

FUNDAÇÃO DE ENSINO “EURÍPIDES SOARES DA ROCHA”  
CENTRO UNIVERSITÁRIO EURÍPIDES DE MARÍLIA – UNIVEM  
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**DANILO SENA MARTINS**

**APS (ADVANCED PLANNING & SCHEDULING) – A UTILIZAÇÃO DO  
SISTEMA DE CAPACIDADE FINITA COMO DIFERENCIAL  
COMPETITIVO.**

MARÍLIA  
2013

FUNDAÇÃO DE ENSINO “EURÍPIDES SOARES DA ROCHA”  
CENTRO UNIVERSITÁRIO EURÍPIDES DE MARÍLIA – UNIVEM  
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**DANILO SENA MARTINS**

**APS (ADVANCED PLANNING & SCHEDULING) – A UTILIZAÇÃO DO  
SISTEMA DE CAPACIDADE FINITA COMO DIFERENCIAL  
COMPETITIVO.**

Trabalho de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção da Fundação de Ensino “Eurípides Soares da Rocha”, mantenedora do Centro Universitário Eurípides de Marília – UNIVEM, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador:  
Prof. Dr. Geraldo Cesar Meneghello

MARÍLIA  
2013

Martins, Danilo Sena

APS (Advanced Planning & Scheduling) – A utilização do sistema de capacidade finita como diferencial competitivo / Danilo Sena Martins; orientador: Geraldo Cesar Meneghello. Marília, SP: [s.n.], 2013.

76 f.

Trabalho de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) - Curso de Engenharia de Produção, Fundação de Ensino “Eurípides Soares da Rocha”, mantenedora do Centro Universitário Eurípides de Marília –UNIVEM, Marília, 2013.

1. PCP 2. APS 3. Sistemas de Capacidade Finita

CDD: 670



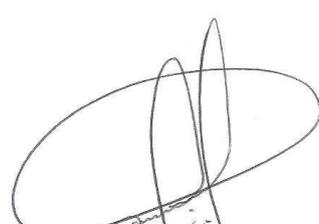
FUNDAÇÃO DE ENSINO "EURÍPIDES SOARES DA ROCHA"  
Mantenedora do Centro Universitário Eurípides de Marília - UNIVEM  
Curso de Engenharia de Produção.

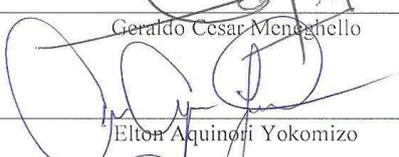
Daniilo Sena Martins - 44061-2

TÍTULO "APS (Advanced Planning & Scheduling) - A utilização do sistema de capacidade finita como diferencial competitivo. "

Banca examinadora do Trabalho de Curso apresentada ao Programa de Graduação em Engenharia de Produção da UNIVEM, F.E.E.S.R, para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Nota: 10

ORIENTADOR:   
Geraldo Cesar Meneghelo

1º EXAMINADOR:   
Elton Aquino Yokomizo

2º EXAMINADOR:   
Leandro Menegatti Baraldi

Marília, 03 de dezembro de 2013.

*Primeiramente a Deus, pois toda a honra e glória pertencente ao Senhor Jesus Cristo, que nos permite o esplendor da vida;*

*À minha família e noiva, que sempre esteve presente nos momentos de minha vida com incentivos, esforços e dedicação;*

*A todos os professores, em especial meu orientador, por transmitir seus conhecimentos com paciência e sabedoria.*

## AGRADECIMENTOS

*Agradeço primeiramente a Deus Pai, Deus Filho e Deus Espírito Santo por nunca ter desistido de mim, por estar fazendo e o que irá fazer para que em minha vida eu venha glorifica-Lo e honra-Lo, para que meus sonhos sejam sempre os Seus sonhos e em todos os dias de minha vida possa contemplar a formosura do Senhor e aprender qual é a Sua Boa e Perfeita vontade.*

*A minha família amada, por estar sempre presente nos momentos felizes e tristes da minha vida, dando não só condições físicas para prosseguir, mas sempre conselhos que e apoio para que hoje tivesse esta formação.*

*A minha noiva por não desistir de mim em meios a tanto trabalho, mas sempre estava pronta não só para entender, mas para ajudar.*

*Agradeço aos professores (Senseis) que de seu tempo e inestimável contribuição ao longo dos anos demonstraram ao externar os conhecimentos, enorme dedicação, carinho e paciência conosco.*

*Agradeço a Univem por disponibilizar seus profissionais e métodos de ensino, demonstrando ao longo do ano com competência.*

*As empresas, citadas no presente trabalho, por darem condições de reunir informações e enriquecer o conteúdo do mesmo e disseminar um tema recente e importante para o meio acadêmico e empresarial.*

*Aos meus colegas, do curso ou fora dele, que sempre me apoiaram e contribuíram de alguma forma, além do companheirismo e paciência.*

*E a todos que de alguma forma direta ou indireta possibilitou esta pesquisa.*

*“Ninguém vale pelo que sabe, mas pelo que faz com aquilo que sabe”.*

*Leonardo Boff*

MARTINS, Danilo Sena. **APS (Advanced Planning & Scheduling) – A Utilização do Sistema de Capacidade Finita como Diferencial Competitivo**. 2013. 76 f. Trabalho de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) – Centro Universitário Eurípides de Marília, Fundação de Ensino “Eurípides Soares da Rocha”, Marília, 2013.

## RESUMO

Com a integração econômica e o avanço da tecnologia nos sistemas produtivos tem-se acirrado a concorrência entre as empresas de diferentes segmentos, além de impulsionarem a adoção de recursos e técnicas de gestão de manufatura de modo a dinamizar o sequenciamento e respostas instantâneas e precisas para a produção. As empresas ao longo de anos estão em constante busca de ferramentas que controlem os seus sistemas produtivos de modo que as empresas possam posicionar-se de maneira estratégica entre seus concorrentes. As empresas na década de 1960 até início da década de 1980 com a evolução dos sistemas produtivos MRP, os sistemas de planejamento de recursos de manufatura – MRP II, a união dos sistemas MRP II aos sistemas integrados de controle da produção – MES e finalmente os sistemas de planejamento de recursos de empresa – ERP ficavam a mercê de sistemas produtivos limitados e carecedores de técnicas integradas com o sistema de produção da empresa, ou seja, as empresas não repousavam sua produção em um sistema de replanejamento e controle confiável, vez que os sistemas atendiam determinados pontos e outros ficavam a cargo de controles manuais e de outros sistemas que não se integravam a estes. Empresas buscam sistemas integrados a sua produção de modo a viabilizar aos gestores um planejamento total da produção, desde a organização de prazos, disponibilidade de materiais e máquinas priorização da programação da produção, além das respostas instantâneas do sistema em caso de eventual replanejamento. As organizações têm focado cada vez mais no setor de manufatura vez que este setor como nenhum outro permite criar vantagem competitiva sustentada através da excelência em suas práticas que influenciam diretamente na satisfação e exigência dos consumidores. O presente trabalho versará sobre a evolução, aplicação, comparação, benefícios e limitações dos sistemas produtivos MRP, MRPII, MES, ERP e exaustará o tema do trabalho APS (Advanced Planning and Scheduling) como ferramenta que suprirá as deficiências dos outros sistemas produtivos citados anteriormente, devido a utilização de práticas de sequenciamento com capacidade finita, gerando planejamentos para a produção com alto grau confiabilidade e precisão, vez que suas ferramentas são capazes de levar em consideração, praticamente todas as variáveis e restrições inerentes ao ambiente produtivo, gerando planos de produção viáveis e factíveis. O desempenho deste sistema APS confere aos gestores precisão nas programações geradas, dado a elevada capacidade de refletir a realidade operacional dos diferentes sistemas de produção e a alta tecnologia com que são desenvolvidos.

**Palavras-chave:** PCP. APS. Sistemas de Capacidade Finita.

MARTINS, Danilo Sena. **APS (Advanced Planning & Scheduling) – a utilização do sistema de capacidade finita como diferencial competitivo**. 2013. 50 f. Trabalho de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) – Centro Universitário Eurípides de Marília, Fundação de Ensino “Eurípides Soares da Rocha”, Marília, 2013.

## ABSTRACT

With economic integration and technological advances in production systems has been fierce competition between companies in different segments, and propel the adoption of technical resources and management of manufacturing so as to streamline the sequencing and instant and accurate answers to production. Companies over the years are in constant search for tools that control their production systems so that companies can position themselves strategically among its competitors. Firms in the 1960s until the early 1980s with the development of production systems MRP systems manufacturing resource planning - MRP II , the union of MRP II systems to integrated systems of production control - MES and finally the systems resource planning ERP company , were at the mercy of limited production systems and shortage techniques integrated with the production system of the company , or companies do not lay their production in a system redesign and reliable control , since systems met certain points and others were in charge of manual controls and other systems that are not among these . Companies seeking integrated their production in order to allow managers a total planning of production, from the organization of time , availability of materials and machines, prioritization of production scheduling , and instant responses from the system in the event of replanning . Organizations have increasingly focused on the manufacturing sector since this sector like no other can create sustainable competitive advantage through excellence in their practices that directly influence satisfaction and consumer demand. This paper will focus on the development , application , comparison, benefits and limitations of production systems MRP , MRPII , MES , ERP and show the theme of work APS (Advanced Planning and Scheduling) as a tool that will supply the deficiencies of other productive systems mentioned above because the use of practices sequencing with finite capacity , generating plans for production with high reliability and accuracy , since their tools are able to take into consideration , almost all variables and constraints inherent in the productive environment generating production plans viable and feasible . The performance of this APS system gives managers accuracy in schedules generated, given the high ability to reflect the operational reality of the different production systems and high technology with which they are developed.

**Keywords:** PCP. APS. Finite Capacity Systems.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Estrutura Conceitual dos Sistemas ERP e sua evolução desde o MRP.....	20
Figura 2 – Evolução dos sistemas nas últimas décadas.....	21
Figura 3 – Função do PCP.....	22
Figura 4 – O contexto do PCP no âmbito dos diferentes níveis de planejamento.....	23
Figura 5 – Níveis de decisão gerenciais e de planejamento da função Produção .....	24
Figura 6 - Modelo de Sistema de Produção.....	25
Figura 7 – Visão geral de um sistema MRP .....	28
Figura 8 – Funcionamento do sistema MRP .....	29
Figura 9 – Conceito de Demanda independente.....	31
Figura 10 – Conceito de Demanda Dependente .....	31
Figura 11 – Fluxograma de Funcionamento do MRP II.....	33
Figura 12 – O ERP e as diversas integrações de planejamento e controle de todas as partes da organização.....	35
Figura 13 – Ligações-chave no planejamento de vendas e operações. ....	36
Figura 14 – Processo mensal de planejamento de vendas e operações .....	37
Figura 15 – Plano agregado e plano mestre de produção para colchões e Janela de programação do plano mestre de produção. ....	39
Figura 16 – Carregamento infinito <i>versus</i> finito. ....	41
Figura 17 – Escopo dos sistemas baseados em capacidade finita .....	42
Figura 18 – Representação esquemática do gerenciamento de restrições. ....	43
Figura 19 – Lógica do método de programação Tambor-Pulmão-Corda.....	44
Figura 20 – Esquema ilustrativo da ferramenta Tambor-Pulmão-Corda. ....	45
Figura 21 – Processo de planejamento no APS.....	50
Figura 22 – Gráfico de Gantt no programa Drummer. ....	52
Figura 23 – O processo de planejamento tradicional .....	53
Figura 24 – Matriz de relação entre a complexidade da tarefa S&OP, S&OP objetivo e a necessidade dos sistemas APS.....	59
Figura 25 – Marcas e parque fabril da Empresa Unicasa .....	61
Figura 26 – Estoque de peças .....	62
Figura 27 – Representação estrutura de todo processo após a implantação do sistema APS...	63
Figura 28 – Unidade Curitiba/PR .....	66

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Cinco etapas do processo de aprimoramento contínuo da TOC para as restrições físicas.....	45
Tabela 2 – Os quatro fatores que direcionam o desenvolvimento e implantação do APS.....	48
Tabela 3 – Principais características de um sistema APS. ....	55
Tabela 4 – Comparação dos sistemas de APS e MRP e MRPII.....	56
Tabela 5 – Comparação dos sistemas de APS e ERP.....	57

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APS (*Advanced Planning and Scheduling*) ou (Sistema de Planejamento e Programação Avançado)

BoM (*Bill of Material*) ou (Lista de Material)

CRP (*Capacity Requirements Planning*) ou (Planejamento da Capacidade de Recursos)

