ordens planejadas) (CORREIA, 2000)

2.3. TEORIA DAS RESTRIÇÕES

Desenvolvida na década de 1980 por físico israelense chamado Eliyahu M. Goldratt utilizando formulações matemática tem por objetivo desenvolver e implementar um sistema de programação de produção com capacidade finita, para resolver problemas de chão-de-fábrica (DETTMER (1997); CORBETT (2005)).

De acordo com os pressupostos presentes na Teoria das Restrições, restrição é qualquer coisa que limita um sistema em conseguir maior desempenho em relação a sua meta. Ou seja, é o fator que restringe a atuação do sistema como um todo, conhecido como “gargalo” (CORBETT, 2005).

A teoria das restrições relaciona-se à análise e ao balanceamento do fluxo do processo e o saneamento dos gargalos num sistema de produção. Então, a identificação dos gargalos ou restrições inclui a verificação e a análise dos processos globais da empresa. A otimização dos processos direciona-se à compreensão do processamento em si, a análise das perdas, e seu relacionamento com as operações subsequentes (SHINGO, 1996).

Assim Goldratt e Jeff (1997) relatam o assunto relacionando as restrições em dois tipos. A primeira restrição é a física, que engloba mercado, fornecedor, máquinas, materiais, pedido, projeto, pessoas; sendo denominada restrição de recurso, onde o gargalo reflete um caso particular de restrição onde existe capacidade insuficiente. O segundo tipo de restrição é aquela formada por normas, procedimentos e práticas usuais do passado, denominada “restrição política”.

Para o autor aplica-se um escalonamento misto, a partir do gargalo, na lógica dos *softwares* de programação *Optimised Production Technology - OPT* - e *Disaster*, desenvolvido por ele e sua equipe. O algoritmo original foi denominado de Tambor, Pulmão e Corda (*Drum Buffer Rope*) o qual, de certa forma relaciona a restrição do sistema produtivo, subordina a produção dos demais recursos ao ritmo imposto pelo gargalo e inclui estoques de segurança em pontos estratégicos da fábrica. O exemplo mais representativo de aplicação do escalonamento reverso são os sistemas do tipo Planejamento dos Recursos de Manufatura (*Manufacturing Resources Planning*) ou MRPII. O algoritmo do MRP realiza o escalonamento a

partir da data de entrega futura dos pedidos para o presente, de acordo com as estruturas dos produtos e roteiros de fabricação (GOLDRATT; JEFF, 1997).

2.4. PLANEJAMENTO DA CAPACIDADE

Corrêa et al. (2000) definiram corretamente a capacidade como sendo um ponto fundamental para o funcionamento de qualquer empresa e de qualquer porte.

Contudo segundo Slack et al. (2009) a demanda sazonal pode trazer complicações ao planejamento da capacidade. As principais causas da sazonalidade são climáticas, comportamentais, políticas, financeiras e sociais. Desta forma um planejamento da capacidade deve ter objetivos concretos.

Slack et al. (2009) entendem que os objetivos de se planejar a capacidade são relativos aos diversos aspectos de desempenho para que se possa obter melhorias como redução de custos, maiores receitas, maior capital de giro, aumento na qualidade dos bens e serviços, maior velocidade de resposta à demanda, bem como as maiores flexibilidades e confiabilidades do sistema.

Corrêa et al. (2000) argumentam que o planejamento da capacidade em longo prazo é um planejamento que visa às seguintes decisões.

1. Antecipar a necessidade de capacidade de recursos em longo prazo;
2. Subsidiar as decisões de quanto produzir, principalmente quanto à limitação de capacidade e recursos, quando não é possível atender todos os planos de venda.

Martins e Laugeni (2003) acrescentam que ao calcular a capacidade deve-se considerar possíveis problemas que podem ocorrer no processo produtivo, tais como: quebra de máquinas, ausência de funcionários, problemas de programação e movimentação de materiais, atraso na entrega de fornecedores, manutenção preventiva etc. Deve-se considerar para o cálculo do planejamento de longo prazo as informações de fatores globais ou dados agregados (por exemplo, quantas horas são necessárias para a produção de certa quantidade de determinada família de produtos), além de fatores relacionados a restrições inerentes ao processo.

O planejamento de capacidade no caso de médio prazo é chamado de planejamento de recursos críticos, contendo alguns objetivos a serem destacados (CORRÊA et al., 2000):

- Antecipar a necessidade de capacidade de recursos poucos meses antes de sua mobilização;
- Gerar um plano de produção de produtos finais;
- Subsidiar as decisões de quanto produzir de cada produto, principalmente nas situações de limitação de capacidade de alguns recursos.

O horizonte deste planejamento varia em geral de dois a cinco meses tendo como principal relação subsidiar as decisões do planejamento mestre. Vários fatores devem ser levados em consideração como recurso crítico, entre eles pode-se citar (CORRÊA et al., 2000):

- Um gargalo ou restrição a ser enfatizada;
- Um processo que seja de difícil contratação;
- Uma ferramenta especial;
- Um funcionamento contínuo;

Já quando se requer decisões mais rápidas e que os problemas possam ser resolvidos por meio de análise deve-se requerer um planejamento em curto prazo. O planejamento de capacidade de curto prazo visa a subsidiar as decisões do planejamento detalhado de produção de materiais, possuindo as atribuições de:

- Antecipar as necessidades de recursos em poucas semanas;
- Gerar um plano detalhado de compras e produção por meio de ajustes sugeridos (CORRÊA et al., 2000):

2.4.1. Tipos de Capacidade

Considerando que o conceito de capacidade em seu sentido específico esta relacionado ao grau de utilidade na produção, pode-se enumerar os seguintes tipos de capacidade:

A capacidade Instalada representa a capacidade máxima em produção ininterrupta durante 24 horas por dia em todos os dias do mês.

Já capacidade disponível representa a capacidade associada a jornada de trabalho desconsiderando possíveis perdas durante a produção.

No caso da capacidade efetiva subtrai as perdas planejadas e não planejadas durante o processo produtivo.

E por fim a capacidade utilizada que considera todos os fatores e que representa o que realmente ocorreu. (PEINADO et al., 2007).

2.4.2. Ferramentas para Planejamento da Capacidade

O planejamento da capacidade utiliza previsões de demanda para período de tempo longo, sendo diminuída à medida que as previsões se estendem, além de fatores adicionais, tais como: antecipação das ações da concorrência que fazem aumentar a incerteza das previsões da demanda. KRAJEWSKI et al., (2008)

Segundo Krajewski et al. (2008) dentre as ferramentas que são utilizadas para a previsão da demanda são: 1 – Modelo da Filas de Espera, 2 – Simulação, 3 – Árvore de Decisão., Sendo o modelo de Fila de Espera e Simulação aplicáveis a comportamentos aleatórios independente do cliente, observando o seu tempo de chegada e necessidade relacionadas ao processamento de pedidos, e quanto ao modelo de Arvore de Decisão a previsão de eventos tais como as ações dos concorrentes.

2.4.2.1 Simulação

Esta técnica é utilizada principalmente quando estivermos em ambiente de teste é a simulação, onde através de sistemas computacionais é possível prever o desempenho em diferentes máquinas, restrições ao processo e ajustes temporais efetuando comparações variadas a carga de esperada no ambiente computacional, levando em conta um modelo SCHRIBER, BRUNNER, (2006).

Segundo Heizer e Render (2001) para realizar a simulação algumas etapas devem ser seguidas: definir o problema, associar as variáveis importantes associadas ao problema, construir um modelo, definir possíveis cenários para teste, executar a simulação, analisar os resultados para ajustar o modelo e ao término tomar a decisão.

De acordo com Dias e Correa (2012) a simulação possui algumas desvantagens, principalmente em relação à construção de seu modelo, complexidade e custo de elaboração além de potente estrutura computacional para execução e avaliação de seu modelo. Os autores citam que aplica-se simulação em casos de apoio a tomada de decisão gerencial sobre a gestão de estoque de peças sobressalentes, na falta de um modelo analítico, mas com a presença de dados de demanda anterior.

2.4.2.2 Árvore de decisão

A técnica de árvores de decisão ou diagrama de decisão utiliza representações gráficas para auxiliar na tomada de decisão considerando diversas possibilidades e condicionadas a diversas situações, o seu uso facilita a representação e análise de decisões a serem tomadas através do tempo. Neste caso o uso da árvore de decisão apresenta o problema de definir a probabilidade de ocorrência de cada um dos valores a utilizar tendo que iniciar um processo de cálculo do final para o início da árvore até atingir o nó de decisão (FRIGERI et al., 2007)

De acordo com Frigeri et al. (2007) utiliza-se árvore de decisão para obter o melhor caminho a partir de probabilidades associadas a problemas com diversas variáveis. Para os autores, deve-se proceder ao teste de mercado a para o aumento de produção de um determinado produto e caso este for bem sucedido podemos antecipar ampliação da plataforma de produção.

Exemplo de uma árvore de decisão para o problema de espera para jantar em um restaurante RUSSEL, NORVIG (2003)(Figura 1).

“Considera-se o problema de esperar para jantar em um restaurante. O objetivo é aprender a definição para DeveEsperar. Para qualquer problema de árvore de decisão, deve-se inicialmente definir atributos disponíveis para descrever exemplos de possíveis casos do domínio. São adotados os seguintes atributos: alternar de restaurante, ir para um bar, dia da semana, estar com fome, número de fregueses, preço da comida, clima, se foi feita reserva, tipo do restaurante, estimativa de espera. Os atributos preço e tipo de comida, por serem de pouca importância, foram desconsiderados.” (Pozzer, 2006)

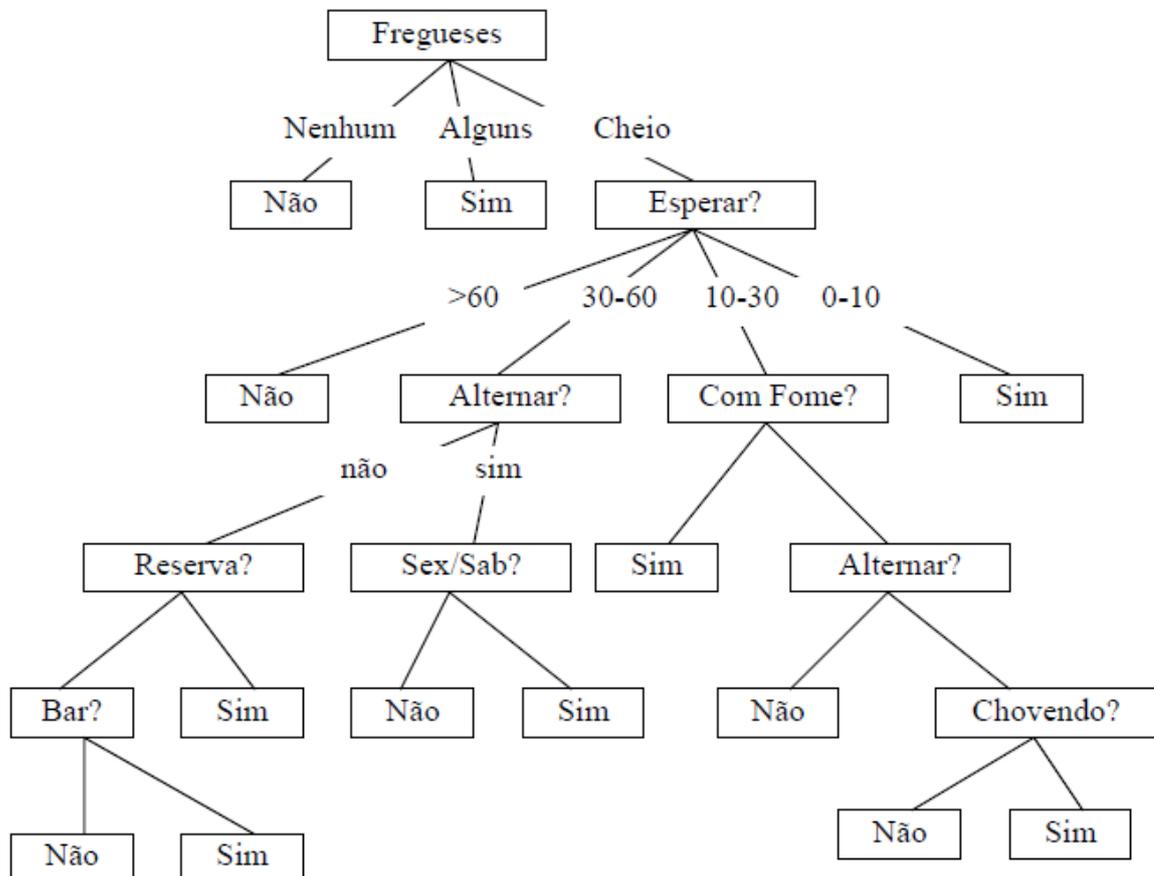


Figura 1- Exemplo de Arvore de decisão (RUSSEL; NORVIG ,2003).

2.4.2.3 Modelo da fila de espera e FIFO

Para o sequenciamento de produção se faz necessário o uso de ferramentas que favorecem o melhor desenvolvimento das operações no ciclo produtivo. Na maioria das situações realistas, o trabalho consiste em estabelecer um número de componentes que serão submetidos às diversas operações, para se transformar em um produto final.

Dentre as maneiras de manter o fluxo contínuo de produção é a atualização do sequenciamento dos produtos, que consiste em estabelecer uma programação sequencial destes produtos no fluxo produtivo seguindo, assim, uma sequência lógica.

Sendo a teoria das filas amplamente utilizado em engenharia e indústria para análise e modelagem de processos. Em sistemas apropriados, permite gerentes calcular o fornecimento ideal de recursos fixos necessários para atender a uma demanda variável. No passado, foram feitas tentativas para aplicar a análise de filas para uma variedade de atividades hospitalares, incluindo cuidados cardíacos unidades, nove serviços obstétricos, salas de cirurgia e serviços de emergência, como meio de dirigir o alocação de recursos cada vez mais escassos. (BRUIN et al. 2007)

Dentro do processo de sequenciamento, destaca-se o *First In First Out* (FIFO), que segundo Slack et al. (2007) determina a sequência de entrada e saída de produtos, ou seja, o primeiro que entra é o primeiro a sair não havendo uma quebra na sequência dos produtos ao longo do ciclo produtivo.

O FIFO também garante a confiabilidade do processo e reduz as margens de variabilidade nos processos, pois uma vez que se planejou e decidiu por uma sequência de produtos a serem produzidos, várias informações, assim como componentes, estão ligados ao tempo de sequenciamento de produção. Um exemplo claro de como é fundamental o conceito de FIFO na produção é a utilização do *Just In Time* (JIT) em que temos uma necessidade de sequenciar a produção respeitando uma ordem lógica de produtos ao longo da linha de produção que serão servidos pelos fornecedores através das sequências estabelecidas. Os componentes

a serem montados nos produtos chegaram ao seu tempo na hora em que foram utilizados na operação. (SLACK et al., 2007)

Segundo Ferreira et al. (2011), existem ainda os seguintes tipos de filas além do FIFO:

LIFO : *Last-In-First-Out* - O último item a chegar à fila é o primeiro a ser atendido

SIRO : *Service-In-Random-Order* - O atendimento dos itens faz-se por ordem aleatória

SPT : *Shortest-Processing-Time first* - O item a ser atendido em primeiro lugar será aquele cujo tempo de atendimento é menor.

PR : *Priority Rules* - O atendimento faz-se de acordo com as regras de prioridades pré estabelecida.

2.5. PLANEJAMENTO JUSTO DA CAPACIDADE E JUST IN TIME (JIT)

Neste tipo de sequenciamento se faz necessária a administração da manufatura surgida no Japão nos meados da década de 1960 tendo a sua idéia básica e seu desenvolvimento creditado à Toyota Motor Company. Por isso também conhecido como o “Sistema Toyota de Produção”. O idealista desse sistema foi o vice-presidente da empresa Taiichi Ohno (DAVIS et al., 2001).

Segundo Krajewski et al. (2008) para o sistema de produção enxuta cujo objetivo é aperfeiçoar o uso dos recursos de capital, equipamentos e mão-de-obra, obtendo resultados capazes de atender às exigências de qualidade e entrega de um cliente ao menor custo. O JIT basea-se na necessidade da interação contínua entre o planejamento, recursos e fluxo de informações e regras para a execução e desenvolvimento das operações.

DAVIS *et al.* (2001) afirma que são três os pontos fundamentais a serem analisados pelo JIT. O primeiro é a integração e otimização de todo o processo de manufatura. Aqui entra o conceito amplo, total, dado ao valor do produto, ou seja, tudo o que não agrega valor ao produto é desnecessário e precisa ser eliminado.

O primeiro ponto é no processo produtivo eliminar atividades como inspeção, retrabalho, estoque etc. Muitas das funções improdutivas que existem em uma

empresa foram criadas devido à ineficiência ou incapacidade das funções iniciais. Assim, o conceito de integração e otimização começa na concepção e projeto de um novo produto (DAVIS *et al.*, 2001).

Para os autores, o segundo ponto seria a melhora contínua ou *Kaizen*, o JIT fomenta o desenvolvimento de sistemas internos que encorajam a melhoria constante nos processos e procedimentos da empresa como um todo. O JIT precisa e fomenta o desenvolvimento de uma base de confiança, obtida pela transparência e honestidade das ações. Isso é fundamental para ganhar e manter vantagem competitiva (DAVIS *et al.* (2001)

O terceiro é entender e responder às necessidades dos clientes. Isto significa a responsabilidade de atender o cliente nos requisitos de qualidade do produto, prazo de entrega e custo. O JIT enxerga o custo do cliente numa visão maior, isto é, a empresa JIT deve assumir a responsabilidade de reduzir o custo total do cliente na aquisição e uso do produto. Desta forma, os fornecedores devem também estar comprometidos com os mesmos requisitos, já que a empresa fabricante é cliente dos seus fornecedores. (DAVIS *et al.*, 2001)

Para Slack *et al.* (2009) a visão de redução efetiva dos custos da produção e dos desperdícios deve ser todos analisados e ponderados porque estão inter-relacionados e são facilmente encobertos pela complexidade de uma grande organização. As sete categorias de desperdícios na produção são:

1. Desperdício de superprodução: é o desperdício de se produzir antecipadamente à demanda, para o caso de os produtos serem requisitados no futuro;

2. Desperdício de espera: trata-se do material que está esperando para ser processado, formando filas que visam a garantir altas taxas de utilização dos equipamentos;

3. Desperdício de transporte: o transporte e a movimentação de materiais são atividades que não agregam valor ao produto produzido e são necessárias devido às restrições do processo e das instalações, que impõem grandes distâncias a serem percorridas pelo material ao longo do processamento;

4. Desperdício de Processamento: trata-se do desperdício inerente a um processo não otimizado, ou seja, a realização de funções ou etapas do processo que não agregam valor ao produto;

5. Desperdício de movimento: são os desperdícios presentes nas mais variadas operações do processo produtivo, decorrentes da interação entre o operador, máquina, ferramenta e o material em processo;

6. Desperdício de produzir produtos defeituosos: são os desperdícios gerados pelos problemas da qualidade. Produtos defeituosos significam desperdiçar materiais, mão-de-obra, uso de equipamentos etc., além da movimentação e armazenagem de materiais defeituosos, inspeção de produtos etc.;

7. Desperdício de estoques: o desperdício de estoque interage fortemente com todos os outros desperdícios (SLACK et al., 2009).

De acordo com Davis et al. (2001) O JIT como estratégia para adquirir vantagem competitiva em custo procura, se possível, uma automatização de baixo custo. Isso significa adaptar acessórios aos equipamentos manuais existentes, visando a eliminar tempos ociosos do operador e aumentar a eficácia do conjunto homem-máquina. Algumas vantagens da automatização racional, focalizada pela filosofia JIT são:

- Complemento da técnica de produção celular e operador polivalente: a automatização ampliou a capacidade do homem de operar várias máquinas simultaneamente;
- Redução do inventário em processo: foi conseguido pela eliminação do estoque intermediário entre operações sucessivas;
- Redução do lead time: obtido com a eliminação dos tempos ociosos entre operações e pela aceleração da movimentação dos materiais;
- Aumento da produtividade: consequência da maior eficácia na utilização dos equipamentos e pela redução do número de homens/hora;
- Menor investimento: a conversão de máquinas já existentes pela adaptação de acessórios que as tornem mais eficientes representa pequeno investimento de capital, se comparado com o preço do equipamento novo equivalente. Assim, os gastos em ativo fixo se tornam pequenos, reduzindo os custos financeiros.

Segundo Corrêia (2008) a aplicação do JIT em planejamento, programação e controle da produção relaciona-se a redução de custos, aumento da qualidade e flexibilidade dos processos observando a redução dos lead times na produção bem como o ajuste a lista de produtos, reduzindo a variedade de produtos adequando as técnicas de manufatura e montagem de acordo com o projeto tático da empresa.

Sendo a ajustado fluxo de produção em uma linha de fluxo contínuo ocorrerá uma produção em curto prazo e em um volume satisfatório.

Para Corrêia (2008), outro ponto a ser observado está relacionado a redução do tempo envolvido no processo de produção com JIT, tendo efeito importante devido a flexibilidade associada a prazos menores de produção, tendo como meta sempre a redução dos lead times. Para atingir estas metas utiliza-se ajuste para:

- tempo de tramitação da ordem de produção;
- tempo de espera em fila;
- tempo de preparação da máquina;
- tempo de processamento;
- tempo de movimentação;

2.6. ALGORÍTMOS UTILIZADOS NO PLANEJAMENTO DA CAPACIDADE

Segundo Walter (1993) dentre os principais algoritmos de planejamento de chão-de-fábrica cujo objetivo é criar cronograma de fabricação de modo a especificar qual o equipamento e o instante em que cada tarefa deverá ser realizada, visando alguma medida de desempenho. Os algoritmos são, em geral, desenvolvidos e dirigidos ao padrão de fluxo que os produtos percorrem no sistema produtivo durante a sua transformação. Os dois padrões principais são o Flow Shop e o Job Shop.

Para os do tipo Flow Shop se mantém o mesmo padrão de fluxo constante. Para o Job Shop cada processo de trabalho possui o seu fluxo específico ou seu roteiro através das máquinas. Existem diversos tipos de algoritmos Flow Shop cada um de um formato diferente e, porém com a característica de ser mais simples que os do tipo Job Shop, justamente porque este último constitui um caso mais geral dos sistemas de manufatura, trabalhando, portanto, com um número maior de variáveis e respectivas combinações. Geralmente, os procedimentos de escalonamento das atividades no tempo dos Job Shops são heurísticos, devido ao porte e à

complexidade desses sistemas que, muitas vezes, inviabilizam o tratamento analítico do problema (WALTER, 1993).

A teoria das filas pode ser aplicada ao *Flow Shop* com demanda aproximadamente constante, representando mais uma possibilidade de solução para o caso. Para Walter (1993) a classificação dos algoritmos de programação segue três tipos principais quanto ao sentido cronológico em que se desenvolve o planejamento:

- a) escalonamento direto;
- b) escalonamento reverso;
- c) escalonamento a partir do gargalo.

As estruturas de produto são montadas na sequência lógica de fabricação e montagem do produto, ou seja, entre cada relação item pai e item filho existe um roteiro de produção definido. Desta forma pode-se afirmar que o escalonamento ocorre não exatamente sobre a estrutura, que superficialmente parece voltada exclusivamente ao aspecto materiais, mas sobre o roteiro de fabricação implícito. Mais detalhadamente ainda, o escalonamento é realizado operação por operação, na sequência definida no roteiro (WALTER, 1993).

3. A EMPRESA

Neste capítulo buscou-se fazer uma abordagem sobre a estrutura da empresa, o seu sistema produtivo, condições de Operação, seus produtos e o processo de programação e controle da produção.

3.1. A ESTRUTURA DA EMPRESA

A Schulz América Latina possui uma FÁBRICA DE BENEFICIAMENTO DE TUBOS, que iniciou sua produção em 2008 no Brasil na cidade de Campos dos Goytacazes-RJ. Esta fábrica produz tubos de 8" DN a 66" DN, com espessura de parede de Sch. 10 S a 50 mm. Os tubos têm comprimento de seis metros, com uma única costura longitudinal. Tendo uma capacidade de produção de 6.000 toneladas de tubos com costura por ano, contando com máquinas e equipamentos da mais avançada tecnologia, desenvolvidos na Alemanha por nossos parceiros, que são líderes mundiais em seus segmentos. Fonte: site da empresa, 2011

3.2. OS PRODUTOS E OS SISTEMAS DE PRODUÇÃO

As unidades de produção utilizam componente de conexões para soldas, tubos - sem costura e com costura, flanges e tubos especiais, componentes de tubulação especiais – sob encomenda. Em relação ao atendimento à demanda, a empresa se enquadra como “produção por pedido” para os diversos centros de distribuição espalhados pelo mundo. É importante destacar que o ambiente de manufatura é do tipo repetitivo intermitente. Os produtos são conhecidos e produzidos continuamente durante intervalos de tempo discretos, até a conclusão dos lotes previstos, momento em que o processo finaliza.