FCS (*Finite Capacity Scheduling*) ou (Sistemas de Programação com Capacidade Finita)

ERP (*Enterprise resource planning*) ou (Planejamento de Recursos Empresariais)

MES (*Manufacturing Execution Systems*) ou (Sistemas de Execução da Produção)

MPS (*Master Production Scheduling*) ou (Planejamento Mestre de Produção)

MRP (*Material Requirements Planning*) ou (Planejamento de Requisitos de Material)

MRP II (*Manufacturing Resources Planning*) ou (Planejamento dos Recursos da Manufatura)

PCP (Planejamento e Controle da Produção)

SKU (*Stock Keeping Unit*) ou (Unidade de Manutenção de Estoque)

TOC (Teoria das Restrições)

TPC (Tambor, Pulmão e Corda)

WIP (*Work in Process*) ou (Estoque em Processo)

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	14
Relevância do estudo.....	15
Objetivo.....	16
Metodologia.....	16
CAPÍTULO 1 – EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO.....	18
1.1 Importância do PCP nas Organizações.....	21
CAPÍTULO 2 – SISTEMAS DE ADMINISTRAÇÃO DE CONTROLE DA MANUFATURA.....	24
2.1 MRP (Manufacturing Requirements Planning).....	28
2.2 Objetivo do MRP.....	29
2.2.1 As variáveis do sistema MRP.....	30
2.3 MRP II (Manufacturing Resource Planning).....	32
2.3.1 Críticas às características dos sistemas MRP/MRP II.....	33
2.4 ERP.....	34
2.4.1 S&OP (Planejamento de vendas e operações).....	35
2.4.2 MPS (Planejamento Mestre da Produção).....	38
CAPÍTULO 3 – APS (ADVANCED PLANNING AND SCHEDULING).....	40
3.1 Teoria das Restrições (Theory of Constraints – TOC).....	42
3.1.1 Método de programação: Tambor-Pulmão-Corda (TPC).....	43
3.2 Planejamento e Programação no APS.....	47
3.2.1 Planejamento avançado e sequenciamento.....	50
3.2.2 Gráfico de Gantt.....	51
3.2.2 Planejamento simultâneo.....	52
3.2.2 Planejamento baseado em restrições.....	53
3.3 Características e funcionalidades do APS.....	55
3.3.1 Comparação entre APS e os sistemas MRP/MRP II e ERP.....	56
3.2.2 Principais empresas de Software de APS no Brasil.....	58

CAPÍTULO 4 – ESTUDO DE CASOS .....	59
4.1 Unicasa: Aplicação do sistema Preactor (sistema APS fornecido pela empresa Accera) ..	60
4.1.1 Apresentação da Empresa.....	60
4.1.2 Antes da implantação do sistema APS Preactor.....	61
4.1.3 Após a implantação do sistema APS .....	62
4.1.4 Resultados.....	64
4.2 Furukawa: Melhoria na entrega com um sistema APS.....	65
4.2.1 Apresentação da empresa .....	65
4.2.2 Antes da implantação do sistema APS Preactor.....	66
4.2.3 Após a implantação do sistema APS .....	67
4.2.4 Resultados.....	68
CAPÍTULO 5 – CONCLUSÕES .....	69
REFERÊNCIAS .....	71

## INTRODUÇÃO

A integração econômica e o avanço da tecnologia têm obrigado as empresas que pretendem manter-se com uma fatia do mercado competitivo a adotar em suas áreas de manufatura, sistemas ou ferramentas controladoras com precisão do planejamento de produção.

As empresas têm sido impulsionadas a terem esta panorâmica da linha de produção face as exigências do consumidor que a cada dia são mais individuais, especiais, o que demanda complexidade ao sistema de produção e alternatividade, o que muitas vezes o sistema produtivo utilizado não comporta.

Os consumidores são o termômetro da qualidade da produção, vez que a medida que a empresa os satisfazem, aumenta-se a demanda de produção. Assim, as empresas tendem a aparelhar-se constantemente para planejar bem como replanejar sua produção com brevidade considerando as variáveis do sistema, com respostas instantâneas e precisas aos gestores.

A implantação de sistemas produtivos é de suma importância aos profissionais de engenharia de produção, vez que estes desenvolvem comumente o papel de concepção, melhoria e implementação de sistemas que envolvem pessoas, materiais, informações e equipamentos, além da aplicação do conhecimento em outras áreas como matemática, física e ciências sociais.

As necessidades das empresas se moldarem cada vez mais a exigir dos sistemas produtivos uma integração com a produção de modo geral, vez que como discorreremos em nossa pesquisa, os sistemas MRP/MRP II/MES e ERP, criava aos gestores dependência aos cálculos manuais além da contratação de sistemas paralelos sem qualquer tipo de integração com os adotados.

Esta desintegração dos sistemas citados com outras áreas da manufatura causa a empresa necessidade da contratação de outros sistemas paralelos para complementar a deficiência destes, além de culminar para o crescimento de estoques e desperdícios de tempo e de matérias primas.

As empresas para disputarem o mercado necessitam que sua produção repouse sobre dados precisos quanto à programação exata de produção e prazo de entrega.

Nesta gana de sobressaltar os seus concorrentes as empresas tem buscado por ferramentas que promovam o planejamento e replanejamento da produção de forma

instantânea levando em consideração todas as complexidades e variáveis da programação na fábrica inclusive.

Veremos que uma das deficiências apontadas pelo ERP com a necessidade do MES foi que o primeiro não conseguia acompanhar o chão de fábrica, ou seja, não visualizava o que estava acontecendo no chão de fábrica, e por não visualizar, não poderia sequer precisar seus parâmetros.

Indo ao encontro desta nova perspectiva mercadológica e no intuito de apresentar a supressão das deficiências dos primórdios, surge a ferramenta APS, uma programação avançada das operações, com um conceito inovador de capacidade finita que absorverá o MRP e MRP II e os completará.

No objetivo de satisfazer a manufatura das empresas, discorreremos sobre a ferramenta do APS que pode trabalhar de forma isolada, que pode ser integrado a outro sistema, evitando, contudo a duplicidade de dados cadastrais e a sobreposição conflitante com os diversos sistemas de gestão da organização (FAÉ, ERHART, 2005; ERHART *et al* , 2007).

Após identificar a necessidade do controle preciso da produção, foi realizada uma pesquisa bibliográfica extensa sobre a implantação do APS, planejamento e controle de produção e seus benefícios. Tal pesquisa foi realizada em livros, artigos publicados em anais, sites e trabalhos realizados sobre o tema proposto, consultas a monografias, dissertações e teses. Foi de suma importância vencer estas etapas para a compreensão do tema.

## **Relevância do estudo**

Com o crescimento do mercado de bens de consumo, o planejamento para a programação da produção vem se tornando muito mais complexa ao longo dos anos, devido os produtos serem cada vez menores em seu volume, os clientes são mais exigentes, pedindo produtos com mais frequência além de desejarem produtos mais sofisticados, personalizados ou específicos.

Desta forma se torna cada vez mais relevante as empresas investirem na tecnologia para poder conquistar e melhorar seus planejamentos e controles de produção. E uma destas evoluções, são os sistemas de capacidade finita que atualmente consegue melhorar em vários aspectos o planejamento, o controle, a acuracidade, informações mais confiáveis e reais, entre outras vantagens que este tipo de tecnologia proporciona.

## Objetivo

Este trabalho tem como objetivo realizar o levantamento bibliográfico e analisar os sistemas de capacidade finita como ferramenta para o planejamento e controle da produção.

Tendo como objetivo específico a análise do sistema APS (*Advanced Planning and Scheduling*), para identificar os potenciais deste sistema e como uma organização, utilizando-o ganhará como diferencial.

## Metodologia

De acordo com Demo (2000, p. 20) “Pesquisa é entendida tanto como procedimento de fabricação do conhecimento, quanto como procedimento de aprendizagem (princípio científico e educativos), sendo parte integrante de todo processo reconstrutivo de conhecimento”. Dito isto, neste trabalho, como primeiro passo, para desenvolver a pesquisa foi formulado o problema, definindo e delimitando o assunto a ser tratado, buscando alguma utilidade para as organizações e comunidade.

Após a escolha do tema a ser tratado optou-se pela utilização da pesquisa exploratória, que segundo Prodanov e Freitas (2013, p. 52) tem a finalidade de proporcionar mais informações sobre o tema escolhido, permite a definição e o delineamento do assunto, facilitando assim a fixação dos objetivos, orientação para novos enfoques e hipóteses.

Quanto aos procedimentos técnicos, foram utilizados a pesquisa bibliográfica e a pesquisa documental, onde os dados foram levantando a partir de livros, revistas, publicações, monografias, dissertações, teses, internet, participação de seminários, vídeos de fabricantes dos softwares entres outras fontes referente ao assunto, desta forma caracterizando como dados secundários, que como Prodanov e Freitas (2013, p. 102) citam:

“Existem aqueles já disponíveis, acessíveis mediante pesquisa bibliográfica e/ou documental. São chamados dados secundários por se tratarem de “dados de segunda-mão”. Cumpre ressaltar que essa expressão não tem caráter pejorativo, apenas indica que são dados disponíveis e que não foram coletados especificamente para o nosso trabalho em particular.”.

Após o levantamento bibliográfico, foi levantado junto a empresas que fornecem o software casos de implantação de seus sistemas e assim escolhido um caso de sucesso que com estratégia de análise, foram adotadas a descrição de um caso que fornecesse resultados,

que possibilitasse a comparação e identificação das vantagens fornecidas pelos sistemas de capacidade finita.

## **CAPÍTULO 1 – EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO**

Com o crescimento da importância do PCP nas organizações, começaram por volta do século XX a surgir estudos nesta área. Na década de 1960 o uso do computador começou basicamente a ser utilizado na área financeira que futuramente, na década de 1970, com a evolução dos computadores em sua capacidade de processar dados e seu custo reduzido, tornou viável o surgimento de sistemas computacionais como o MRP. (ZATTAR, 2004).

Segundo Liddel (2009, p.27) a definição do sistema MRP é:

O MRP não era nada além de uma técnica para explodir uma estrutura ou lista de materiais do produto (BoM – Bill of Material) de vários níveis, para determinar quais os matérias que uma empresa precisaria adquirir ou as partes que teria de fabricar para conseguir produzir um produto final.

Os sistemas MRP eram, portanto limitados e simples oferecendo ferramentas para gerenciar as compras e estoques somente. No início da década de 1980 foram lançados os sistemas de Planejamento de Recursos de Manufatura (MRP II) que, futuramente se tornaria o ERP. (LIDDEL, 2009)

Da mesma forma que o MRP o sistema MRP II tinha o problema de não tratar os recursos produtivos, tais como máquinas, pessoas e ferramentas, pois considerava os recursos de forma infinita. (ZATTAR, 2004)

Conforme Liddel, no final dos anos 70 o MRP II que atualmente é o ERP, começou a utilizar-se das técnicas do Planejamento Mestre de Produção, MPS, que tinha como principal objetivo dar ao planejador condições de organizar prazos e prioridade nas programação da produção.

Completa ainda Liddel (2009, p.29 e 30) sobre MPS,

O MPS agrupa a demanda real (os pedidos dos clientes) e a previsão de demanda para cada item estocados (SKU – *Stock Keeping Unit*), normalmente produtos acabados; ele os compara com os estoques disponíveis de bens finalizados e os recebidos esperados da fábrica. Isto é feito usando o conceito de períodos de planejamento (em geral semanal).

Porém o MPS tem como princípio que as ordens de compra e ordens produção vão seguir o planejado, sendo finalizadas na data prevista. Mas nem sempre o que foi planejado acontece, o fornecedor pode atrasar, o centro de trabalho pode não funcionar eficientemente,

causando um transtorno para o planejador devido a não ter mecanismo de ajuste para o que foi modificado. (LIDDEL, 2009).