A negociação do plano mestre de produção é realizada diretamente com o departamento comercial e tem horizonte semestral. Essa negociação, denominada de aceite, acontece entre os programadores das unidades produtivas e a área comercial, onde são discutidas as necessidades do mercado e a capacidade de atendimento, de acordo com as restrições de produção existentes. Os cálculos de capacidade são do tipo total e executado manualmente ou com o auxílio de planilhas eletrônicas. O plano mestre sofre ajustes semanais igualmente negociados entre os programadores e o departamento comercial. Os planejamentos de médios e longos prazos são executados pela gerência de planejamento industrial.

O volume de produção atual de produção está em 157 toneladas/dia de produtos, com uma previsão de alcançar, até o final do ano 2012, o montante de 190 toneladas dia. Duas linhas principais estão em fase de ampliação. A área construída está sendo ampliada em 12.200 m², devendo atingir um total de 71.200 m², até o final do ano.

Sendo os tubos de aço do tipo tubos com costura, sem costura e cladeado beneficiados na forma de curvas, tês de redução, reduções concêntricas, reduções excêntricas, caps, pestanas a empresa produz e exporta para as suas distribuidoras.

O processo de fabricação existente na empresa inicia-se pelo corte do tubo na medida da curva a ser criada, sendo o transporte entre os setores realizado por meio de empilhadeiras, rebocadores (tratores), seguindo para prensas que de acordo com suas características poderá conformar diversos diâmetros e espessuras.

Ao término a peça é encaminhada para verificação e qualidade, estando qualificada ocorre o processo de marcação e embalagem embarque e entrega aos clientes.

A fábrica opera 24 horas por dia, em regime de três turnos de revezamento, seis dias por semana, conforme segue:

- a) primeiro turno das 22h00min até às 06h00min do dia seguinte;
- b) segundo turno das 06h00min até as 14h00min;
- c) terceiro turno das 14h00min até as 22h00min.

A estrutura de planejamento e controle da produção da empresa pode ser classificada, de acordo com Sacomano (1990), como do tipo sistema de PCP convencional apresentado na Figura 2 - Diagrama de fluxo de informação num sistema de manufatura. A característica principal desse sistema é o emprego de processamento de dados para automatizar os procedimentos manuais tradicionalmente empregados pela função de Planejamento, Programação e Controle da Produção sem, no entanto, modificar a sua natureza.

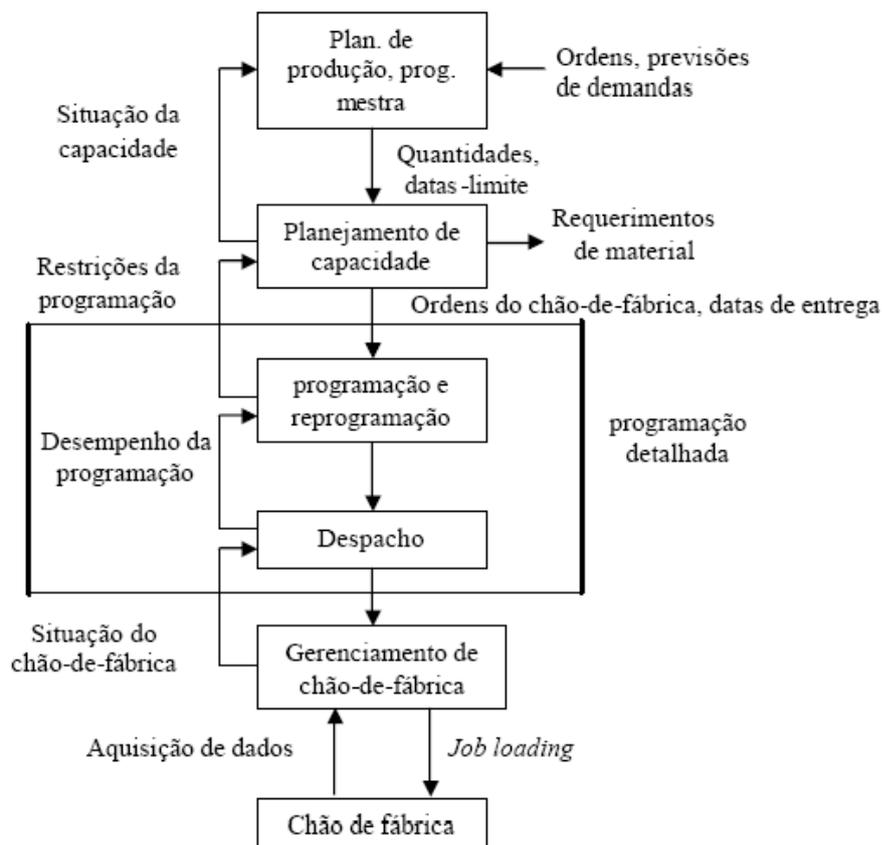


Figura 2-Diagrama de fluxo - Informação num sistema de manufatura (PINEDO, 1995)

O plano de produção mensal, após o aceite e produção, é dividido em Planos Mestres semanais. Como já foi mencionado na sessão 3.2, os cálculos de capacidade são realizados manualmente ou com o auxílio de planilhas eletrônicas, sendo enquadrados dentro da categoria cálculo de capacidade bruta.

As variabilidades do sistema produtivo como um todo são significativas, o que implica em mudanças diárias e substanciais nos programas de confecção, de acordo com as necessidades da empresa.

O controle de produção é exercido através de um sistema de coleta de dados de chão-de-fábrica denominado de *Shop Floor*, onde é possível, através de módulos futuros, monitorar on-line a produção de ambas as áreas: corte, conformação, marcação e embalagem. Além da informação disponível no sistema, o programador utiliza os dados resultantes de contagens diárias dos estoques intermediários e das próprias ordens de produção que retornam com as quantidades efetivamente produzidas.

4. METODOLOGIA APLICADA E ALGORÍTMOS

Neste capítulo são descritos as etapas para coleta dos dados proveniente de planilhas externas que foram importados pelo sistema para juntamente com os parâmetros previamente cadastrados (fator, prensas, justificativa de datas, cotação da moeda) permitam a execução dos algoritmos de controle de Planejamento e replanejamento da produção.

4.1. COLETA E IMPORTAÇÃO DE DADOS

A coleta dos dados é realizada através de planilha em formato Microsoft Excel®, onde seus campos são previamente preenchidos a partir do cadastro de produtos, entrada dados em estoque, lançamento de compras, lançamento de pedidos de Vendas e Gerenciamento de Ordens de Serviço. Esses arquivos são gerados por um software proprietário de Gestão Integrada também conhecida pela sigla em inglês *Enterprise Resource Planning* (ERP).

O aplicativo desenvolvido armazena dados a partir das planilhas arquivadas em uma pasta especificada pelo usuário de forma a alimentar com dados básicos.

(Quadros 1, 2, 3 e 4) O software PCP desenvolvido, possui uma rotina de importação que irá tratar e inserir os dados existentes em um banco de dados.

Envio	Estoque	Descrição	Descrição	Item	Recebimento
5	0	BLINDE FLANGE A182 F304L 300# RF 6" MP	FLAB182XXXXX17168XXX0168XXX08	703247	5
113	0	BLINDE FLANGE A182 F347 300# RF 6" MP	FLAB182XXXXX25168XXX0168XXX08	703099	113
2	0	BLINDE FLANGE A182 F347 300# RF 8" MP	FLAB182XXXXX25219XXX0219XXX08	703100	2
2	0	BLINDE FLANGE A182 F347 300# RF 10" MP	FLAB182XXXXX25273XXX0273XXX08	703101	2
12	0	BLINDE FLANGE A182 F347 300# RF 24" MP	FLAB182XXXXX25610XXX0610XXX08	703102	12

Quadro 1 - Planilha de Estoque – Irá informar ao sistema que para produzir a quantidade especificada no PT deverá subtrair a quantidade na coluna estoque de acordo com o código do Item (SCHULZ, 2011)

Item	Descrição	QTDE	Preço Unitário	Valor Total	Moeda	DATA	Previsão	Recebimento
703247	smls. Pipe 316L 168,28 x 3,40 mm 6" SCH 10S	59,77	67,96	4.391,80	US_\$	05/01/11	01/09/11	
703099	smls. Pipe 316L 168,28 x 3,40 mm 6" SCH 10S	47,72	67,96	3.506,39	US_\$	05/01/11	07/09/11	
703100	smls. Pipe 316L 219,08 x 8,18 mm 8" SCH 40S	59,72	299,29	19.324,94	US_\$	05/01/11	01/09/11	
703101	smls. Pipe 304L 21,34 x 2,77 mm 1/2"SCH 40S	104,05	5,67	637,87	US_\$	30/05/11	ESTOQUE	06/09/11

Item	Descrição	QTDE	Preço Unitário	Valor Total	Moeda	DATA	Previsão	Recebimento
703102	smls. Pipe 304L 48,26 x 5,08 mm 11/2"SCH 80S	101,32	23,24	2.545,88	US_\$	30/05/11	ESTO- QUE	06/09/11
	smls. Pipe 304L 60,30 x 2,77 mm 2" SCH 10S	113,27	16,87	2.066,03	US_\$	30/05/20 11	ESTO- QUE E	06/09/11

Quadro 2 - Pedido de Compra de Matéria Prima - Irá informar ao sistema que para produzir a quantidade especificada no PT existe pedido de compra em andamento de acordo com o item e a Quantidade (SCHULZ, 2011)

Código (KTX)	Item	Pedido	Descrição	Venda	Qtde
RKGA403XXXXX17008803 0007303002	213959	BRX00095 0	RED.CONC. WLD. ASME B16.9 ASTM A403 304L 3" 10S / 2 1/2" 10S	28.11.201 1	100
LRGA403090XX170273041 027304102	410691	BRX00095 0	ELBOW LR WLD. ASME B16.9 ASTM A403 90° 304L 10" 10S	28.11.201 1	50
LRGA403090XX170033033 003303302	404529	BRX00095 0	ELBOW LR WLD. ASME B16.9 ASTM A403 90° 304L 1" 40S	28.11.201 1	1000
LRGA403090XX170141065 014106502	701012	BRX00095 0	ELBOW LR WLD. ASME B16.9 ASTM A403 90° 304L 5" 40S	28.11.201 1	30
LRGA403090XX200048027 004802702	206896	BRX00095 0	ELBOW LR WLD. ASME B16.9 ASTM A403 90° 316L 1 1/2" 10S	28.11.201 1	500
LRGA403090XX200073030 007303002	206930	BRX00095 0	ELBOW LR WLD. ASME B16.9 ASTM A403 90° 316L 2 1/2" 10S	28.11.201 1	300

Quadro 3 - Pedido de Vendas – Irá informar ao sistema sobre os pedido de venda em andamento de acordo com o item, pedido data e quantidade (SCHULZ, 2011)

Código (KTXt)	Item Code	Descrição	PT-No	Qtde (pcs.)	Material	Pedido
LRGA403045XX17011 4030011403002	243043	ELBOW LR WLD. ASME B16.9 ASTM A403 45° 304L 4" 10S	PT001758 3	200	RG17011 40300000 00BRX	DXX00 0948
LRGA403045XX17016 8034016803402	408976	ELBOW LR WLD. ASME B16.9 ASTM A403 45° 304L 6" 10S	PT001758 4	100	RG17016 80340000 00BRX	DXX00 0948
LRGA403045XX17016 8071016807102	243098	ELBOW LR WLD. ASME B16.9 ASTM A403 45° 304L 6" 40S	PT001758 5	100	RG17016 80710000 00BRX	DXX00 0948
LRGA403045XX20006 0027006002702	243828	ELBOW LR WLD. ASME B16.9 ASTM A403 45° 316L 2" 10S	PT001758 6	100	RG20006 00270000 00BRX	DXX00 0948
LRGA403045XX20016 8034016803402	243971	ELBOW LR WLD. ASME B16.9 ASTM A403 45° 316L 6" 10S	PT001758 7	100	RG20016 80340000 00BRX	DXX00 0948

Quadro 4 - Planilha de Novos PTs Geradas - Irá informar ao sistema sobre os pedido de trabalha em andamento para serem replanejados de acordo com o item, pedido data e quantidade (SCHULZ, 2011)

O processo de importação efetua cálculos para verificar a viabilidade dos dados para serem inseridos de acordo com as prensas, verificadas de acordo com o código de registro de material, que pode ser observado no Quadro 4 coluna KTXt, estes dados serão inseridos ao fim da fila de produção, para que o processo de planejamento seja realizado.

4.2. PARÂMETROS VINCULADOS AO PROCESSO

4.2.1. Configuração de Prensa

Para que o processo de planejamento seja realizado, um novo conjunto de informações será representado por parâmetros que devem ser cadastrados

previamente no sistema, dentre eles podemos citar: geometria da peça, matéria prima, acabamento superficial, tolerâncias dimensionais, tolerâncias geométricas, tratamentos térmicos e superficiais e tamanhos do lote (quantidade). Estes parâmetros irão compor as restrições que devem ser analisadas pelos algoritmos de planejamento e replanejamento, que irão orientar no processo de usinagem, máquinas-ferramentas e operações de corte (Tabela1).

Tabela 1 Cadastro da prensa contendo os seus parâmetros

PRENSA	TIPO CONE- XAO	CODIF.	DIAMENTRO ESPESSURA	TROCA MOLDE	PECAS DIA	TROCA FERRA MENTA	TROCA DISPOSIT
1	CURVA	LR	15,0 X 1,0 ATÉ 60,3 X 3,91 mm	100	1200	34	1
2	CURVA	LR	60,3 X 5,54 ATÉ 114,3 X 6,02 mm	50	600	17	0
3	CURVA	LR	114,3 X 8,56 ATÉ 219,1 X 8,18 mm	17	200	6	0
4	CURVA	LR	219,1 X 12,7 ATÉ 219,1 X 99,9 mm	17	48	7	34
4	CURVA	LR	273,1 X 4,19 ATÉ 273,1 X 99,9 mm	17	44	7	34
4	CURVA	LR	323,9 X 4,5 ATÉ 323,9 X 99,99 mm	17	40	7	34
4	CURVA	LR	355,6 X 4,78 ATÉ 355,6 X 99,99 mm	17	36	7	34
4	CURVA	LR	406,4 X 4,78 ATÉ 406,4 X 99,99 mm	17	32	7	34
4	CURVA	LR	508,0 X 5,54 ATÉ 508,0 X 99,99 mm	17	12	7	34
6	REDUC AO	RK	60,3 X 6,0 ATÉ 168,3 X 7,11 mm	10	352	0	0
7	REDUC AO	RK	168,3 X 10,97 ATÉ 610,0 X 60,0 mm	18	105	0	0
4	CURVA	LR	457,00 X 4,78 ATÉ 457,00 X 99,99 mm	17	16	0	34

Fonte – SCHULZ 2011

4.2.2 Parametrizando o Sistema – Dias de Produção

Parametrizar um calendário de dias de produção permitindo ajustar em dias com e sem produção, além de gerenciar o tempo de trabalho para cada prensa.

Outro conjunto de dados associado a esta parametrização está relacionado à quantidade de minutos por dia de trabalho configurado por cada tipo de prensa, essa informação permitirá ao operador do sistema ajustar, caso necessário. Poderá necessitar fazer uso de horas extras de produção para uma determinada prensa e/ou todas as prensas. Permitindo desta forma, maior liberdade para planejamento em períodos diferentes e quantidade de peças produzidas (Tabela 2).

Tabela 2 – Cadastro de datas e suas disponibilidades de tempo para cada prensa

DATA	JUSTIFICATIVA	INATIVO	DIAS	SEMANA	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
01/02/12		0	quarta-feira	5	480	480	480	480	480	480	480
02/02/12		0	quinta-feira	5	480	480	480	480	480	480	480
03/02/12		0	sexta-feira	5	480	480	480	480	480	480	480
04/02/12	Dia de Folga semana	1	sábado	5	480	480	480	480	480	480	480
05/02/12	Dia de Folga semana	1	domingo	6	480	480	480	480	480	480	480
06/02/12		0	segunda- feira	6	480	480	480	480	480	480	480
07/02/12		0	terça-feira	6	480	480	480	480	480	480	480
08/02/12		0	quarta-feira	6	480	480	480	480	480	480	480
09/02/12		0	quinta-feira	6	480	480	480	480	480	480	480

Fonte – SCHULZ 2011

4.2.3 Parametrizando o Sistema – Fator de Corte para as Prensas

Outra análise realizada durante os processos de planejamento e replanejamento é a identificação do melhor momento para produzir, observando o campo do código de Registro de Material, que irá informar ao sistema dados como a

identificação que qual prensa e fator o item está relacionado (Restrição de Sequenciamento durante o Planejamento) (Tabela 3)

Tabela 3 – Controle de dimensão dos materiais, fator de conformação, para as prensas

CONEXAO	GRAU	FATOR	DIAM 11	DIAM 12	DIAM 21	ESP1	ESP2	NORMA 21	NORMA 22	DIAM 22
LR	090	1,00	0	168	0	0	219	0	999	168
LR	045	0,50	0	168	0	0	219	0	999	168
LR	090	2,00	0	999	0	0	999	815	815	999
LR	045	1,00	0	999	0	0	999	815	815	999
LR	090	3,00	0	999	0	0	999	234	234	999
LR	045	1,50	0	999	0	0	999	234	234	999
LR	090	1,50	219	219	219	127	999	0	999	219
LR	045	0,75	219	219	219	127	999	0	999	219
LR	090	1,00	273	273	273	0	126	0	999	273
LR	045	0,50	273	273	273	0	126	0	999	273

Fonte - SCHULZ, 2011

4.2.4 Algoritmo de Fluxo De Dados – Restrições do Planejamento

O setor de planejamento da empresa realiza várias análises em suas planilhas de produção de prensa para gerenciar Pedido de Trabalho (PTs), tais análises relacionam-se pelos seguintes itens: Planilha de Estoque, Pedido de Compra de Matéria Prima, Pedido de Vendas, Planilha de Produção e Planilha de Novos PTs. Estes dados deverão estar vinculados através do código do material (tubo) e o PT (Pedido de Trabalho a ser produzido).

O planejamento da produção inicia-se com as verificações do PTs inseridas no cadastro da produção sem data, a partir desta lista verifica-se se o tubo referente ao material poderá ser disponibilizado a partir do estoque, de um pedido de compra que será determinante para o planejamento da produção. Existem restrições a observar neste momento do processo: se o tubo possui data de recebimento maior que a data de produção para ser planejado caso não ocorra, se existe um hiato de

tempo² para programação do pedido caso nenhuma das condições ocorra o pedido encontra-se sem previsão de compra de matéria prima para produção e será inserido no fim da lista com um prazo de 180 dias.

Para criar o algoritmo de sequenciamento da produção a partir de pedidos novos, foram definidas as seguintes funções de restrições.

O processo inicia-se a partir da existência do tubo, analisa-se o novo PT possui peças de “mesma descrição” (as normas são iguais, diâmetros iguais e espessuras iguais) que as existentes na produção, (vistas na tabela 3) identificando o melhor momento para a produção onde os PTs devem estar exatamente antes e depois do período de produção na base de dados, para planejar verifica-se se a “descrição for a mesma”. (os dados para identificar de norma, diâmetro e espessura são obtidos a partir do código de registro do material e consultados na tabela de fator parametrizada pela empresa).

Caso não encontre itens semelhantes para produzir, passa-se a analisar se o novo PT possui “descrição parecida”, (as normas são iguais, diâmetros iguais e espessuras diferentes) (tabela 3) PTs que estão sendo produzidas e somente encaixar se a “descrição for parecida”.

Ao localizar na lista encaixam-se os PTs que restarem nos próximos dias vagos, se não houver mais disponibilidade de tempo, encaixar o PT no final da produção.

A Figura 3 representa a forma de como foi realizado o processo de planejamento.

² Hiato de Tempo – Intervalo de tempo na sequência de produção, onde não há produção entre a última PT produzida e a próxima a ser produzida.

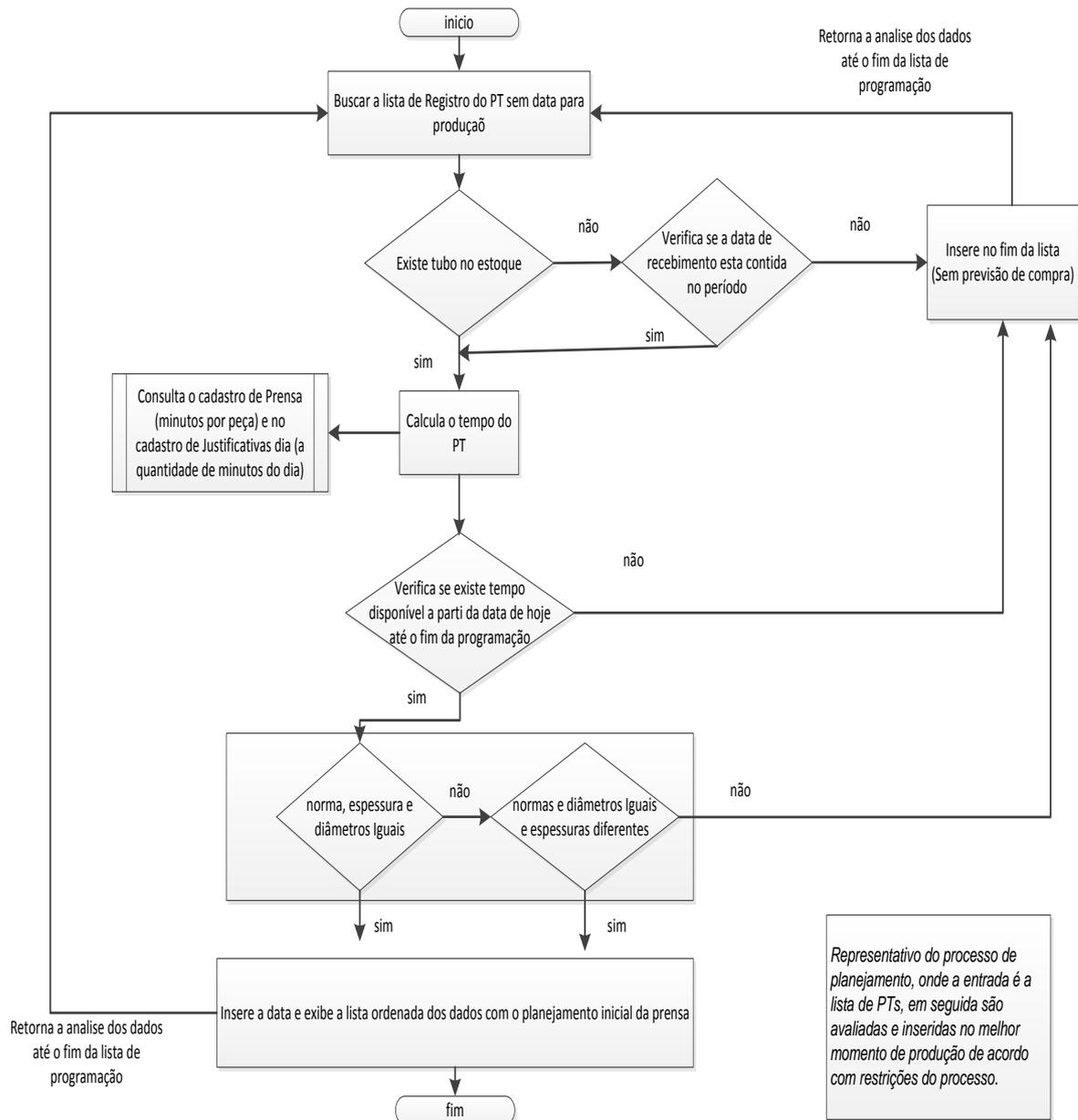


Figura 3 - Diagrama de Fluxo de Planejamento. Fonte Própria, 2011.

4.2.5 Algoritmo De Fluxo De Dados – Replanejamento

O processo de replanejamento ocorrerá sempre que for necessário alterar algum parâmetro do sistema, utilizando para isso parte da metodologia de algoritmos desenvolvida no planejamento da produção, levando em consideração o tempo de produção por peças em minutos na prensa a partir da disponibilidade de produção diária (ajustável via parâmetro de datas do sistema) seguindo os seguintes passos:

- Verifica da data de hoje em diante se há disponibilidade de produção em um próximo período na programação de todos os pedidos. Ao encontrar, verifica-se o melhor momento de produzir observando se o PT a ser planejada possui as mesmas características de produção observadas anteriormente no processo de planejamento:
 - “mesma descrição” para normas, diâmetros e espessuras iguais que os PTs que estão exatamente antes e depois do período de produção na base de dados e somente encaixar se a “descrição for a mesma” (tabela 3).
 - Caso a “descrição não for a mesma”. Analisar se o PT possui “descrição parecida”, normas, diâmetros iguais e espessuras diferentes dos PTs que estão sendo produzidas e somente encaixar se a “descrição for parecida” (tabela 3)
 - Caso não encontre o melhor momento de produção em toda a lista de PTs programadas, re programe para o próximo período que couber a produção.

No momento do replanejamento observa-se também o tempo de produção do pedido em relação à data de recebimento do tubo (garantir o tempo de conformação da peça) poderá ocorrer neste caso hiatos de tempos entre estas datas sem produção, tais hiatos também deverão ser considerados para o replanejamento das peças.