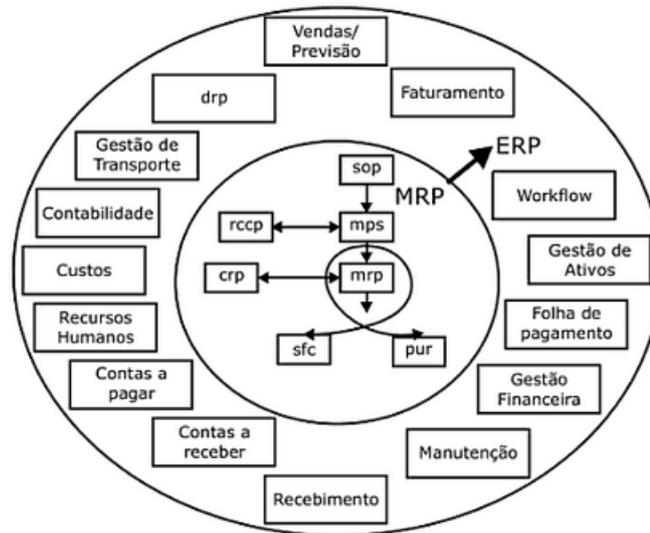
O mesmo autor cita que para tentar resolver os diversos problemas de restrições de capacidade encontrados até o momento, os sistemas de ERP ganharam um novo módulo, CRP (*Capacity Requirements Planning*), que tinha como principal objetivo realizar o planejamento das necessidades de capacidade. Como Liddel (2009, p. 33) descreve:

O módulo de CRP é incapaz de calcular de maneira precisa a demanda prevista e a utilização projetada de capacidade de produção pelo fato de utilizar uma série de técnicas e conceitos que tem graves limitações, tais como: capacidade infinita; Programação para trás e Períodos de Planejamento.

Embora o MRP II possuía várias ferramentas para gerenciar o PCP, ele ainda sozinho era muito limitado para lidar com as altas complexidades e detalhamentos de uma programação na fábrica. Desta forma para poder vencer estas dificuldades foram desenvolvidos sistemas de programação com capacidade finita que, “tem a característica principal de considerar a capacidade produtiva e as características tecnológicas do sistema produtivo como uma restrição *a priori* para tomada de decisão de programação, buscando garantir que o programa de produção resultante seja viável, ou seja, dentro da capacidade disponível”. (FILHO, 2006, p.79).

Filho (2006, p. 79 e 80) destaca que o MRP II possibilitou as organizações a interação da área de manufatura, iniquando o ERP se tonou um estágio mais avançado do MRP II por englobar a manufatura e setores que não estão relacionados a manufatura, como por exemplo, distribuição física, custos, finanças entre outros, trazendo reflexos positivos no desempenho do PCP. A figura 1 mostra a estrutura dos sistemas ERP e sua evolução desde do MRP.

Figura 1 – Estrutura Conceitual dos Sistemas ERP e sua evolução desde o MRP



Fonte: Filho (2006, p. 79) citado por CORRÊA et al., (1997, p. 325).

Em meados da década de 80 o ERP ainda tinha diversas lacunas a ser preenchidas, como a falta de informação que estes sistemas não forneciam do chão de fábrica não mostrando o que estava acontecendo na produção. Desta forma surgiu o MES (*Manufacturing Execution Systems*) que era um sistema de apoio para controlar o que era executado na produção. (LIDDEL, 2009).

Chase, Jacobs e Aquilano (2004, p. 590) destaque que:

O MES é um sistema de informações que programa, despacha, rastreia, monitora e controla a produção no chão de fábrica. Esses sistemas também fornecem ligações, em tempo real, aos sistemas MRP, ao planejamento do produto e dos processos, assim como os sistemas que estendem além da fábrica, incluindo a administração da cadeia de suprimentos, o ERP, as vendas a administração dos serviços. Existem vários casos especiais de software que desenvolvem e implementam os MES como parte de um conjunto de ferramentas de software.

Já para Liddel (2009) afirma que o MES:

Os sistemas MES não fazem programação da produção. A maioria dos fornecedores de sistemas MES mais conhecidos, trabalham em parceria com empresas que fornecem APS para suprimir as necessidades de programação.

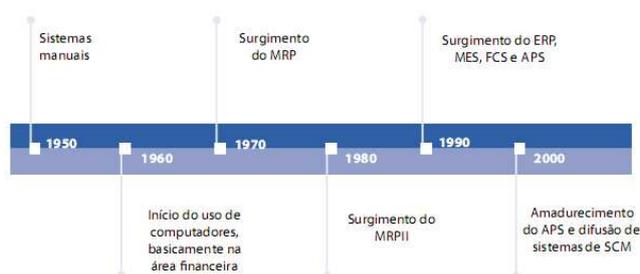
Zattar (2004), explica que de forma paralela aos sistemas MRP II, começavam as pesquisas para solucionar os problemas existentes com os Sistemas de Programação com

Capacidade Finita (FCS) e posteriormente com os Sistemas de Planejamento e Programação Avançada (APS).

Vollmann (2005, p.329), define que “os sistemas de programação finita podem ser vistos como uma extensão da abordagem usada pelos sistemas de planejamento da necessidade de capacidade (CRP), com uma grande diferença: o CRP calcula somente as necessidades de capacidade – não faz ajustes para inexequibilidade”.

O sistema APS foi desenvolvido para ser uma ferramenta de planejamento e programação avançada das operações, utilizando-se do conceito de capacidade finita com intuito de absorver as carências do MRP e MRP II e completa-los. Mesmo o APS sendo um sistema que pode trabalhar de forma isolada, também tem a capacidade e o propósito inicial de funcionar integrados com outros sistemas, para evitar duplicidade de dados cadastrais e a sobreposição conflitante com os diversos sistemas de gestão da organização (FAË, ERHART, 2005; ERHART *et al*, 2007). A figura 2 mostra a evolução dos sistemas nas últimas décadas.

Figura 2 – Evolução dos sistemas nas últimas décadas.



Fonte: Revista mundo logística, edição 10, maio/junho de 2009, p. 53

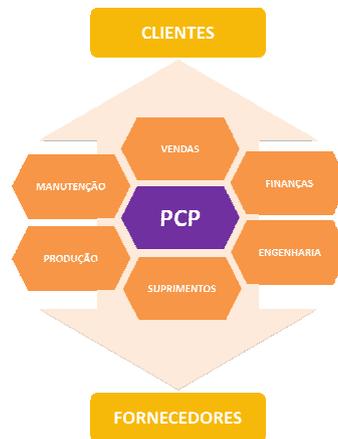
## 1.1 Importância do PCP nas Organizações

O planejamento e controle da produção se tornou uma área estratégica na organização que ganhou importância nas indústrias devido ao grande grau de competitividade e globalização no mercado fazendo com que os sistemas produtivos tenham maior eficiência e dinamismo no sequenciamento e respostas para a produção. (TUBINO, 2007). A imagem 03 mostra a relação dos diversos setores da organização com o PCP.

O sistema de planejamento e controle da produção faz parte do sistema de informação do sistema produtivo, tendo ênfase nos materiais, máquinas, mão-de-obra e fornecedores. Tanto o sistema de planejamento e controle da produção como o próprio sistema de produção são concebidos para atender as condições do mercado

e as condições impostas pela estratégia da empresa. Um sistema eficiente de planejamento e controle da produção pode trazer vantagens competitivas substanciais à empresa no mercado em que está inserida (VOLLMANN *et al.*, 1997).

Figura 3 – Função do PCP



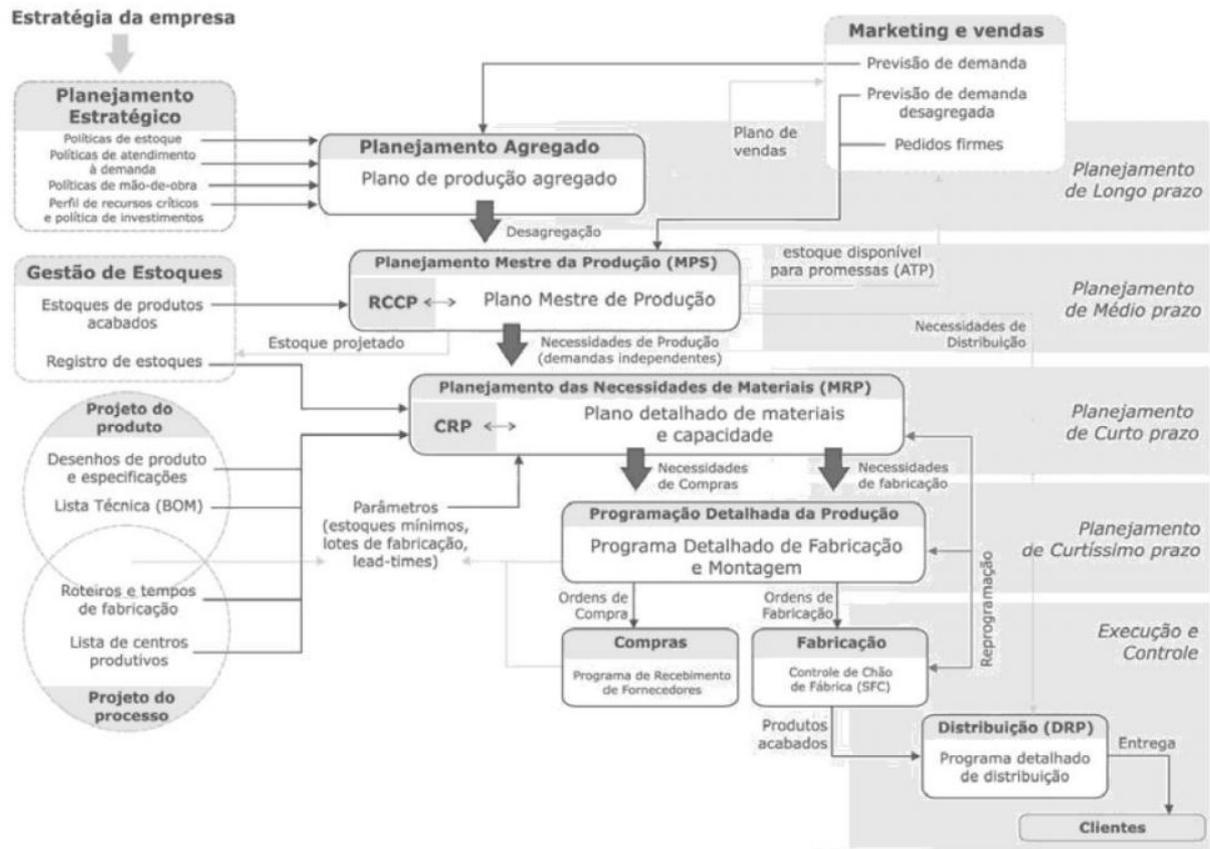
Fonte: TECMARAM (2003).

Com isto o PCP se tornou de suma importância nas organizações, pois através dele existe a solução de diversos conflitos existentes entre o chão de fábrica (produção, manutenção dos recursos fabril, entre outros) e vendas (origem do pedido e de toda geração e planejamento da produção), quando bem elaborado.

Conforme o Lustosa *et al.* (2011, p. 6) a figura 4 mostra que:

O PCP deve estar alinhado e orientado pelas definições de: planejamento estratégico, *marketing*, projeto do produto e projeto do processo, sendo que o marketing e planejamento estratégico são ações de articuladas em um horizonte de longo prazo. Esta figura 4 também destaca que o PCP ocorre em diferentes horizontes de tempo: do longo prazo ao curto prazo.

Figura 4 – O contexto do PCP no âmbito dos diferentes níveis de planejamento



Fonte: LUSTOSA *et al.* (2011, p. 6)

Vários aspectos que uma organização necessita para se posicionar de modo estratégico para poder alcançar a capacidade de competição no mercado, estão diretamente associadas ao PCP. (LUSTOSA *et al.*, 2011)

“Para produzir e bem é necessário planejar, organizar, dirigir e controlar. Para atender os requisitos de eficiência e eficácia, a produção precisa repousar em um sistema de planejamento e controle confiável. Há muita atividade a ser planejada, organizada e coordenada para que a produção ocorra da melhor maneira possível. A complexidade do sistema produtivo exige necessariamente um esquema de planejamento e controle...”. (ESPERIDIÃO *et al.*, 2012)

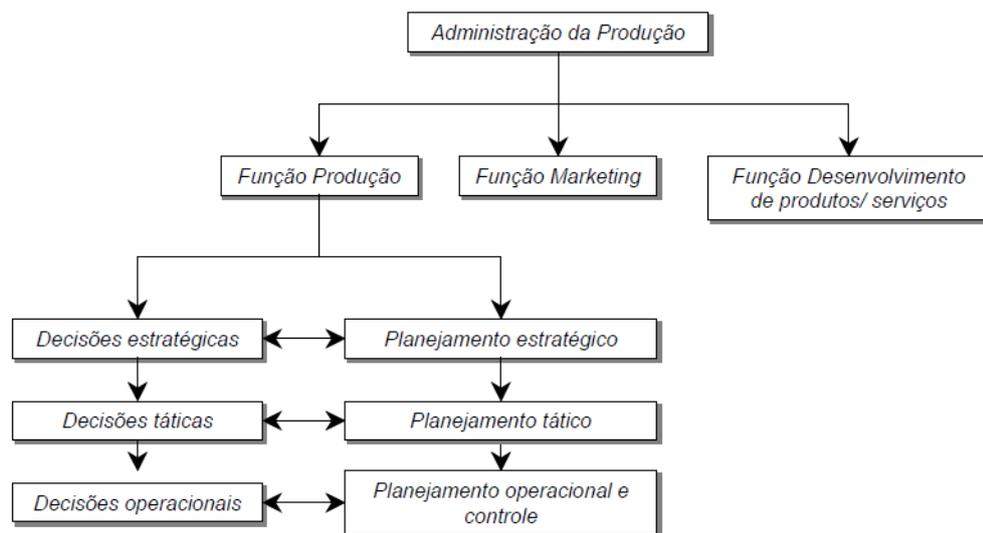
O PCP, segundo Meneghello (2011) se torna importante por “mantém registros sobre estoques e colabora na definição da política de estoques da empresa. Fornece informações a todos os setores da empresa, através de: relatórios, gráficos, dados estatísticos, rendimento e andamento da produção entre outras informações que venham colaborar com a alta gerência e direção da companhia no processo de tomada de decisão.”.