A figura 4 representa a forma de como foi realizado o processo de replanejamento.

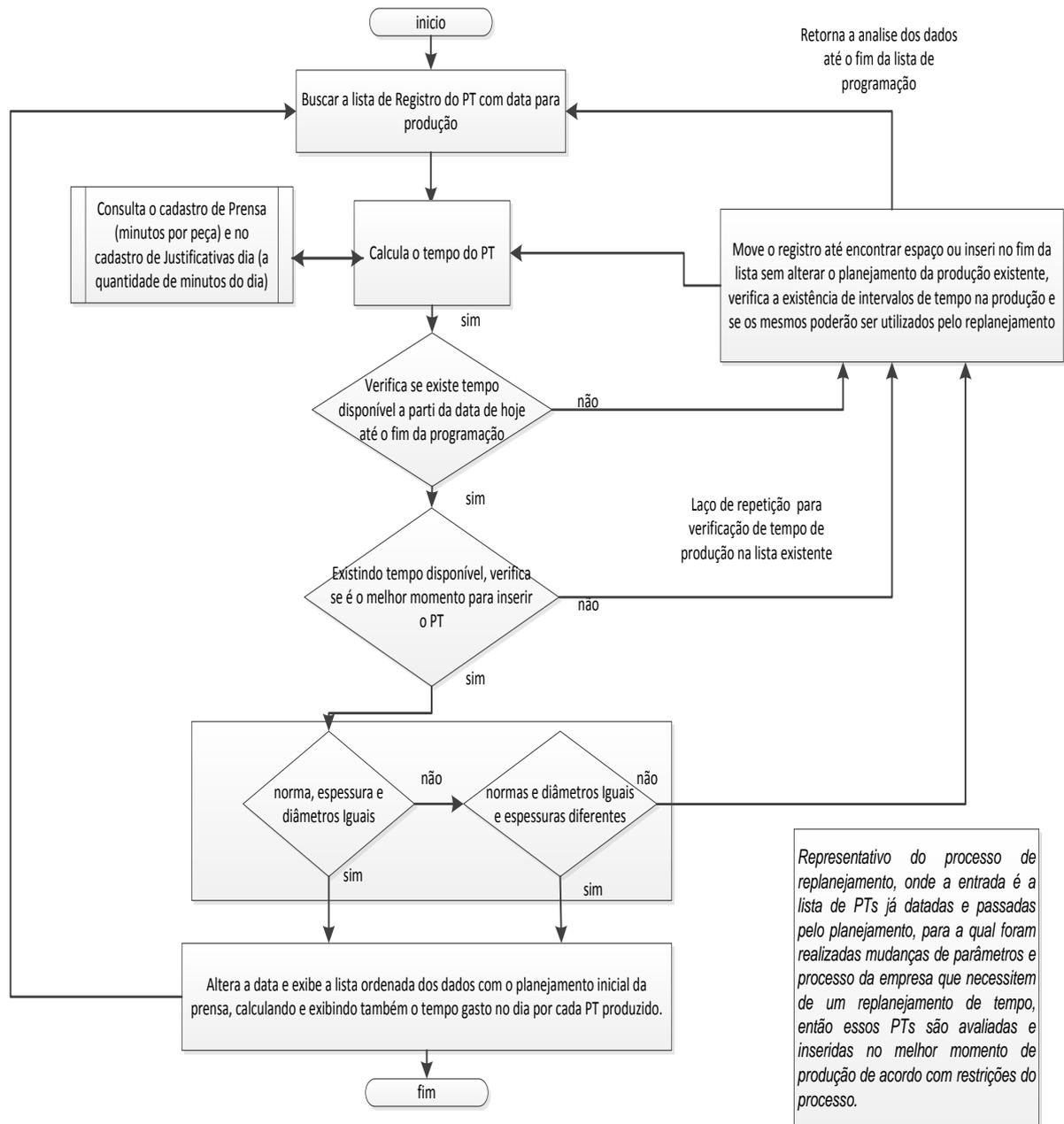


Figura 4- Diagrama de Fluxo de Replanejamento. Fonte: Própria, 2011.

As Rotinas relacionadas ao Planejamento e Replanejamento são representadas através de tabelas de eventos do sistema, como pode ser observado no Quadro 5 onde são descritos as etapas, a descrição de cada etapa, suas finalidades e os módulos utilizados no desenvolvimento da aplicação.

Etapas	Descrição	Finalidade	Módulos
Cadastro de Dados	Cadastrar os principais conjuntos de dados do sistema tais como: Prensas, Sistema de Datas, Usuários e Senhas, etc	Alimentar o sistema com os dados bases para as rotinas de análises	CadPrensa CadJustificativaDia CadUsuários
Importação de Planilhas	Rotina que irá importar planilhas padrão Microsoft Excell 2003 ® contendo os seguintes conjuntos de dados: Planilha de Estoque, Pedido de Compra de Matéria Prima, Pedido de Vendas, Planilha de Produção e Planilha de Novos PTs	Armazenar em Base de dados temporário um conjunto de registros que serão analisados na fase de Tratamento de Dados importados	ImportXls()
Tratamento de Dados Importados	Rotina destinada a efetuar análises prévias de estoque, compras realizadas, etc., bem como tratamento de dados , bem como registro e gravação na base dados do sistema	Efetuar cálculos Prévis Tratamento Prévio de dados Gravação no banco de dados	GravarDadosXLS
Planejamento de Novos PTs	Realiza uma busca de dados na programação da produção para inserir novos registros importados, observando as análises e restrições apontadas pelo setor de planejamento da empresa	Análise da tabela de produção Selecionar possíveis espaços na produção, observando restrições e Inserir PTs Novas	VerificaParamets() AnalisarLista() Restrições() PlanejarPTsNovas() SalvarSistema()

Etapas	Descrição	Finalidade	Módulos
Replanejamento	Refaz uma busca em toda tabela de produção, verificando alterações de dados e ajustando quando necessário a posição dos PTs na lista de datas de produção, também são analisadas as restrições anteriormente citadas parâmetros do sistema	Conferência de Dados Análise de Parâmetros Mover registros de acordo com as regras de programação adotadas pelo setor de planejamento da Produção	VerificaParametros() AnalisarLista() Restrições () PlanejarPTs () SalvarSistema()
Relatório de Dados	Permitir emitir relatório de dados do sistema a partir do PT, prensa, datas de produção etc.	Emitir Relatório Resumidos, Detalhados, Estatísticas e Gráficos	GerarReport()

Quadro 5 - Eventos dos Principais Módulos do Sistema Fonte: Própria, 2011

5 A FERRAMENTA DE SOFTWARE DESENVOLVIDA

Esta seção tem o objetivo de relacionar todas as observações e conclusões relativas ao sistema PCP, acumuladas ao longo do trabalho, e consideradas relevantes para efeito de programação da produção.

5.1. ASPECTOS GERAIS DO SISTEMA

A metodologia aplicada relaciona-se com a modelagem do processo produtivo da empresa e aplicada ao desenvolvimento, de acordo com este panorama foram desenvolvidos módulos computacionais em ambiente de desenvolvimento Microsoft C#.Net 2005 ®, utilizando gerenciamento de base de dados Firebird ® em sistemas de camadas cliente-servidor, com sistema operacional Windows.

A ferramenta utilizada estrutura de classes de acordo com os padrões de engenharia de software atualmente utilizados.

5.2. TELAS DA APLICAÇÃO

A ferramenta de Planejamento da Produção deverá conter os seguintes módulos: Cadastro Prensas (Figura 5), Calendários de produções (Figura 6) que irão compor os parâmetros para o planejamento da produção.

Cadastro de Prensas para Calculos do Sistema

Novo Salvar

Prensa: 1 Tipo de Conexão: CURVA Códificação: LR

Diâmetro e Espessura: 15,0 X 1,0 ATÉ 60,3 X 3,91 mm Valor Inicial: 15010 Valor Final: 60039 1

Valores

Peças Dia: 1200

Troca Molde: 100

Troca Ferramenta: 34

Troca Dispositivo: 1

Número de Dias de Produção x Chegada de Matéria Prima

M. P. em Estoque: 14

M. P. em a partir da Data de Recebimento: 14

M. P. sem Previsão de Compra: 180

IDPRENSA	PRENSA	DIAMETROESPE	TIPOCONEXAO	CODIFICACAO	TROCAMOLDE
1	1	15,0 X 1,0 ATÉ 6...	CURVA	LR	100
9	2	60,3 X 5,54 ATÉ ...	CURVA	LR	50
10	3	114,3 X 8,56 AT...	CURVA	LR	17
26	4	219,1 X 12,7 AT...	CURVA	LR	17
34	4	273,1 X 4,19 AT...	CURVA	LR	17
39	4	323,9 X 4,5 ATÉ ...	CURVA	LR	17
46	4	355,6 X 4,78 AT...	CURVA	LR	17

Para acessar um Registro de Duplo clique no campo ID

Excluir

Figura 5- Tela de Cadastro de Prensa que permite alimentar o aplicativo com os dados das prensas e seus respectivos parâmetros de codificação, tipo de conexão, quantidade de peças produzidas. Fonte Schulz, 2012.

Cadastro de Justificativas

Cadastro de Justificativas para Agendamento de Produção

Salvar

Data: 02/01/2010 Dia Semana: sábado Semana: 1

Justificativa: Dia de Folga semana Dia Inativo: 1

Qtde de Minutos:

Prensa: 1 480 Prensa: 2 480 Prensa: 3 480 Prensa: 4 480 Prensa: 5 480 Prensa: 6 480 Prensa: 7 480

IDJUSTIFICATIVA	DATA	JUSTIFICATIVA	DIASEMANA	NSI
1	01/01/2010	Dia de Folga	sexta-feira	1
2	02/01/2010	Dia de Folga sem...	sábado	1
3	03/01/2010	Dia de Folga sem...	domingo	2
4	04/01/2010		segunda-feira	2
5	05/01/2010		terça-feira	2
6	06/01/2010		quarta-feira	2
7	07/01/2010		quinta-feira	2
8	08/01/2010		sexta-feira	2
9	09/01/2010	Dia de Folga sem...	sábado	2

Para acessar um Registro de Duplo clique no campo ID

Excluir

Figura 6- Tela de Cadastro de Datas e Justificativas de dias trabalhados, bem como a capacidade em minutos de cada prensa. Fonte Schulz, 2012

Com os dados cadastrados, a rotina importação irá analisar e inserir os dados existentes em um banco de dados. A exportação é gerada por um software proprietário, em formato previamente definido, de forma a alimentar com dados básicos (Planilha de Estoque, Pedido de Compra de Matéria Prima, Pedido de Vendas, Planilha de Produção e Planilha de Novos PTs) o software PCP (Figura 7)

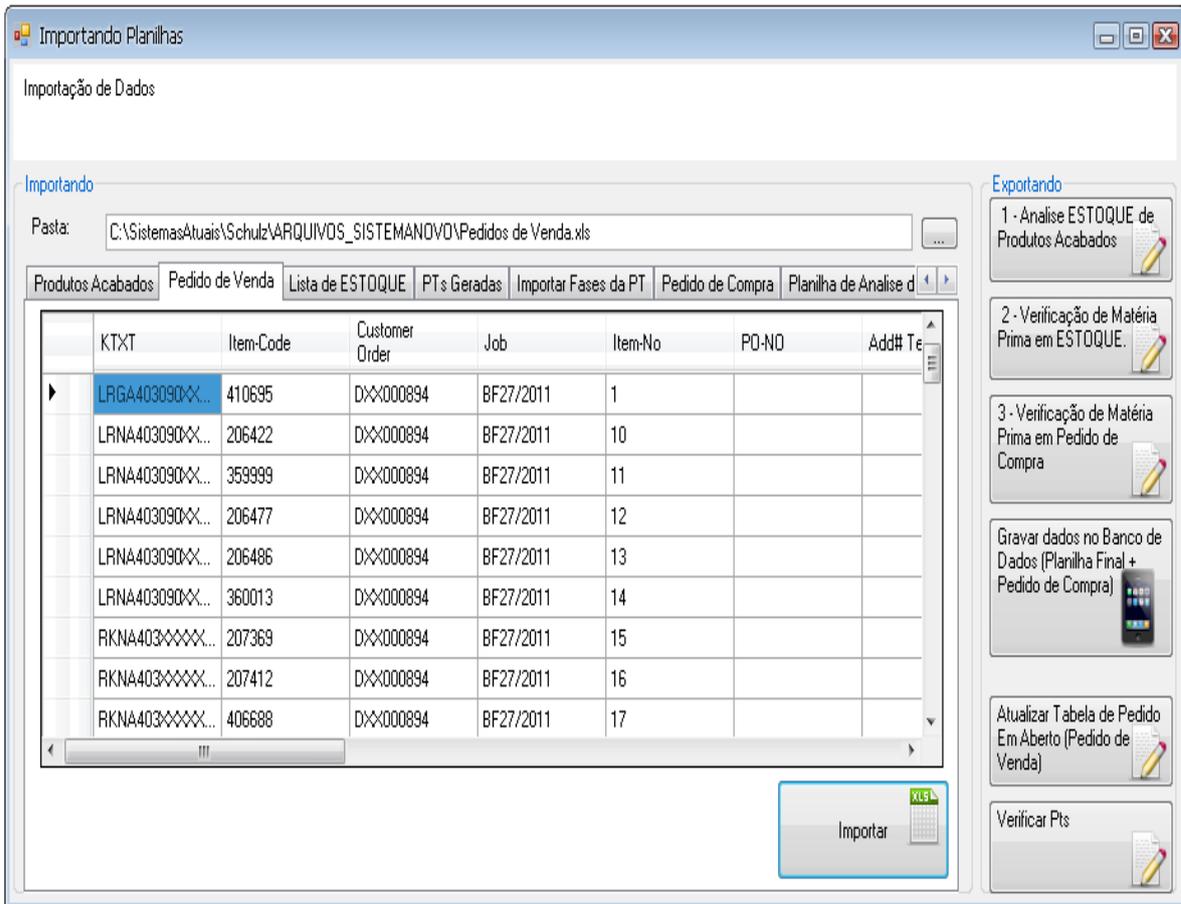


Figura 7 - Tela de Importação de planilhas provenientes de outros aplicativos previamente formatadas (Lista de Estoque, Pedidos de Compra de Materiais, Pedidos de Vendas e PTs Geradas etc). Fonte Schulz, 2012

Através de rotinas de controle independentes é possível ajustar algumas tarefas no sistema, tais como: Recalcular dados (Casos de cotação de Moedas ex.), Trocas de Ferramentas e Moldes das prensas.