## CAPÍTULO 2 – SISTEMAS DE ADMINISTRAÇÃO DE CONTROLE DA MANUFATURA

Conforme Corrêa, Gianese e Caon (2001, p.21) definem sistemas de administração da manufatura em sendo aqueles que auxiliam especificamente na tomada de decisões estratégicas, táticas e operacionais, da produção e cuja atuação parte-se das seguintes premissas determinantes: o que produzir e comprar, quanto produzir e comprar, quando produzir e comprar e com que recursos produzir.

A figura 5 aponta os níveis de decisão da função produção dentro de uma visão geral da administração da manufatura.

Figura 5 – Níveis de decisão gerenciais e de planejamento da função Produção



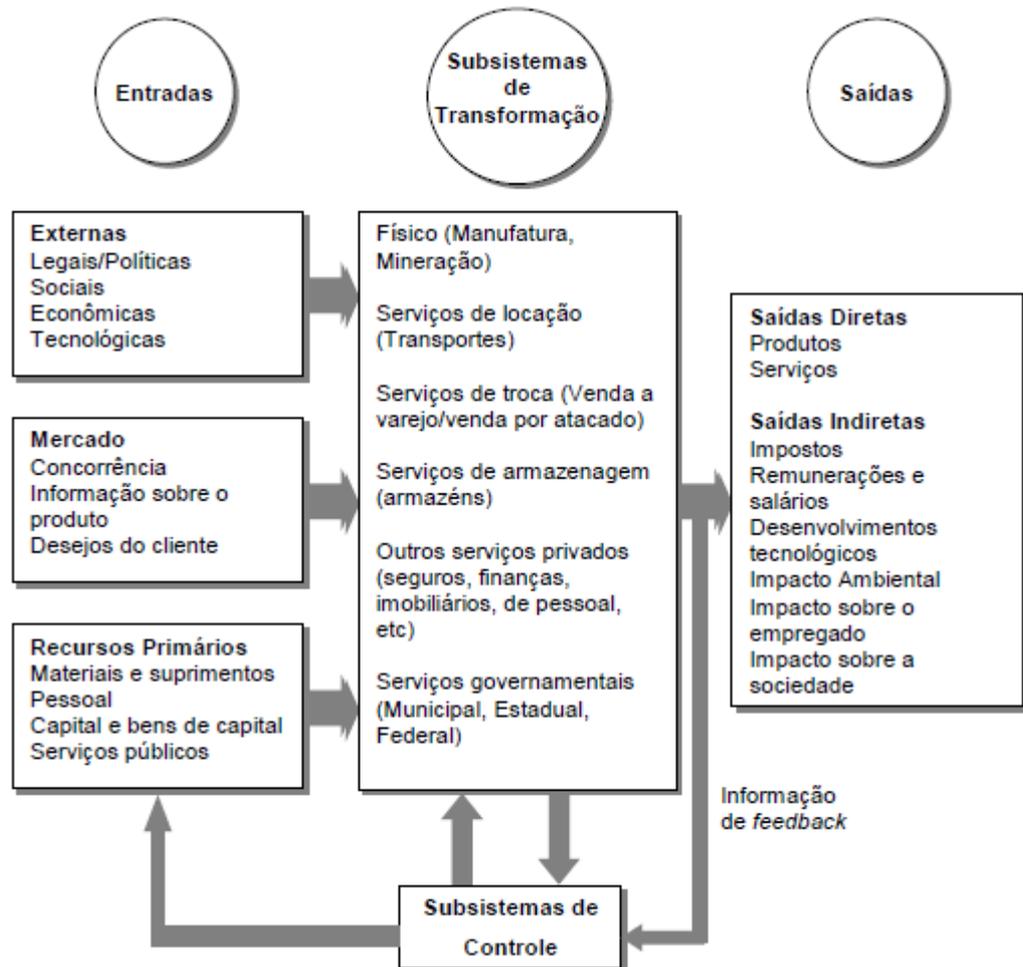
Fonte: ZATTAR (2004)

Conforme Gaither e Frazier (2001, pág. 14) apud Esteves (2007, p. 04):

Um sistema de produção recebe insumos na forma de materiais, pessoal, capital, serviços públicos e informação. Esses insumos são modificados num subsistema de transformação para os produtos e serviços desejados, denominados produtos. Uma parcela do produto é monitorada num subsistema de controle para determinar se é aceitável em termos de quantidade, custo e qualidade. Se o produto for aceitável, nenhuma mudança será necessária no sistema; caso contrário, será necessário uma ação corretiva por parte da administração. O subsistema de controle assegura o desempenho do sistema ao fornecer *feedback* aos gerentes para que possam tomar ações corretivas.

A figura 6 ilustra um modelo de sistema de produção, ou sistema produtivo, com sua Descrição apresentada a seguir:

Figura 6 - Modelo de Sistema de Produção



Fonte: Gaither e Frazier ,2001, pág.15

A própria globalização mundial exige das organizações mais competência em sua administração da produção para que possam sobreviver no meio competitivo. As organizações diariamente devem tomar decisões mais rápidas tendo em vista as conjunturas mundiais em todos os aspectos desde o econômico até o social e ambiental, o que obriga a quem quiser ficar com uma fatia de mercado em seu segmento a acumular o maior conhecimento possível em quantidade e qualidade.

A eficiência de um sistema de produção e controle da manufatura é determinante para a condução dos objetivos e políticas de produção e marketing. Este fator determinante ainda permite as organizações especialmente aos seus gestores através do sistema tecnológico de

informação detectar de maneira instantânea as previsões de demanda, das necessidades de materiais e da capacidade dos recursos.

O foco das organizações deve acentuar-se no setor da manufatura vez que este como nenhum outro setor permite criar vantagem competitiva sustentada através da excelência em suas práticas que influenciam diretamente sobre os aspectos como confecção de produtos sem erros, entregas confiáveis e rápidas ao consumidor, habilidade de introduzir novos produtos em prazos adequados, oferecimento de uma variedade de produtos para satisfazer as exigências dos consumidores.

As organizações que adotam um planejamento e controle da manufatura visualizam através de informações recebidas e processadas uma visão estratégica e harmoniosa para os colaboradores objetivando a conciliação da demanda e o fornecimento em termos de volume e tempo.

De suma importância que as organizações adotem em sua gestão sistemas de produção e controle da manufatura, baseada em levantamento de informações e processamento de dados que permitam que as organizações concorra agressivamente no mercado competitivo, considerando a redução dos tempos de projeto-a-produção, redução dos tempos de pedido-a-entrega, melhora da qualidade dos produtos.

Estratégias de produção são desenvolvidas a partir das prioridades competitivas de uma organização que incluem (a) baixo custo, (b) alta qualidade, (c) entrega rápida, (d) flexibilidade e (e) atendimento. (DAVIS; AQUILANO; CHASE, 2001 p. 42).

Para Slack *et al* (2007, p.50) apud Calhau e Romanha (2009, p. 21)

A primeira responsabilidade de qualquer equipe de administração da produção é entender o que se está tentando atingir. Isso envolve dois conjuntos de decisões. O primeiro implica o desenvolvimento de uma visão clara do papel exercido pela produção na organização e a definição de como essa função deve contribuir para o atingimento dos objetivos organizacionais a longo prazo. O segundo inclui a tradução dos objetivos organizacionais em termos de implicações para os objetivos de desempenho de produção.

Incluimos nos objetivos de desempenho de produção a qualidade dos bens e serviços, a velocidade em que eles são entregues aos consumidores, a confiabilidade das promessas de entrega, a flexibilidade para mudar o que é produzido e o custo de produção.

Slack *et al* (2007, p.61) apud Calhau e Romanha (2009, p. 22) diz que “o objetivo de desempenho de qualidade... envolve um aspecto externo que lida com a satisfação do consumidor e um aspecto interno que lida com a estabilidade e a eficiência da organização.”

Através do objetivo de desempenho de velocidade “a resposta rápida aos consumidores externos é auxiliada, sobretudo pela rapidez da tomada de decisão, movimentação de materiais e das informações internas de produção (SLACK, *et al*, 2007, p.62 apud CALCHAU E ROMANHA, 2009, p. 22)

No caso do objetivo de desempenho de flexibilidade, Slack et al (2007 p.66) diz que “a maioria das operações precisa estar em condições de mudar para satisfazer as exigências de seus consumidores.”

Por fim é tratado o objetivo custo, visto que ele é afetado por outros objetivos de desempenho. Para as empresas que concorrem diretamente em preço, o custo será seu principal objetivo de produção (SLACK, *et al*, 2007, p.68).

Afirma Davis, Aquilano e Chase (2001 p. 48)

Uma vez que as “regras” para a estratégia de produção foram modificadas de uma visão de redução de custos para uma abordagem mais ampla incluindo qualidade, velocidade de entrega, flexibilidade e serviço, a estratégia para a função de gerenciamento de produção também foi. A estratégia de minimização de custos foi substituída por uma estratégia que maximiza o valor adicionado.

Dessa forma, como diz Hayes e Upton (1998) apud por Calhau e Romanha (2009, p. 22),

Eficiência operacional superior fortalece a posição competitiva da empresa e, quando baseada nas capacidades dos seus recursos humanos e nos seus processos operacionais, dificulta a imitação pelos concorrentes. Por essa razão, pode prover a base para uma vantagem competitiva sustentável, mesmo que a companhia adote a mesma posição competitiva de uma ou mais concorrentes.

Com a disparidade na competitividade entre as organizações destacam-se os cinco maiores estágios evolutivos dos sistemas de produção citados pelos renomados Rondeau e Litteral (2001, p.1) apud Zattar (2004, p.24),

Os cinco maiores estágios evolutivos foram respectivamente: os pontos de reposição (1950 à 1960), os sistemas de planejamento de necessidades materiais – MRP, os sistemas de planejamento de recursos de manufatura – MRP II, a união dos sistemas MRP II aos sistemas integrados de controle da produção – MES e finalmente os sistemas de planejamento de recursos de empresa –ERP. Quando examinados em detalhes, observa-se que cada estágio representa o passo lógico em filosofia de manufatura e tecnologia, em relação ao estágio precedente.

## 2.1 MRP (Manufacturing Requirements Planning)

Conforme Davis, Aquilano e Chase (2001, p.504),

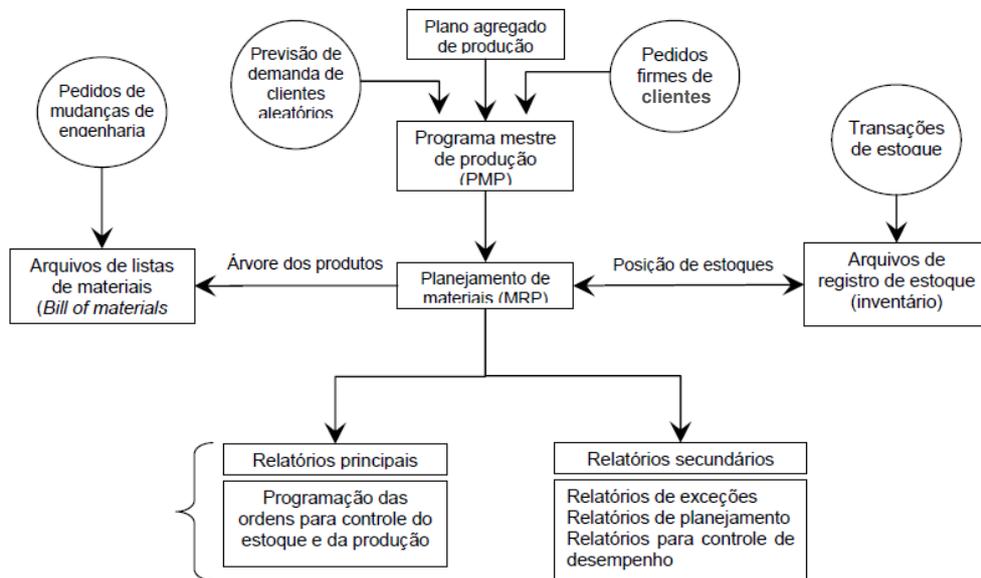
[...] o tema do MRP é “ter os materiais certos, no lugar certo e na hora certa.” [...] A filosofia do planejamento das necessidades de material é que os materiais deveriam ser expedidos quando sua falta atrasasse a programação da produção e, atrasados quando a programação os identificasse como adiantados no tempo.

O MRP (Material Requirements Planning), utilizado nos anos 60 possibilitava as organizações calcularem os materiais dos diversos tipos que seriam necessários e em que momento, garantindo que fossem providenciados a tempo, para a execução dos processos de manufatura.

Esta metodologia é alimentada através dos dados inseridos através dos pedidos em carteira como a previsão de vendas passados pela área comercial da empresa.

A figura 7 explana a visão das entradas para um sistema MRP padrão e os relatórios gerados por este sistema.

Figura 7 – Visão geral de um sistema MRP

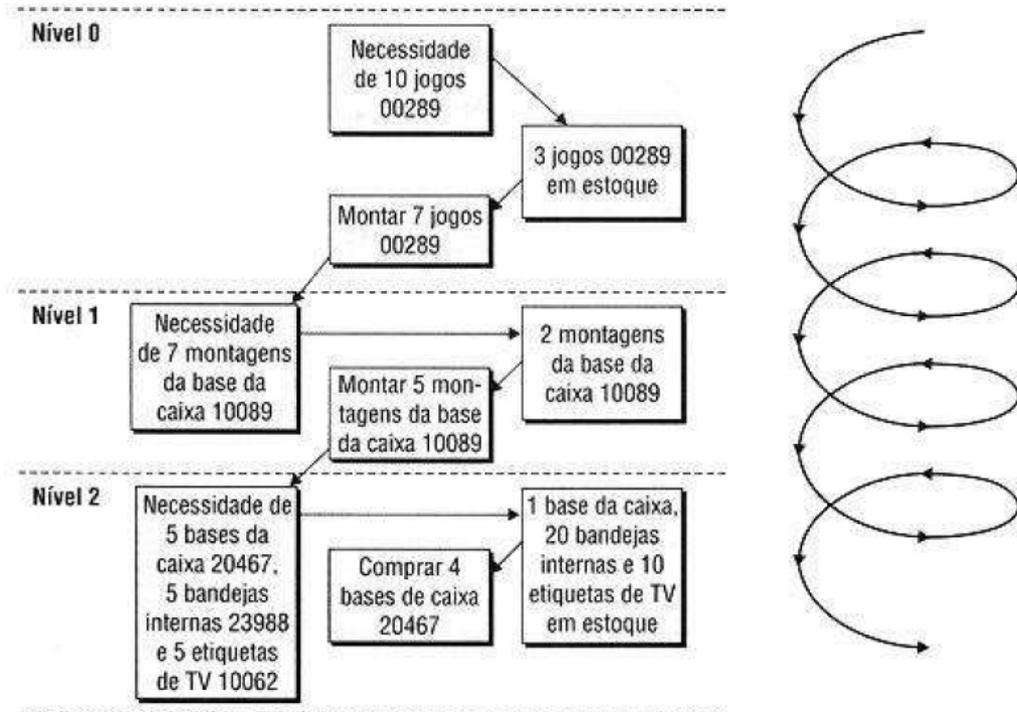


Fonte: Davis, Aquilano e Chase, 2001, apud ZATTAR (2004)

O MRP baseado no programa de produção para cada produto final (programa mestre de produção) faz a “explosão” da lista de materiais de um mesmo nível, verificando quantas sub montagens e componentes são necessários. Ao descer para o próximo nível, o MRP verifica quantas unidades dos componentes necessários estão disponíveis em estoque e por fim gera ordens de trabalho para a produção. Esse processo se repete até que se chegue ao nível mais baixo da estrutura do produto (SLACK et al, 2008 p.466).

A figura 8 mostra exemplificadamente como é feito o cálculo das necessidades de material necessário pelo MRP.

Figura 8 – Funcionamento do sistema MRP



Fonte: Slack *et al* (2008; p.467)

## 2.2 Objetivo do MRP

Anteriormente o cálculo da necessidade de material era feito através de uma lista de materiais (BOM – Bill of Materials) e por determinados produtos conterem muitos itens dificultava-se o cálculo.

Com o advento da tecnologia o MRP começou a ser difundido possibilitando de maneira precisa e rapidamente a prioridades das ordens de compra e fabricação.

Conforme CORREA & GIANESI, (1993, pág.104) os objetivos principais dos sistemas de cálculo de necessidades são:

Permitir o cumprimento dos prazos de entrega dos pedidos do clientes com mínima formação de estoques, planejando as compras e a produção de itens componentes para que não ocorram apenas nos momentos e nas quantidades necessárias, nem mais, nem menos, nem antes, nem depois.

De acordo com Gaither e Frazier (2001, pág.312) os gerentes de produção utilizam o MRP com o objetivo de melhorar o serviço ao cliente, de reduzir investimentos em estoques e de melhorar a eficiência operacional da fábrica.

O MRP é um sistema computadorizado de controle de inventário e produção que viabiliza a otimização da gestão de forma a reduzir os custos, mantendo os mesmos níveis de materiais adequados e necessários para os processos produtivos da empresa, realizando cálculos por meio da projeção de inventários, portanto o tempo de resposta determina maior rapidez no replanejamento e alterações necessárias para atender os objetivos.

Este sistema converte a previsão de demanda em programação da necessidade de seus componentes.

Segundo Davis, Aquilano e Chase (2001, p.508),

[...] o programa MRP acessa o segmento status do arquivo de acordo com períodos de tempo específicos (*time buckets*). Estes arquivos são acessados assim que necessário durante a execução do programa computacional. O programa MRP executa sua análise a partir do topo da estrutura do produto até a base, apontando as necessidades de nível em nível.

### **2.2.1 As variáveis do sistema MRP**

A sincronização destes fatores necessidades de materiais, respectivos prazos, capacidades das máquinas e os recursos destinados à produção devem estar alinhados as exigências da demanda do produto final.

Conforme Gonçalves (2010), o foco do sistema MRP envolve a otimização de duas variáveis:

Volume

Tempo

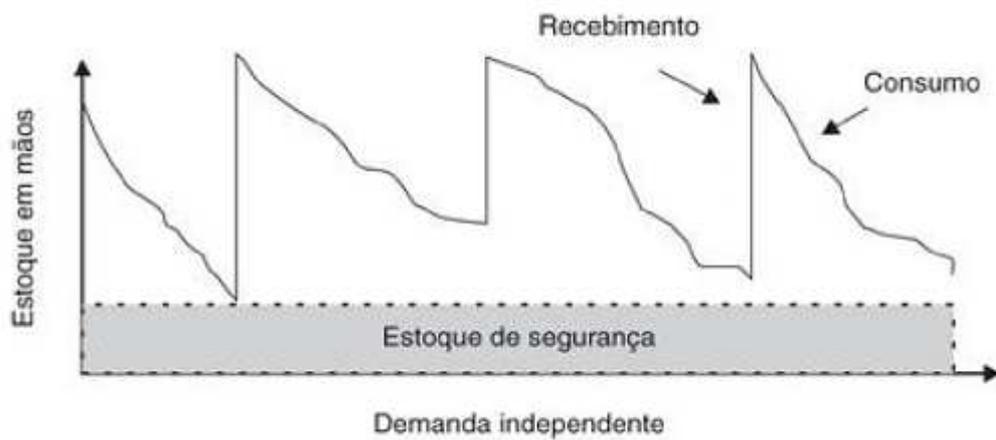
A primeira variável Volume é utilizada para quantificar o material necessário de cada item que compõe o produto final e o Tempo para fixar, cronologicamente, ao longo do processo de produção a data de sua disponibilidade.

O sistema de MRP na década de 1960 desestimulava as empresas a aderência devido ao fato da inexistência de computadores que permitissem realizar um grande volume de cálculos rapidamente, tendo que serem feitos manualmente, ou seja, qualquer modificação requeria novos cálculos para ajustar o programa de produção, níveis de estoque e prazos de entrega de cada item, o que demandava um trabalho tedioso.

Segundo Gonçalves (2010), com o advento dos recursos operacionais viabilizou-se a realização de inúmeras operações em um curto espaço de tempo, assim tendo uma evolução e inclusão de conceitos de recursos financeiros e de produção, denominado este por MRP II que trouxe um conceito de plano de produção abrangente, ou seja, veiculou sua base ao conceito de demanda independente que arrasta a demanda dos demais materiais que compõe o produto final.

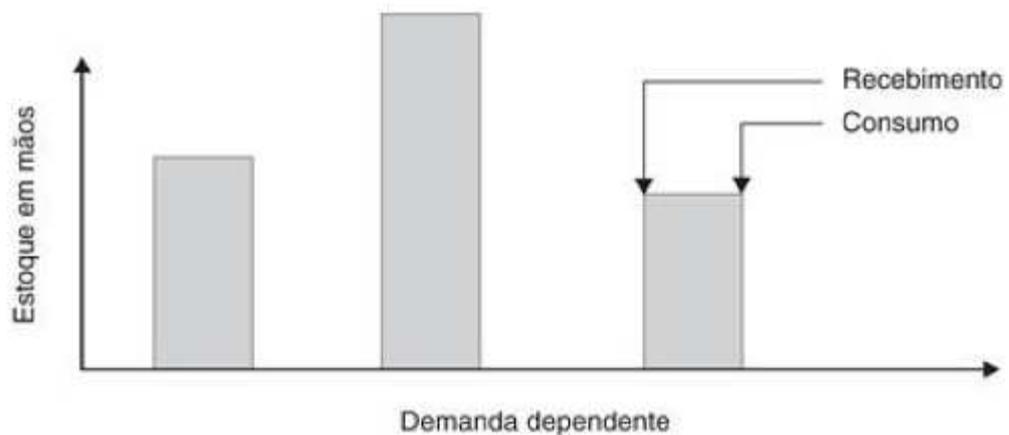
As figuras 9 e 10 apresenta o conceito de demanda, sendo a primeira independente e a outra demanda dependente.

Figura 9 – Conceito de Demanda independente



Fonte: Gonçalves (2010)

Figura 10 – Conceito de Demanda Dependente



Fonte: Gonçalves (2010)

Segundo Gonçalves (2010), o sistema do MRP reconhecendo os itens de demanda dependente, permite otimizar os estoques, o uso adequado dos recursos de produção, especialmente, porque ocorrendo alterações no programa de produção o MRP tem condições de recalcular as necessidades de materiais, planejando as novas datas em que esses materiais serão necessários e na sua maior extensão analisando e calculando os recursos da manufatura. Quando acoplado ao plano de recurso de produção, temos o denominado CRP (Capacity Resource Planning) que é o planejamento das necessidades de capacidade fabrica, também denominado de MRP II.

A implantação deste sistema MRP II fica mercê de um comprometimento total da alta administração da empresa, vez que as pessoas envolvidas no processo de gestão serão as responsáveis pelas decisões operacionais do sistema.

### **2.3 MRP II (Manufacturing Resource Planning)**

O MRP II (*manufacturing resources planning*) é um conceito mais amplo do MRP, contudo leva a mesma lógica, onde além de verificar as quantidades e momentos de aquisição ou fabricação de materiais, ainda calculam e planejam os recursos a serem utilizados, como a capacidade de máquina, os recursos humanos necessários, os recursos financeiros, etc.

Ambos os sistemas MRP ou MRPII são módulos de pacotes de software de sistemas que influenciam diretamente na tomada de decisão gerencial os chamados ERP (Enterprise Resources Planning), cujos pacotes são padronizados e limitados cuja formulação muitas vezes não corresponde com a necessidade da empresa, que por sua vez optam por sistemas paralelos e desintegrados dos sistemas.