As principais tarefas realizadas pelo sistema são: o Planejamento de Novos PT (Pedidos de Trabalho) e Realização de Rotinas de Replanejamento dos dados (observando restrições do processo produtivo) (Figura 8).

PLANEJAMENTO DE PRODUÇÃO - PRENSAS

PTs ATIVAS
Para acionar o Filtro, Clique com o botão direito do mouse sobre a coluna da tabela Ex.: Data
N. Total de Registros na 184

Exibir Esconder
 Informe a Prensa: 1
 Capacidade da Prensa (5 dias):
 Produção Atual da Semana:

Incluir Pts Visualizar Salvar Ajustes
 0 - Executar Planejamento de Produção (Novas PTs)
 1 - Recalculando Dados
 2 - Troca de Ferramentas Moldes
 3 - Reorganização de Dados
 Replaneja-mento

	ORDEN	TEMPO	PRI	WK	DATA	PROJETO	RECURS	DESCRICAO	PT	PLANE	FAT	PLANE	DISF	COF	FP1	FP2	FP3	FP4	FPE	FPE	PRI	BIS	EM	PEDIDOPT	PEDIDOCIENTE	PRAZODC				
	239,2	119,6	1	13	28/03/2012	WAKER CHEMIE	206486	ELBOW LR SMLS. ASME B16.9 ASTM A403 90° 316L 2 40S	PT0017994	598	0,5	299	OK	OK											DXX000987	BF-WA01	29/06/2			
	479,2	240	1	13	28/03/2012	WAKER CHEMIE	206486	ELBOW LR SMLS. ASME B16.9 ASTM A403 90° 316L 2 40S	PT0017995	600	1	600	OK	OK												DXX000987	BF-WA01	29/06/2		
	480	240	1	13	28/03/2012	WAKER CHEMIE	206486	ELBOW LR SMLS. ASME B16.9 ASTM A403 90° 316L 2 40S	PT0017996	600	1	600	OK	OK													DXX000987	BF-WA01	29/06/2	
	399,2	160	1	13	29/03/2012		206486	ELBOW LR SMLS. ASME B16.9 ASTM A403 90° 316L 2 40S	PT0018931	400	1	400	OK	OK													DXX001011	BF47/2011	29/06/2	
	480	240	1	13	29/03/2012	WAKER CHEMIE	206486	ELBOW LR SMLS. ASME B16.9 ASTM A403 90° 316L 2 40S	PT0017997	600	1	600	OK	OK														DXX000987	BF-WA01	29/06/2
	480	240	1	13	29/03/2012	WAKER CHEMIE	206486	ELBOW LR SMLS. ASME B16.9 ASTM A403 90° 316L 2 40S	PT0017997	600	1	600	OK	OK														DXX000987	BF-WA01	29/06/2
	480	240	1	13	29/03/2012	WAKER CHEMIE	206486	ELBOW LR SMLS. ASME B16.9 ASTM A403 90° 316L 2 40S	PT0017997	600	1	600	OK	OK														DXX000987	BF-WA01	29/06/2
	399,2	240	1	13	30/03/2012		206486	ELBOW LR SMLS. ASME B16.9 ASTM A403 90° 316L 2 40S	PT0018930	600	1	600	OK	OK														DXX001011	BF47/2011	29/06/2
	459,2	60	1	13	30/03/2012		242954	ELBOW LR WLD. ASME B16.9 ASTM A403 45° 304L 2 40S	PT0019689	300	0,5	150	OK	OK														DXX001049	BF05/2012	30/04/2
	480	48	1	14	30/03/2012	CONSORCIO SPE	703487	ELBOW LR SMLS. ASME B16.9 ASTM A403 90° 317L 2 40S	PT0019155	120	1	120	OK	OK														BRX001026	007355-0007	01/03/2
	107,2	80	1	14	02/04/2012		703487	ELBOW LR SMLS. ASME B16.9 ASTM A403 90° 317L 2 40S	PT0019174	200	1	200	OK	OK														BRX001027	007362-0005	30/03/2
	126,8	19,6	1	14	02/04/2012		703486	ELBOW LR SMLS. ASME B16.9 ASTM A403 45° 317L 2 40S	PT0019170	98	0,5	49	OK	OK														BRX001027	007362-0001	30/03/2
	126,8	100	1	14	02/04/2012			TROCA DE MOLDE		48	0,5	48																		
	326,8	200	1	14	02/04/2012	KAINZ	310522	ELBOW LR SMLS. DIN 2605 T1 90°1.4541 60.3 x 2.0	PT0019494	500	1	500	OK															DXX001046	BF03/2012	30/04/2
	480	200	1	14	02/04/2012	SORAU	310684	ELBOW LR SMLS. DIN 2605 T1 90°1.4571 60.3 x 2.0	PT0019484	500	1	500	OK															DXX001046	BF03/2012	30/04/2
	206,8	160	1	14	03/04/2012	s	268221	ELBOW LR WLD. DIN 2605 T1 90° 1.4571 60.3 x 2.0	PT0019464	400	1	400	OK															DXX001046	BF03/2012	30/04/2
	446,8	240	1	14	03/04/2012	4	268221	ELBOW LR WLD. DIN 2605 T1 90° 1.4571 60.3 x 2.0	PT0019463	600	1	600	OK															DXX001046	BF03/2012	30/04/2
	446,8	34	1	14	03/04/2012			TROCA DE FERRAMENTA		48	1	48																		
	480	160	1	14	03/04/2012		310700	ELBOW LR SMLS. DIN 2605 T1 90°1.4571 60.3 x 2.9	PT0019486	400	1	400	OK															DXX001046	BF03/2012	31/05/2
	286,8	160	1	14	04/04/2012	s	310540	ELBOW LR SMLS. DIN 2605 T1 90°1.4541 60.3 x 2.9	PT0018856	400	1	400	LIB															DXX001009	BF46/2011	30/03/2
	440,4	153,6	1	14	04/04/2012		310540	ELBOW LR SMLS. DIN 2605 T1 90°1.4541 60.3 x 2.9	PT0016844	384	1	384	LIB															DXX000860	BF19/2011	31/08/2
	480	240	1	14	04/04/2012		310700	ELBOW LR SMLS. DIN 2605 T1 90°1.4571 60.3 x 2.9	PT0019485	600	1	600	LIB															DXX001046	BF03/2012	31/05/2
	480	100	1	14	04/04/2012			TROCA DE MOLDE		48	2	48																		

Figura 8- Tela de Planejamento de Produção das Prensas - Responsável por realizar as principais rotinas do planejamento da produção.

Fonte: Schulz, 2012

Com os dados já replanejados o aplicativo deverá emitir Relatório de Planejamento, Emitir Previsão de Faturamento, Emitir Relatório de PTs (fases da produção) e Gráfico de Produção das prensas. (Figura 9, 10,11 e 12)

Figura 9 - Tela de Geração/Visualização de Relatórios - Onde via definição dos parâmetros são gerados relatórios diversos. Fonte: Schulz, 2012

DESCRICAO	RECURSO	PT	QTDE	PRAZO CONFIRMADO	N. PEDIDO	PEDIDO DO CLIENTE	PRAZO REAL	STATUS	OBS
ELBOW LR SMLS. ASME B16.9 ASTM A403 90° 304L 8 405	010040BR	PT0020298-444	1	15/05/2012 0x	ESTOQUE	BF27/2011	03/09/2012	EMBALADO 332	
ELBOW LR SMLS. ASME B16.9 ASTM A403 90° 304L 8 405	010040BR	PT0020298-3/4	1	15/05/2012 0x	ESTOQUE	BF04/2012	03/09/2012	EMBALADO 332	
ELBOW LR SMLS. ASME B16.9 ASTM A403 90° 304L 8 405	10040	PT0020298-2/4	2	10/07/2012 0x	ESTOQUE	ESTOQUE	13/09/2012	EMBALADO 332	
ELBOW LR SMLS. ASME B16.9 ASTM A403 90° 316L 2 1/2 405	10042	PT0019626	100	30/04/2012 0x	DXX001048	BF04/2012	03/09/2012	BISELADO	
ELBOW LR SMLS. ASME B16.9 ASTM A403 90° 304L 2 1/2 105	206262	PT0019600	300	30/04/2012 0x	DXX001048	BF04/2012	03/09/2012	BISELADO	
ELBOW LR SMLS. ASME B16.9 ASTM A403 90° 304L 4 405	206315	PT0019602	405	30/04/2012 0x	DXX001048	BF04/2012	03/09/2012	BISELADO	
ELBOW LR SMLS. ASME B16.9 ASTM A403 90° 304L 6 405	206351	PT0019917 - 2/	3	30/06/2012 0x	BRX001065	007645-0002	03/09/2012	BISELADO	
ELBOW LR SMLS. ASME B16.9 ASTM A403 90° 316L 3 405	206529	PT0019423	183	28/10/2012 0x	DXX000925	BF33/2011	03/09/2012	BISELADO	
ELBOW LR SMLS. ASME B16.9 ASTM A403 90° 316L 4 105	206538	PT0019631-3/3	2	30/04/2012 0x	ESTOQUE	BF04/2012	03/09/2012	EMBALADO 332	
ELBOW LR SMLS. ASME B16.9 ASTM A403 90° 316L 4 405	206547	PT0019220-2/3	1	31/05/2012 0x	USA001019	0012096-0002	03/09/2012	BISELADO	
ELBOW LR SMLS. ASME B16.9 ASTM A403 90° 316L 4 405	206547	PT0019023	95	31/05/2012 0x	USA001019	0012096-0002	03/09/2012	BISELADO	
ELBOW LR SMLS. ASME B16.9 ASTM A403 90° 316L 4 405	206547	PT0019220-3/3	197	31/05/2012 0x	DXX001029	BF48/2011	03/09/2012	BISELADO	
ELBOW LR SMLS. ASME B16.9 ASTM A403 90° 316L 6 405	206583	PT0019991-3/5	29	30/06/2012 0x	DXX001066	BF06/2012	03/09/2012	BISELADO	
ELBOW LR SMLS. ASME B16.9 ASTM A403 90° 316L 6 405	206583	PT0020276-1/2	1	29/06/2012 0x	DXX001011	BF47/2011	13/09/2012	BISELADO	381/12
ELBOW LR SMLS. ASME B16.9 ASTM A403 90° 316L 6 405	206583	PT0020276-2/2	1	30/06/2012 0x	DXX001066	BF06/2012	13/09/2012	BISELADO	

Figura 10 - Tela de Relatório de PTs planejadas por pedidos / projeto. Fonte: Schulz, 2012

WK	DATA	PROJETO	RECURSO	DESCRICAO	PT	PLANEJADO	FATOR	PLANEJAMENTO FATOR	D/p	CORTE	FASES						PRENSA	B/S	EMBALAG	PEDIDO PT	PRAZO DO PEDIDO	PRAZO REAL ENTREGA	DIAS PROD
											F1	F2	F3	F4	F5	F6							
36	03/09/12		405382	ELBOW LR SMLS. ASME B16.9 ASTM A403 90*304L 1 80S	PT0021099	500	1,00	500,00	OK										D0001194	31/10/12	31/10/12	58	
36	03/09/12		417780	ELBOW LR SMLS. ASME B16.9 ASTM A403 46*304L 1 80S	PT0021121	200	0,50	100,00	OK										D0001194	31/10/12	31/10/12	58	
36	03/09/12		408977	ELBOW LR SMLS. ASME B16.9 ASTM A403 46*316L 1 80S	PT0021147	100	0,50	50,00	_IB										D0000698	15/03/11	05/10/12	-538	
36	03/09/12			TROCA DE MOLDE		48	1,50	48,00															
36	04/09/12		206235	ELBOW LR SMLS. ASME B16.9 ASTM A403 90*304L 1 1/2 40S	PT0021057	600	1,00	600,00	OK										D0001194	31/10/12	31/10/12	57	
36	04/09/12		206235	ELBOW LR SMLS. ASME B16.9 ASTM A403 90*304L 1 1/2 40S	PT0021058	400	1,00	400,00	OK										D0001194	31/10/12	31/10/12	57	
36	04/09/12			TROCA DE FERRAMENTA		48	1,00	48,00															
36	04/09/12		206896	ELBOW LR WLD. ASME B16.9 ASTM A403 90*316L 1 1/2 10S	PT0020303	600	1,00	600,00	OK										BR0001102	24/07/12	06/10/12	-42	
36	04/09/12			TROCA DE FERRAMENTA		48	2,00	48,00															
36	05/09/12		426543	ELBOW LR SMLS. ASME B16.9 ASTM A403 90*316L 1 1/2 S160	PT0021124	100	1,00	100,00	OK										D0001194	31/10/12	31/10/12	56	
36	05/09/12			TROCA DE MOLDE		48	1,00	48,00															
36	05/09/12		206397	ELBOW LR SMLS. ASME B16.9 ASTM A403 90*316L3/4 40S	PT0020455	831	1,00	831,00	OK										D0001095	31/08/12	07/10/12	-5	
36	05/09/12			TROCA DE FERRAMENTA		48	1,00	48,00															
36	05/09/12		10036	ELBOW LR SMLS. ASME B16.9 ASTM A403 46*316L3/4 10S	PT0021136	300	0,50	150,00	OK										D0001194	31/10/12	31/10/12	56	
36	06/09/12		10036	ELBOW LR SMLS. ASME B16.9 ASTM A403 46*316L3/4 10S	PT0020537	200	0,50	100,00	OK										D0001129	30/09/12	08/10/12	24	
36	06/09/12			TROCA DE FERRAMENTA		48	0,50	48,00															
36	06/09/12		426542	ELBOW LR SMLS. ASME B16.9 ASTM A403 90*316L3/4 S160	PT0021123	100	1,00	100,00	OK										D0001194	31/10/12	31/10/12	55	
36	06/09/12			TROCA DE FERRAMENTA		48	1,00	48,00															
36	06/09/12	MARTINA	359980	ELBOW LR SMLS. ASME B16.9 ASTM A403 90*316L3/4 80S	PT0020213	750	1,00	750,00	OK										D0001095	31/08/12	08/10/12	-6	
36	07/09/12		359944	ELBOW LR SMLS. ASME B16.9 ASTM A403 90*304L3/4 80S	PT0021089	500	1,00	500,00	OK										D0001194	31/10/12	31/10/12	54	
37	13/09/12		359980	ELBOW LR SMLS. ASME B16.9 ASTM A403 90*316L3/4 80S	PT0020272	250	1,00	250,00	AG										D0001095	31/08/12	15/10/12	-13	
37	13/09/12		359980	ELBOW LR SMLS. ASME B16.9 ASTM A403 90*316L3/4 80S	PT0021090	500	1,00	500,00	AG										D0001194	31/10/12	31/10/12	48	

Figura 11 - Tela de Visualização de Relatório - Contendo planilha em formato A3 para acompanhamento junto às prensas no chão-de-fábrica, objetivando fornecer dados para os funcionários no processo de produção – Fonte: Schulz, 2012

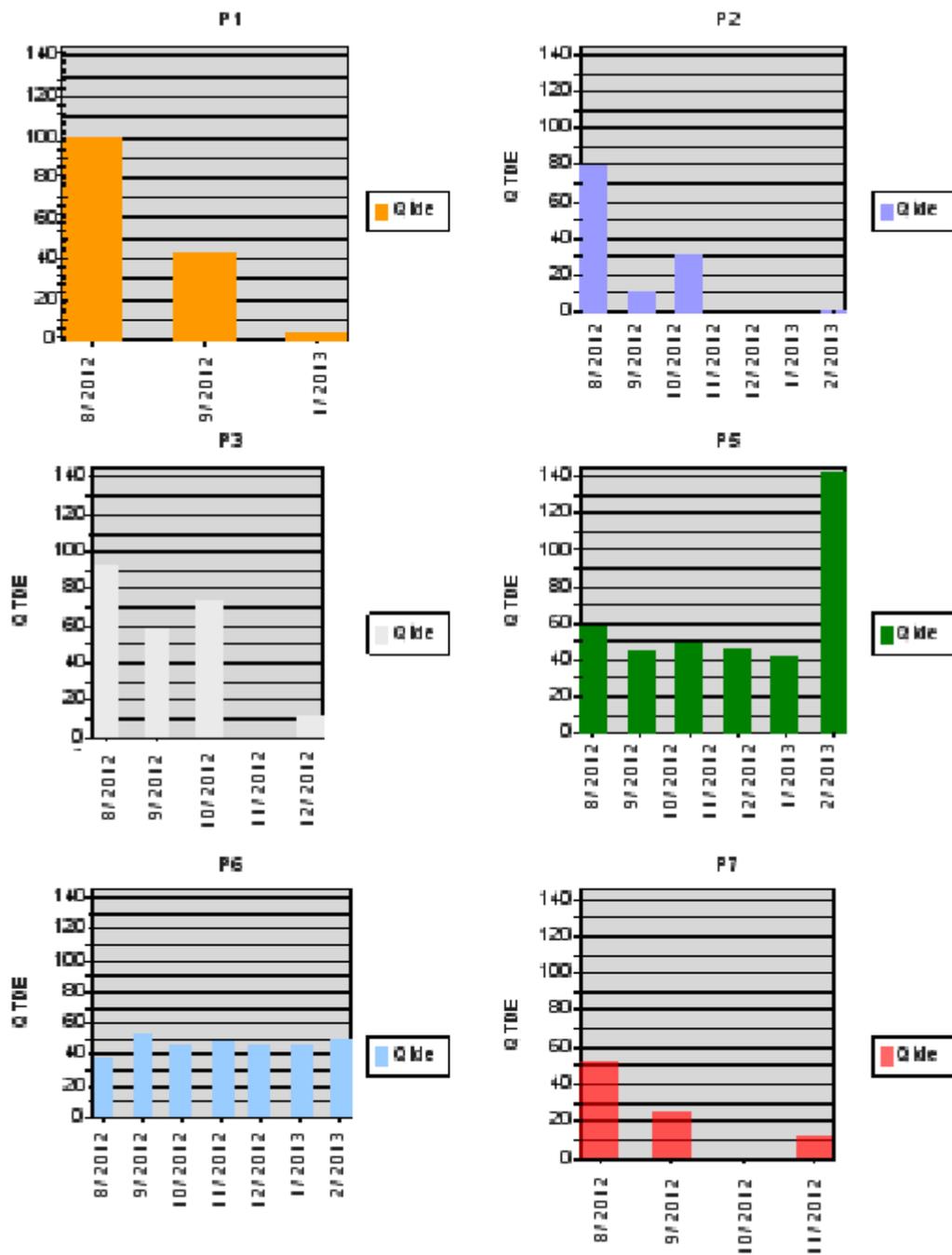


Figura 12- Tela de Visualização de Gráfico de Utilização das prensas 1,2,3,5,6,7 por período. Fonte: Schulz, 2012.

6 RESULTADOS

Antes de comentar os resultados obtidos é necessário mencionar o cenário que a empresa possuía antes da implantação da ferramenta desenvolvida. O planejamento da produção era realizado em 3 semanas, não existia um relatório de ocupação das prensas, e uma filial não se comunicava com a outra (Quadro 6).

PRODUÇÃO DA EMPRESA	
Planejamento da Produção	3 semanas
Gráfico de Ocupação das Prensas	Não
Acesso externo (escritórios e outras unidades)	Não

Quadro 6 - Quadro contendo dados da produção antes da utilização do sistema. Fonte: Schulz, 2012

Verificando os pedidos a empresa fazia a verificação e separação dos pedidos manualmente, verificando em qual prensa ele poderia entrar e se a prensa está desocupada, a mesma verificação manual era realizada na separação da matéria prima (Quadro 7).

ANÁLISE CRÍTICA DOS PEDIDOS	
Disponibilidade de Matéria Prima	Verificação Manual
Separação de pedidos por prensa	Não
Acesso externo (escritórios e outras unidades)	Não

Quadro 7- Quadro contendo dados da produção antes da utilização do sistema. Fonte: Schulz, 2012

Outro controle que era realizado de forma manual e extremamente trabalhoso está relacionado à atualização das etapas de produção junto às planilhas preenchidas separadamente e analisadas posteriormente pelo setor de planejamento da produção objetivando acompanhar os pedidos finalizados e sua entrega a partir da elaboração manual da documentação de embalagem (Check-list) (Quadro 8).

CONTROLE DE PRODUÇÃO E CARREGAMENTO	
Atualização das etapas de produção	Manual
Documentação de Embalagem	Manual

Quadro 8 - Quadro contendo dados da produção antes da utilização do sistema. Fonte: Schulz, 2012

Para facilitar o controle gerencial da empresa fazia-se necessário a existência de relatórios de controle para previsão de faturamento, situação dos PTs e seus pedidos em produção, bem como atualização de suas datas de entrega sempre que ajustes fossem realizados no planejamento e na produção (Quadro 9).

RELATÓRIOS	
Previsão de Faturamento	Não
Status dos PTs	Não
Atualização das Datas de Entrega	Não

Quadro 8 - Quadro contendo dados da produção antes da utilização do sistema. Fonte: Schulz, 2012

Essa era a realidade da empresa antes da implantação da ferramenta. Fazendo um comparativo da empresa antes e depois da implantação da ferramenta pode-se observar que:

- O planejamento da produção, com todos os pedidos a serem executados, passou a ser realizado de forma automática, desta forma obtendo relatórios

instantâneos de ocupação das prensas, em sua fábrica ou a partir de acessos externos (Quadro 10).

PRODUÇÃO DA EMPRESA	ANTES	DEPOIS
Planejamento da Produção	3 semanas	Automático
Gráfico de Ocupação das Prensas	Não	Automático
Acesso externo (escritórios e outros unidades)	Não	Local / Externo

Quadro 9- Quadro comparativo contendo dados da produção antes e depois da utilização do sistema.

Fonte: Schulz, 2012

- A verificação dos pedidos realizada bem como a disposição da matéria prima a ser utilizada pela empresa realiza-se de formar instantânea a partir do controle de ocupação das prensas (Quadro 11).

ANÁLISE CRÍTICA DOS PEDIDOS	ANTES	DEPOIS
Disponibilidade de Matéria Prima	Verificação Manual	Automática
Separação de pedidos por prensa	Não	Sim
Acesso externo (escritórios e outras unidades)	Não	Sim

Quadro 10- Quadro comparativo contendo dados da produção antes e depois da utilização do sistema. Fonte: Schulz, 2012

- Com a automatização do planejamento e controle da produção obteve-se o acompanhamento de cada etapa da produção e o término do processo e emissão de documentos de controle embalagem e entrega dos pedidos (Quadro 12).

CONTROLE DE PRODUÇÃO E CARREGAMENTO	ANTES	DEPOIS
Atualização das etapas de produção	Manual	Automático
Documentação de Embalagem,	Manual	Automático

Quadro 11- Quadro comparativo contendo dados da produção antes e depois da utilização do sistema. Fonte: Schulz 2012

- Estando a empresa apta a apresentar de relatórios gerencias de previsão de faturamento, situação dos PTs e seus pedidos em produção, bem como

atualização de suas datas de entrega sempre que ajustes fossem realizados no planejamento e na produção, Quadro 13.

RELATÓRIOS	ANTES	DEPOIS
Previsão de Faturamento	Não	Sim
Status dos PTs	Não	Sim
Atualização das Datas de Entrega	Não	Sim

Quadro 123- Quadro comparativo contendo dados da produção antes e depois da utilização do sistema. Fonte: Schulz, 2012

É necessário também, levar em consideração o tempo de cada tarefa realizada pelos setores envolvidos no processo produtivo da empresa tempo que fora reduzido com automatização das rotinas administrativas (Quadro 14).