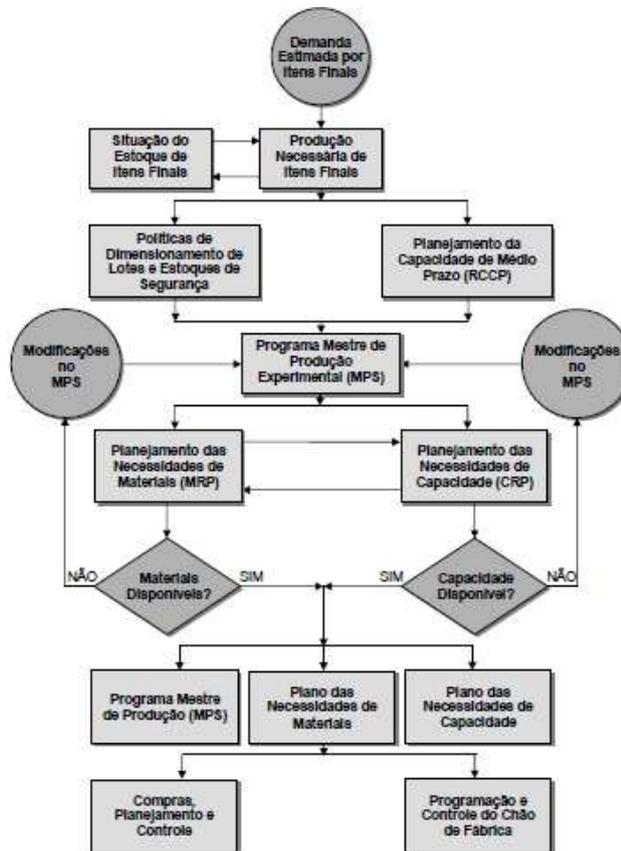
Segundo Correa e Giansi (1993) o princípio básico do sistema MRP e MRPII é o cálculo das necessidades, uma técnica de gestão que permite o cálculo, viabilizado pelo uso do computador, das quantidades e dos momentos em que são necessários os recursos de manufatura para que se cumpra os prazos de entrega de produtos, com um mínimo de formação de estoque.

Volmann et al (2006, pág.224) afirma que:

Além das entradas do programa mestre de produção, o MRP requer duas entradas básicas. Uma lista de materiais, para cada número de peças, quais outros números de peças são necessários como componentes diretos. A segunda entrada básica para o MRP é o status do estoque.

A figura 11 mostra o fluxograma de como funciona o MRP II.

Figura 11 – Fluxograma de Funcionamento do MRP II



Fonte: Adaptado de Gaither e Frazier, 2001, pág. 311.

### 2.3.1 Críticas às características dos sistemas MRP/MRP II

Segundo Corrêa e Giansesi (1993), os sistemas MRP e MRP II possuem as seguintes características:

- 1-Para que o sistema seja capaz de calcular precisamente a necessidade dos materiais e/ou recursos, é necessário um software potente;
- 2-A programação utilizada nos sistemas MRP e MRPII é a backward scheduling ou seja, programação para trás, que parte das datas solicitadas de entrega de pedido e calcula as necessidades de materiais para cumpri-las, programando as atividades da frente para trás no tempo, com o objetivo de realizá-las sempre na data mais tarde possível. Este procedimento torna o sistema mais suscetível a fatores como: atrasos, quebra de máquinas e problemas de qualidade;
- 3-O Sistema MRP II é um sistema de planejamento que considera os recursos com carga infinita, ou seja, não considera as restrições de capacidade de recursos;
- 4-Os lead times dos itens são dados de entrada considerados fixos para efeito de programação como conforme a situação da fábrica, os lead times podem mudar, de acordo com a situação das filas do sistema, os dados usados podem perder a validade.

Não obstante as características citadas acima, as críticas mais comuns feitas aos sistemas MRP e MRP II, dizem respeito a: sua complexidade e dificuldade de adaptá-los às necessidades das empresas; o nível de acuracidade exigidos dos dados; o fato do sistema assumir capacidade infinita em todos os centros produtivos; não enfatizar o envolvimento da mão-de-obra no processo.

Laurindo e Mesquita (2000) relatam que as limitações do MRP são: o MRP trabalha com o conceito de "janelas de tempo", que não permite representar, em detalhe, as sequências das operações na fábrica. Os lead times são considerados parâmetros e estimados estatisticamente; no cálculo de necessidades, são utilizados como se fossem constantes, independentes da carga da fábrica e do tamanho dos lotes. Imprecisões nas estimativas destes tempos podem levar ao aumento dos estoques intermediários, quando superestimados, ou interrupção da produção por falta de material, quando subestimados.

Para Bockerstette e Shell (1993) comentam que os objetivos básicos do MRP estressam a organização, planejamento, disciplina e controle usualmente em forma de extensivos planejamentos, monitoramentos e sistemas de feedback.

Goldratt (1992) salienta que o lead time de produção é consequência da programação e, portanto, não pode ser um dado de entrada no sistema de programação da produção, como considera o MRPALIMEN. A imprecisão nos valores de lead times pode provocar uma perda de aderência à realidade e, como consequência, o desbalanceamento do fluxo produtivo, pela produção em excesso de algumas peças e pelo atraso na produção de outras. Slack *et al.* (1997) acrescentam que num ambiente de produção as condições de carga de trabalho e outros fatores fazem com que os lead times sejam na realidade bastante variáveis e que os sistemas MRP têm dificuldade de lidar com lead times variáveis.

## 2.4 ERP

Para Kalakota e Robinson (2001), durante os anos 80 com a capacidade de integração fornecida pelos sistemas MRPs, as empresas de *softwares* desenvolveram o conhecido MRP II, que futuramente foi renomeado para ERP, pois erroneamente, os sistemas que tinha integrações de diversas funções como finanças, recursos humanos, entre outros não era mais um MRP, mas um sistema que fornecia soluções automatizadas e uma grande gama de processos de negócios.

Nas diversas literaturas existentes mostram que o ERP, surgiu a partir o MRP, através de acréscimos de funções como o planejamento mestre de produção, controle do chão

de fábrica, cálculos das necessidades de capacidade e mais recentemente o S&OP (Planejamento de Vendas e Operações).

Desta forma Slack e Lewis (2008) define o Planejamento dos Recursos Empresariais (ERP) como uma solução completa para os negócios, que consegue integrar o planejamento, a alocação de recursos e as atividades de controle de toda a organização.

Esta integração faz com que as decisões e os dados contidos em toda organização possam ser integradas em uma base de dados para toda a empresa, evitando possíveis inconsistências e possíveis redundâncias, criando um fluxo de informação mais confiável além de ampliar o modo que os MRPs trabalhavam, ou seja, os cálculos antes feitos separadamente, agora são mais precisos, como é mostrado na figura 12.

Figura 12 – O ERP e as diversas integrações de planejamento e controle de todas as partes da organização.



Fonte: SLACK E LEWIS, 2008, pág. 331

#### 2.4.1 S&OP (Planejamento de vendas e operações)

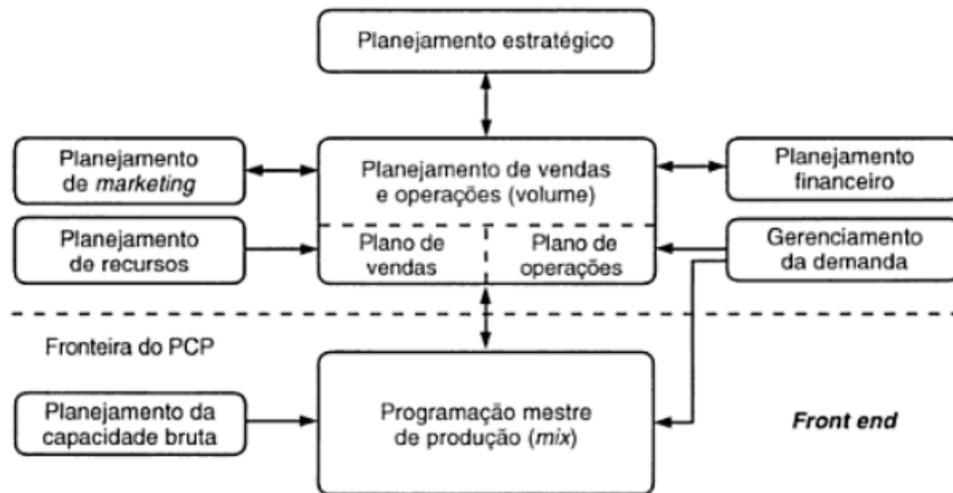
O planejamento de vendas e operações (S&OP), para Iyer, Seshadri e Vasher (2009) é para as organizações um componente essencial do processo de planejamento a cadeia de suprimentos.

Os mesmos autores afirmam que a meta do S&OP é “gerar um plano de produção que equilibre demanda e suprimentos com lucratividade”, que ao final do processo é fornecido o pedido do produto com todas as especificações para a programação de produção.

Com uma perspectiva no PCP, os autores Vollmann *et al.* (2005) mostram que o planejamento de vendas e operações faz com que as empresas a partir da análise dos recursos de produção, atinjam seus objetivos estratégicos, por tanto o S&OP cria bases para a programação mestre de produção, onde terá planejamentos mais sólidos e integrados dos recursos de produção e capacidade da planta como todo o controle para alcançar os objetivos estratégicos.

Na figura 13, mostra as diversas ligações que o planejamento de vendas e operações realiza dentro do PCP e fora dele, para alcançar a consistência de dados para cada área funcional, além do PCP poder utilizar estas informações para tomadas de decisões.

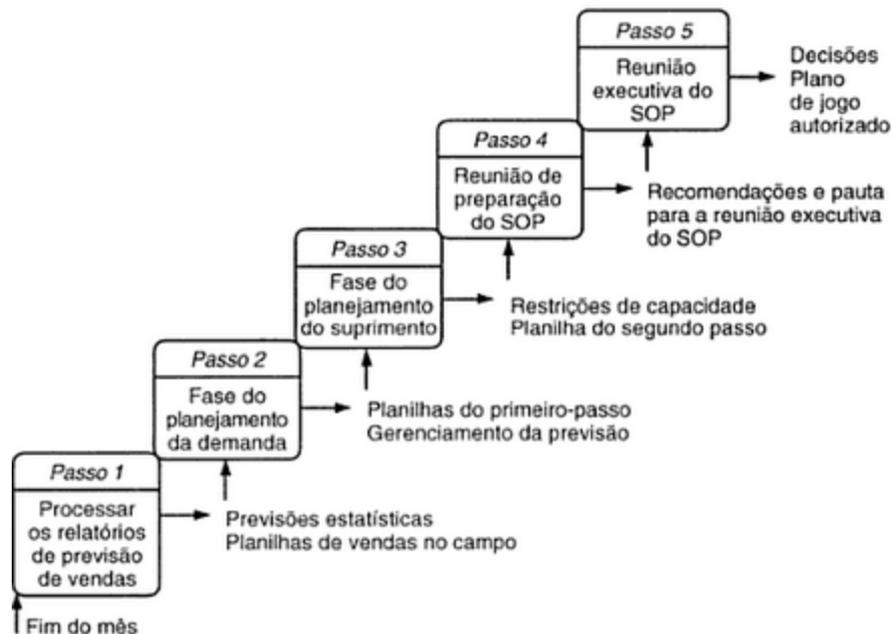
Figura 13 – Ligações-chave no planejamento de vendas e operações.



Fonte: VOLLMANN *et al.*, 2005, pág. 81

A cada mudança no plano de vendas, operações e estoques de cada família de produto, o planejamento de vendas e operações é refeito através de históricos recentes e previsões da média e alta gerencia sobre aquela família. Na figura 14 é mostrado um modelo desenvolvido por Tom Wallace, onde o processo de planejamento se inicia no começo do novo mês. (VOLLMANN *et al.*, 2005, p.86 e 87).

Figura 14 – Processo mensal de planejamento de vendas e operações



Fonte: VOLLMANN *et al.*, 2005, pág. 87

Na figura 14, demonstra os passos segundo Vollmann *et al.* (2005) para o planejamento de vendas e operações, que são descritos abaixo:

**Passo 1 – Processar os relatórios de previsão de vendas:** deve ser atualizado os relatórios de vendas reais. Produção, estoque e entre outros, para que estas informações sejam disseminadas para os setores pertinentes, para análise e atualizações das previsões.

**Passo 2 – Fase do Planejamento da demanda:** as informações obtidas no primeiro momento, são analisadas pelos setores de vendas e marketing para criação de previsões dos novos produtos e dos existentes, para os próximos meses, por exemplo, para os próximos 12 meses, que ao serem autorizados darão uma direção para o plano de operações.

**Passo 3 – Fase de Planejamento do suprimento:** Com as novas previsões autorizadas o planejamento (capacidade) do suprimento, irá analisar a necessidade de cada família de produtos terem seu plano de operações modificadas, analisando as mudanças nas previsões ou mudanças ocorridas nos estoques ou pedidos de clientes que estão abertos.

Ao verificar a necessidade de modificações devido à capacidade da planta, suprimento dos fornecedores, entre outros, pode haver a necessidade de autorização da alta gerencia em relação aos gastos para atender o novo plano.

**Passo 4 – Reunião de Preparação do SOP:** realiza-se uma reunião de preparação do SOP, com a finalidade de tomar decisões a respeito do equilíbrio da demanda e

suprimento, resolver problemas de diferenças existentes nas recomendações e analisar questões pendentes em reuniões executivas do SOP. Toda a reunião leva a revisão dos planos elaborados de cada grupo de família de produto, a questão financeira e possíveis recomendações de mudanças nas necessidades dos planos e criação de alternativas, para serem levadas ao próximo passo que é a reunião executiva.

**Passo 5 – Reunião executiva do SOP:** serão tomadas as decisões finais sobre os planos de operações para as famílias de produtos, autorização dos gastos para as mudanças, direcionar as áreas onde não tiveram consenso referente à preparação do SOP além de verifica-se o desempenho obtido nos negócios e serviços oferecidos pelos clientes.

Para ilustrar o SOP podemos, realizar uma analogia com uma balança onde o plano de vendas e operações devem sempre estar se ajustando para que vendas e produção estejam em equilíbrio.

#### **2.4.2 MPS (*Planejamento Mestre da Produção*)**

No final dos anos 70 os sistemas MRP II, posteriormente chamado de ERP, começou a usar o conceito do MPS (*Master Production Scheduling*) para que os planejadores tivessem uma ferramenta para determinar prazos e priorizar os trabalhos. (LIDDEL, 2009).

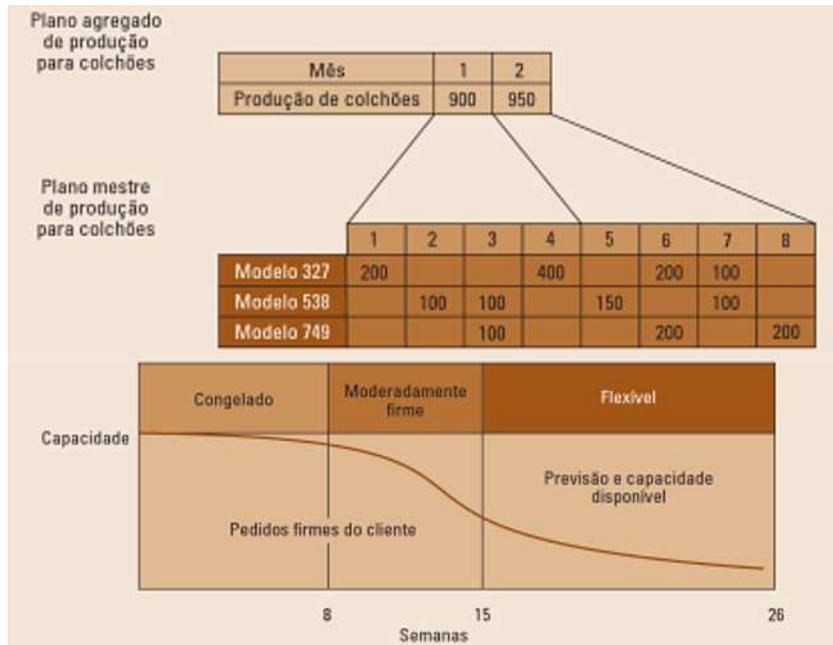
Um programa mestre de produção é eficaz, quando consegue fornecer bases para utilizar de forma correta os recursos produtivos, comprimindo os prazos de entrega aos clientes, além de resolvem as devidas compensações entre vendas e produção, para que o objetivos estratégicos organizacionais sejam alcançados. (VOLLMANN et al, 2005, p.179).

Os mesmo autores definem que o [...] “o papel fundamental do MPS em converter o planejamento de vendas e operações desagregado em um programa específico de produção”.

Para Jacobs e Chase (2011) a flexibilidade de um plano mestre de produção depende do [...] “tempo de atendimento de produção, o comprometimento de peças e componentes para um produto final específico, a relação entre o cliente e o fornecedor, a quantidade de excesso de capacidade e a resistência ou disposição da administração em fazer mudanças”.

Desta forma as regras operacionais, devem ser acompanhadas nas janelas, figura 15, para que o fluxo de produção consiga permanecer de modo controlado. Na figura 15, mostra os períodos em que existe oportunidade para o cliente interno ou externo possa fazer alterações (horizonte firme) como os períodos que não podem ter alterações.

Figura 15 – Plano agregado e plano mestre de produção para colchões e Janela de programação do plano mestre de produção.



Fonte: JACOBS E CHASE. 2011, p. 557

Apesar de o planejador mestre poder identificar a carência no processo para criação de novas ordens de produção, o MPS apresenta o problema de considerar as ordens de compra e ordens de produção como finalizadas nas datas programadas e não possuem formas de ajustes para qualquer situação fora do planejado, tornando-o um problema devido aos diversos problemas rotineiros que surgem ao longo do período. (LIDDEL, 2009).

## CAPÍTULO 3 – APS (ADVANCED PLANNING AND SCHEDULING)

O APS (*Advanced Planning and Scheduling*) é um sistema que traz soluções ao PCP, devido utilizar-se das práticas de sequenciamento com capacidade finita, gerando planejamentos para a produção com alto grau confiabilidade e precisão.

Segundo Carvalho (TECMARAN, 2009):

Os softwares APS são ferramentas especializadas em soluções avançadas de planejamento e programação de operações, capazes de levar em consideração, praticamente todas as variáveis e restrições inerentes ao ambiente produtivo, gerando planos de produção viáveis e factíveis.

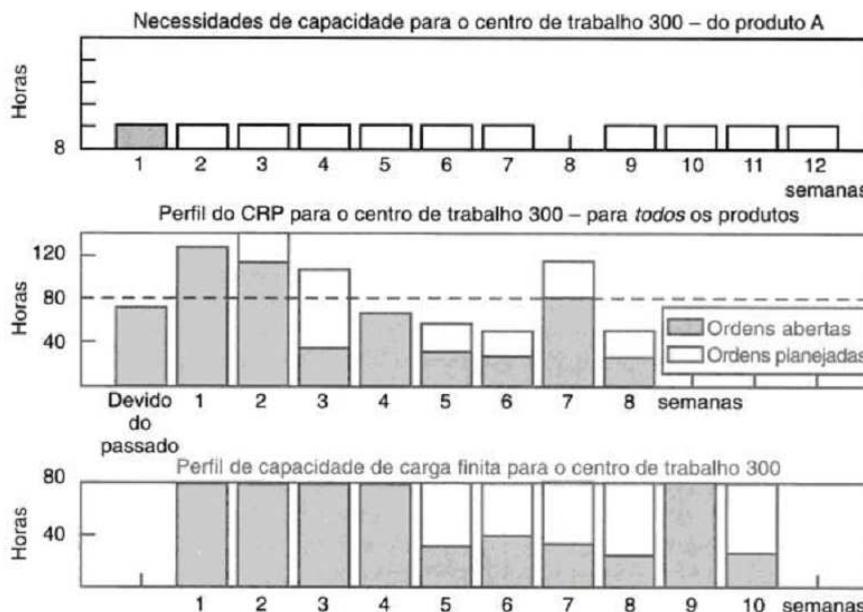
Estes softwares têm como principais características a rapidez e performance no processamento; a precisão nas programações geradas; a elevada capacidade de refletir a realidade operacional dos diferentes sistemas de produção e a alta tecnologia com que são desenvolvidos.

Para APICS (2013), define o APS sendo [...] “qualquer programa de computador que utiliza algoritmos matemáticos avançados ou lógicos para executar a otimização ou simulação no agendamento de capacidade finita, *sourcing*, planejamento de capital, planejamento de recursos, previsão, gestão da demanda, entre outros. [...]”.

Desta forma o APS se utiliza de técnica que ao considerar uma série de regras e restrições do processo, faz com que estes programas forneçam planejamento de programação em tempo real, levando a apoio de decisões devido aos cenários gerados para a tomada a escolha do melhor cenário para a empresa.

O APS possui cinco componentes principais no seu sistema, são eles: [...] “(1) planejamento de demanda, (2) planejamento de produção (3), programação de produção, (4) o planejamento de distribuição, e (5) planejamento de transporte”, complementa a APICS (2013).

Na figura 16 mostra, como exemplo, como se comporta um sistema com capacidade infinita (não mostra a real situação no planejamento das ordens de compras, pois ultrapassam a capacidade), enquanto o sistema com capacidade finita, mesmo não resolvendo os problemas de falta de capacidade; ela utiliza a capacidade real, e programa de acordo com prioridades pré-determinadas, simulando as ordens reais para que possa de forma detalhada ordens de produção para cada máquina. (VOLLMANN *et al*, 2005, p.329 e 330).

Figura 16 – Carregamento infinito *versus* finito.

Fonte: VOLLMANN *et al.* (2005, p. 329)

Os Sistemas de Programação com Capacidade Finita Sistemas de Programação Avançada estão atualmente relacionados à nível de planejamento todos os níveis da organização, como diz o autor Eck (2003, p. 10) referente a atuação destes sistemas:

Um sistema APS é um sistema que serve como um guarda-chuva sobre a toda a cadeia de suprimento, permitindo assim extrair a informação em tempo para calcular uma programação praticável, tendo por resultado uma resposta rápida, de confiança para o cliente.

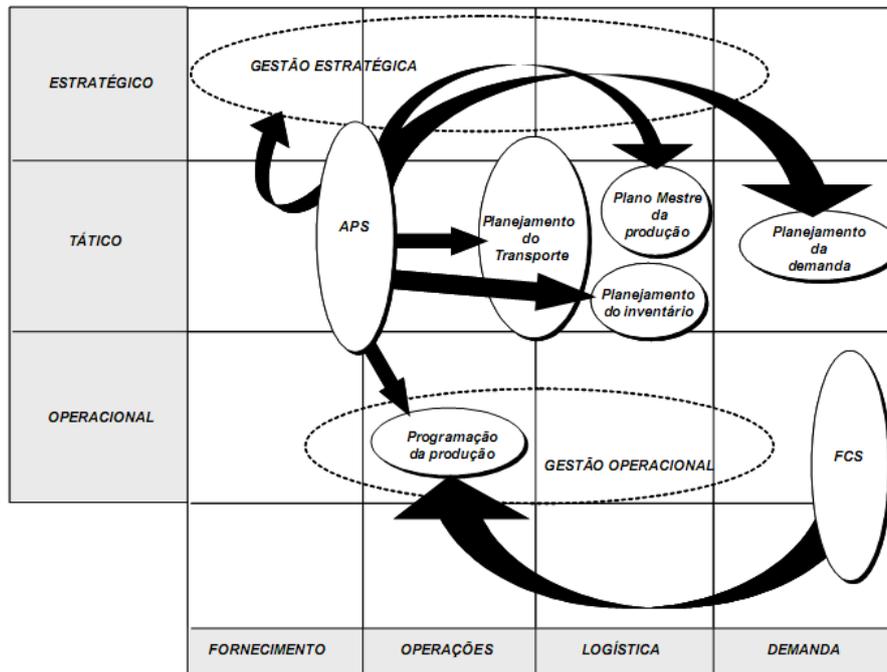
Complementando, Turbine citado por ZATTAR (2004, p.37):

- a) Planejamento estratégico, [...] o sistema oferece ferramentas para decisões sobre localização de plantas ou depósitos, fornecedores e outros tópicos de estrutura de negócios.
- b) Planejamento tático, [...] pode auxiliar nas decisões de planejamento de transporte, estratégias de inventário, utilização de recursos e na programação de médio termo da fábrica.
- c) Planejamento operacional, [...] cobre decisões do dia a dia, como quebra de máquinas e atrasos de transporte, entre outras.

A figura 17 mostra de modo simplificado o escopo do APS. Mas nem sempre a situação mostrada na figura acontece devido às diversas variáveis levar a diversas soluções

matemáticas que são aceitas e programadas pelos softwares, mas de modo geral são encontradas soluções bastante completas. (ZATTAR, 2004, p. 38).

Figura 17 – Escopo dos sistemas baseados em capacidade finita



Fonte: ZATTAR (2004)

### 3.1 Teoria das Restrições (Theory of Constraints – TOC)

Uma importante abordagem de PCP é a Teoria das Restrições (TOC), que foi elaborada pelo físico israelense Elyahu Goldratt. (LUTOSA et al., 2011).