ATIVIDADES	TEMPO APROXIMADO GASTO EM HORAS (ANTES)	TEMPO APROXIMADO GASTO EM HORAS (DEPOIS)
Analisar disponibilidade de matéria-prima em estoque	1,00	0,01
Separar os pedidos de trabalho (PT) por prensa	0,33	< 0,01
Identificar o fator de conformação de cada pedido de trabalho (PT)	0,25	< 0,01
Planejar os pedidos de trabalho (PT)	4,00	0,50
Analisar datas de entrega	0,50	0,17
Atualizar datas de chegada da matéria-prima	1,00	0,20
Re-planejar os pedidos de trabalho	4,00	0,50
Total	11,08	1,38

Quadro 13- Quadro comparativo contendo dados da produção antes e depois da utilização do sistema. Fonte: Schulz, 2012

7 CONCLUSÃO

O trabalho tem objetivo de automatizar o processo já definido e utilizado por uma empresa de fabricação de tubos metálicos, utilizando conhecimento de planejamento e controle da produção no ramo de atividade da empresa, empregando técnicas de inteligência artificial para geração de algoritmos para planejamento e controle da produção com utilização de parâmetros de produção. Essa ferramenta auxilia no trabalho dos setores da empresa no que se refere ao seu planejamento estratégico e produtivo.

Com o objetivo de criar uma solução que trouxesse para a empresa um maior dinamismo e controle produtivo, permitindo que dados relacionados os PTs pudessem ser gerenciados e manipulados de forma rápida e simples, realizando tarefas de planejamento de pedidos novos e replanejamento de pedidos por prensa de forma ágil e segura, podendo assim, acompanhar os pedidos durante o seu processo produtivo, gerenciando o planejamento das prensas (máquinas de conformação de tubos) em uma produção diária de 2500 peças de diversos diâmetros e espessuras, observando suas mudanças de conformação, trocas de dispositivos, ferramentas e fator.

Para isso foi necessário identificar cada fase do processo produtivo, criar um banco de dados de parâmetros para o sistema, importar dados do PT, desenvolver rotinas para o planejamento de novo PT bem como replanear os PT existentes, permitindo assim a empresa obter relatórios, gráficos gerenciais e acesso local ou externo a produção da empresa.

Neste projeto, verificou-se que utilizando a metodologia de desenvolvimento de algoritmos de planejamento da produção associado às restrições definidas pela empresa via um conjunto de tabelas de parâmetros de dados de suas máquinas, observando cada fase de seu processo produtivo, tendo como resultado um conjunto de relatórios e gráficos gerenciais para auxiliar na tomada de decisões estratégicas de quando e quanto produzir.

Mesmo observando que para a atividade empresarial específica foi desenvolvido um estudos de parametrização de dados, o projeto desenvolvido proporcionou uma exploração de muitos conceitos que foram estudados durante o curso em várias disciplinas e também para o conhecimento de outras áreas na computação, desta forma foi possível criar uma ferramenta que permitiu melhorar de forma considerável o desempenho de vários setores da empresa.

Após os resultados, a empresa comprovou a viabilidade do algoritmo aplicado à ferramenta desenvolvida e implantou em seus principais setores responsáveis pelo gerenciamento e controle da produção, disponibilizando ainda acesso local e remoto.

Como projeto futuro a empresa solicitou a integração entre o chão-de-fábrica e os setores que utilizam a ferramenta via o uso de micro terminais em rede para efetuar atualizações de dados em tempo real.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bruin, A. M., Rossum A. C., Visser M. C. Koole G. M. Modeling the emergency cardiac in-patient flow: an application of queuing theory: *Health Care Manage Sci* (2007), disponível em fonte: site<<http://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs10729-007-9009-8.pdf>> acessado 10/06/2013.

CAMPOS, R. **Uma Proposta de Modelagem e Integração de Sistemas de Gestão da Produção em Empresas de Manufatura**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção)- Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo. 1998.

CORBETT, T. **Bússola Financeira**. São Paulo: Nobel, 2005.

CORRÊIA, A. CARLOS.; CORREIA, Henrique L.. **Administração da Produção e de Operações**. 1.ed. São Paulo:Atlas,2008.

CORRÊA, H. L.;GIANESI, I. G.N.;CANON M. **Planejamento, programação e controle da produção: MRP/ERP:conceitos, uso e implantação**.3.ed. São Paulo: Gianesi Correa & Associados:Atlas,2000.

DAVIS, M. M.; AQUILANO, N. J.; CHASE R. B. **Fundamentos da Administração da Produção**. Trad. Eduardo D. Agord Dchaan *et al.* 3 ed. Porto Alegre: Bookman editora, 2001.

DETTMER, H. **Goldratt's Theory of Constraints**. Milwaukee: **ASQC Quality Press**, 1997.

DIAS, G. P. P.; CORREIA, Henrique L. **Uso de simulação para dimensionamento e gestão de estoques de peças sobressalentes**, disponível em <<http://www.salaviva.com.br/livro/ppcp/arquivos/artigos/Uso%20de%20simulacao%2>

0para%20gestao%20de%20estoques%20sobressalentes.pdf> acesso em: 27 Fev . 2012.

FERREIRA M. A. M., ANDRADE M., FILIPE J. A., COELHO P. M.; Statistical Queuing Theory with some applications; Int. J Latest Trends Fin. Eco. Sc.; 2011, disponível em fonte: site <<http://ojs.excelingtech.co.uk/index.php/IJLTFES/article/view/413/213> acessado 10/06/2013.

FRIGERI, J. A.; BJANCHI, M.; BACKES, R.G. Artigo sobre **Um Estudo sobre o uso das Técnicas de Simulação no Processo de Elaboração d Execução dos Planejamentos Estratégico e Operacional**, Porto Alegre, v. 7, n. 12,2007.

GOLDRATT, Eliyahu M.; Cox, JEFF. **A Meta**. São Paulo: Educator, 1997.

GOULART, C. P. **Proposta de um Modelo de Referência para Planejamento e Controle de Produção em Empresas Virtuais**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção)- Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2000.

HEIZER, Jay; RENDER, Barry. **Administração de Operações- Bens e Serviços**. 5 ed.São Paulo: LTC. 2001.

KRAJEWSKI, LEE J.; RITZMAN, LARRY; MALHOTRA, MANOJ; **Administração de Produção e Operações**. São Paulo: Pearson Prentice hall, 2009

MARTINS, Petrônio G., LAUGENI, Fernando P. **Administração da Produção**. São Paulo: Saraiva, 2003.

MOREIRA, Daniel Augusto. **Administração da Produção e Operações**. 5 ed.São Paulo: Pioneira,2000.

PEINADO, JURANDIR; GRAEML, ALEXANDRE R. **Administração da Produção Operações Industriais e de Serviços**. Curitiba: UnicenP, 2007

PINEDO, M. **Shedulling: Theory, Algorithms and Systems**. New Jersey: Prentice Hall, 1995

Russel S., Norvig.P. **Artificial Intelligence, a modern Approach**. Second edition, Prentice Hall, 2003.

SACOMANO, J. B. **Uma Análise de Estrutura Funcional do Planejamento e Controle da Produção e suas Técnicas Auxiliares**. Dissertação de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade de São Paulo, São Carlos,SP, 1990

SCHRIBER, T. J.; BRUNNER, D. T. **Inside discrete-event simulation software: how it works and why it matters**. In: Winter Simulation Conference, 2006, California.

Proceedings of the 38th Conference on Winter Simulation. California, USA: Winter Simulation Conference, 2006

Schulz América Latina - Importação e Exportação LTDA - Campos dos Goytacazes, 2012 disponível em fonte: site< <http://www.schulz-al.com.br>> acessado : 01/10/2012.

SHINGO, S. **Sistemas Toyota de Produção: do Ponto-de-Vista da Engenharia de Produção**. Porto Alegre: Bookmann, 1996

SLACK,N. CHAMBER,S.HARDLAND,C.,HARRISON,JOHNSTON,R. **Administração da Produção**. 2 Ed..São Paulo:Atlas, 1999.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Manual de Planejamento e Controle da Produção**. São Paulo: Atlas, 1997.

VOLLMANN, T., E.; BERRY, W.L.; WHYBARK, D.C.; **Manufacturing Planning and Control Systems**. 5 ed., Boston: Irwin McGraw-Hill, 2005.

WALTER,C **Apostila Modelagem e Análise de Sistemas de Manufatura. Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação**, Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1993.

Algoritmos dos principais métodos programado no sistema.

Método para Importar Planilhas do Excel (rotina utilizada para todas as planilhas)

```
private void Importar_planilhas(string planilha)
{

Tabela dt = new TabelaemMemória();
string cnnExcel = String.Format(@"ConexãoExcel", pWorksheetPath);
string isql = "select * from [{0}]";
string cnnBanco = String.Format(@"ConexãoBanco", Path);
cnnBanco.Aabri();
count = cnnExcel.ΣLinhas

for (j = 0; j < cnnExcel.NRegistros < count; j++)
{

    TratarDados(planilha, cnnExcel,j)
    AtualizarBase(TabProducao,registros[j])

    Dt.dados = ListaRegistros[j];
}

//' vincula o modo de visao padrão da tabela ao datagrid
this.Grid.Dados = Dt.dados;
cnnBanco.Fechar();

        Exibemensagem("Registros Inseridos para plenjamento com sucesso")

}

Private void TratarDados(string planilhaPT, Conexao conexao,interger j)
{
cnnBanco.Aabri();
cnnExcel.Aabri();
integer xqtdeacabado1
if (this.planilhaPT.Rows[j].Cells["QtdeImportado"].Value.ToString() >
cnnExcel[j].ΣLinhas)
{
xqtdeacabado1 =
Convert.ToDecimal(this.PlanilhaEstoque.Rows[i].Cells[1].Value.ToString()) +
Convert.ToDecimal(this.PlanilhaCompras.Rows[i].Cells[1].Value.ToString()) -
Convert.ToDecimal(this.PlanilhaVendas.Rows[i].Cells[1].Value.ToString());
        RETURN(xqtdeacabado1)

}

Else
{
        RETURN(this.planilhaPT.Rows[j].Cells["QtdeImportado"].Value.ToString())
}
cnnBanco.Fechar();
cnnExcel.Fechar();
}
}
```

Método Executar Planejamento.

```

Private void ajustar_Planejamento()
{
//Retorna os dados da Produção por prensa analisar_reorganizacao
Count =  $\sum$ RegistrosdeProdução;

if (i < count)
{

for (j = 0; j < p.Tabproducao.NRegistros && i < count; j++)
{

data_producao := {data is Null (dataatual < dataEnd)};

capacidade_dia :=  $\sum$ PeçasPt

capacidade_producao = {data = producaodata;

Prensa=(tabelaprensa.Produção)};

prod_max =  $\sum$ Registros;

if (capacidade_prensa - capacidade_dia >= prod_max)
{
    if ((xnormas $\approx$ ) & (diametro $\approx$ ) & (espessura1 $\approx$ ))
    {

        AtualizarBase(TabProducao,registros[j])

    }

    if ((xnorma $\approx$ ) & (diametro1  $\neq$ ))
    {

        AtualizarBase(TabProducao,registros[j])

    }

}

}

//Atualizou no fim da lista
else
{

    AtualizarBase(TabProducao,registros[j])

}

    Exibemensagem("Plajenamento Realizado com sucesso")

}

```

Método Executar Re-Planejamento.

```

Private void RE_Planejamento()
{
//Retorna os dados da Produção por prensa analisar_reorganizacao

Count =  $\Sigma$ RegistrosdeProdução;

if (i < count)
{

for (j = 0; j < p.Tabproducao.NRegistros && i < count; j++)
{

data_producao := {data Not is Null (dataatual < dataEnd)};

capacidade_dia :=  $\Sigma$ PeçasPt

capacidade_producao = {data = producaodata;

Prensa=(tabelaprensa.Produção)};

prod_max =  $\Sigma$ Registros;

If (DataProducao[j] < DataPedidoVenda[j])
{

    planejada:= (FOR ALL Tabproducao.  $\Sigma$ PeçasPt < capacidade_producao);

    if (planejada <= prod_max)

    {

        if ((xnormas≈) & (diametro≈) & (espessural≈))
        {

            AtualizarBase(TabProducao,registros[j])

        }

        if ((xnorma≈) & (diametro1 ≠))
        {

            AtualizarBase(TabProducao,registros[j])

        }

    }

}

}

Exibemensagem("Re-Plajenamento Realizado com sucesso")

}

```