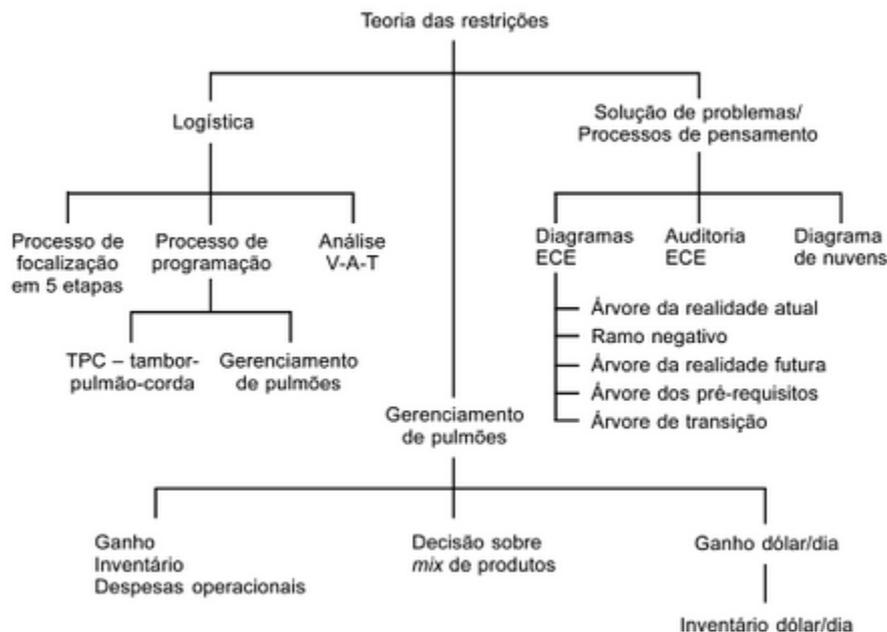
Este mesmo autor afirma que a TOC considera que os ganhos serão obtidos a partir da administração eficiente de todos os recursos e do conjunto de restrições a que a empresa está submetida. Esse conceito abre o leque de aplicação da TOC, e mesmo tendo sua origem na busca de solução dos problemas da produção, ele pode ser aplicado em qualquer segmento de atividade.

Fazendo uma analogia, Prochnow (2008, p. 27) diz:

Considere a sua empresa como sendo uma corrente. Se a submetermos a uma tração limite, fatalmente ela irá se romper, em um único ponto. Este é seu ponto fraco, sua restrição, o que define sua resistência como um todo.

Para Cox III e Spencer (2002) a teoria das restrições consiste dos seguintes componentes: “(1) um ramo logístico, com as metodologias tambor-pulmão-corda e o gerenciamento de pulmões, e as estruturas lógicas de análise V-A-T (utilização para projetar e analisar linhas de produção assim como sistemas de distribuição); (2) um segundo ramo que consiste no processo de focalização em cinco etapas, nos indicadores de desempenho do sistema (ganho, inventário e despesas operacionais), a aplicação de ganho dólar/dia e as aplicações de decisões do composto de produção; e (3) um terceiro ramo envolvendo a solução de problemas/processo de pensamento que consistem em diagramas de efeito-causa-efeito (ECE) e seus componentes (ressalvas de ramo negativo, árvore da realidade atual, árvore da realidade futura, árvores de pré-requisitos e árvore de transição), o processo de auditoria ECE e a metodologia de “dispersão de nuvens”.” A figura 18 mostra uma representação esquemática dos componentes do TOC.

Figura 18 – Representação esquemática do gerenciamento de restrições.

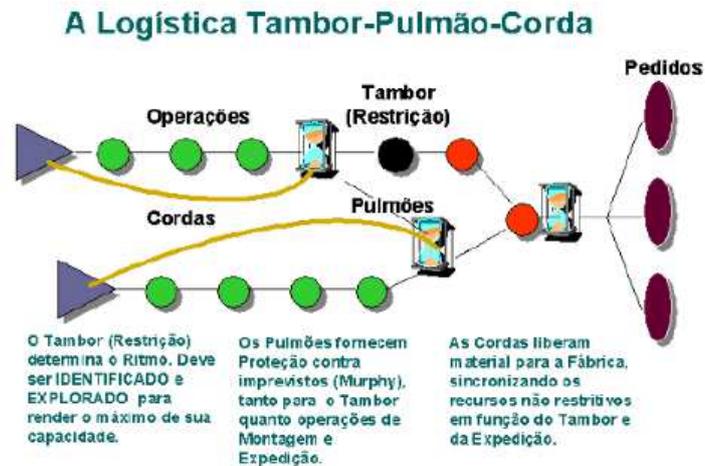


Fonte: COX III e SPENCER, (2002, p. 37)

### 3.1.1 Método de programação: Tambor-Pulmão-Corda (TPC)

O método TPC é uma forma aplicada à Programação e Controle da Produção com Capacidade Finita. (PROCHNOW, 2008). A figura 19 mostra a lógica de programação tambor-pulmão-corda.

Figura 19 – Lógica do método de programação Tambor-Pulmão-Corda



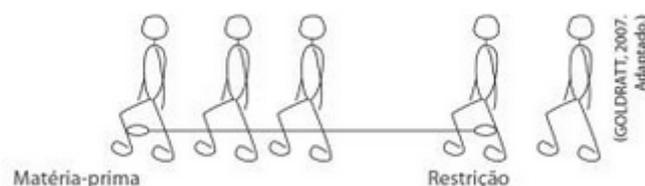
Fonte: Manual de apoio do sistema APS, citado PROCHNOW, 2008 p. 28.

O autor Taboada (2009, p.49 e 50) explica que o tambor representa o ritmo que é ditado pelas restrições, à corda é como ocorre a comunicação necessária entre os pontos críticos, como por exemplo, o início da linha de produção e o pulmão, sendo que o pulmão é o estoque que está localizado estrategicamente para que possa proteger o sistema de possíveis variações.

A exemplificação na figura 20 é feita através de uma analogia feita por Taboada, onde podemos considerar que o TPC é representado por uma fila de pessoas que necessitam percorrer um determinado caminho para alcançar seu objetivo (lugar previamente estabelecido no exemplo). Este caminho é considerado a matéria prima, onde será totalmente processada quando passar o último componente. Já o estoque em processo é representado pela distância entre a primeira pessoa da fila e a última, ou seja, quanto maior a distância, maior o será o estoque e o capital de investimento.

Para que este inventário não aumente, este grupo não deve se dispersar, ou seja, todos devem encontrar um meio de se manterem em um mesmo ritmo. Nesta analogia isto é feito protegendo a restrição, que no exemplo é a penúltima pessoa da fila. Esta proteção é feita com o espaço entre a restrição e a primeira pessoa à sua frente (estoque produzido pelo sistema), para que o processo restritivo não perca tempo e processe caso ocorra algum imprevisto ocorra.

Figura 20 – Esquema ilustrativo da ferramenta Tambor-Pulmão-Corda.



Fonte: TABOADA (2009, p.49)

Segundo Souza (2006) o método Tambor-Pulmão-Corda (TPC) foi desenvolvido a partir da TOC para que a programação de produção fosse realizada de maneira suave e realista, alcançando assim uma visão holística de toda manufatura, obtendo a maximização e gerenciamento do mesmo.

Aprofundando no assunto, o autor acima, cita que o TPC foi criado a partir da teoria de cinco etapas do processo de aprimoramento contínuo desenvolvido por Goldratt, permitindo identificar, controlar e depois gerenciar as restrições da melhor forma.

Segundo Goldratt (1992, p.320), os cinco passos estão mostrado e explicados no Tabela 1.

Tabela 1 – Cinco etapas do processo de aprimoramento contínuo da TOC para as restrições físicas

Etapas	Conceito
Identificar as restrições do sistema	Nesta etapa são identificadas as restrições existentes no sistema.  Goldratt comenta que políticas das organizações, como, por exemplo, não produzir lotes inferiores ao lote standard, seria interessante ser incorporadas como restrições, apesar da dificuldade de identifica-lás.
Decidir como explorar as restrições do sistema	Agora se deve tirar o máximo de proveito das restrições, obtendo resultados importantes dentro das condições.  Por exemplo, se a restrição for o tempo disponível de uma máquina deve procurar explorar esta restrição com o aumento do número de turnos de operação das máquinas ou fabricar naquela máquina os produtos que tem o melhor resultado em cada hora que se trabalha.

Subordinar o resto à decisão anterior (garantir que tudo caminhe de acordo com as restrições)	Segundo Goldratt os recursos restritivos ou gargalos determinam o ganho das organizações, ou seja, os recursos não restritivos devem sempre caminhar da forma empregada na exploração das restrições, para que não haja assim um aumento do estoque.
Elevar as restrições do sistema	<p>Como as restrições limitam a capacidade das organizações de melhorarem seus desempenhos, os passos dois e três procuram minimiza-las ou elimina-las com a busca da eficiência na utilização dos recursos escassos disponíveis da melhor forma possível.</p> <p>Quando a etapa três não consegue diminuir ou eliminar alguma restrição, deve-se então acrescentar uma maior quantidade de recursos escassos do sistema, ou seja, com a restrição mudada o desempenho da empresa aumentará até certo limite, onde existirá outro fator limitador.</p>
Se, num passo anterior, uma restrição for eliminada, volte ao primeiro passo, mas não permita que a inércia gere uma restrição no sistema	Após a quarta etapa, chega-se à conclusão que sempre surgirá uma nova restrição, fazendo que a quinta etapa seja o reinício a partir da primeira. Mas conforme Goldratt descreve em seu livro, A meta, é a importância de tomar cuidados com que a inércia não se torne uma restrição do sistema, pois são elas que restrições políticas, ou seja, ao invés de existirem restrições físicas de capacidade de produção, de volume de materiais, de demanda do mercado, entre outras, o sistema opera sem eficiência devido às políticas internas de produção e logística.

Fonte: Adaptação do livro a meta de Goldratt (1984). O autor.

### 3.2 Planejamento e Programação no APS

Os planejamentos da cadeia de suprimentos e da logística eram realizados sequencialmente, mas de forma independente, ou seja, cada processo da cadeia de suprimento era desenvolvido a horizontes de curto e de longo prazo, baseados em restrições independentes e hipóteses. Os resultados deste método eram planos inconsistentes das diversas áreas da empresa (produção, compras, inventários, armazenamento e transporte), levando as empresas a terem excessos de estoque, capacidade excessiva e má utilização dos recursos. (BOWERSOX; CLOSS; COOPER, 2002).

Liddell (2009; p.50), complementa a importância de um planejamento do sequenciamento dentro da empresa:

“Uma boa maneira de olhar para o sequenciamento é vê-lo como um recurso que responde à pergunta “o que devo fazer agora?” Esta é, na verdade, uma questão crítica, porque cada minuto gasto pela fábrica produzindo itens sem necessidade, não aumenta apenas os seus custos, como diminui a sua capacidade de entregar o que os clientes realmente estão esperando.”

Desta forma Eck (2003), comenta que um sistema APS, por usar uma abordagem de escalonamento, faz com que o módulo planejador identifique com atenção as limitações de capacidade produzindo um plano de “agendamento”, onde o sistema com estas informações cria uma lista detalhada das operações de como a capacidade será utilizada, para que estas novas informações voltem ao módulo de planejamento para usar no próximo período de programação. Esta forma de integração entre o planejamento e programação, faz com que os dados das operações atuais e planejadas em um horizonte, possa mostrar um ambiente realista para atender novas solicitações de clientes.

Aprofundando o assunto Bowersox, Closs e Cooper (2002), afirmam que os sistemas APS, buscam integrar as informações e coordenar a logística e as decisões na cadeia de suprimentos como um todo, reconhecendo de modo geral e ao mesmo tempo toda dinâmica que existe entre as funções e os processos. Na tabela 2 estão os quatro fatores que os autores se referem como sendo os direcionais de desenvolvimento e implantação dos APS.

Tabela 2 – Os quatro fatores que direcionam o desenvolvimento e implantação do APS

1-Reconhecimento do horizonte de planejamento	<p>A primeira consideração se refere às tendências a horizonte de planejamento, que são cada vez mais curtas para decisões operacionais. O período de congelamento, período que no passado era o tempo de planejamento realizado com antecedência, que chega a meses, fazia com que a empresa não tivesse flexibilidade nos meses correntes, causando resultados desastrosos como fracos serviços aos clientes, devido às respostas rápidas aos embarques e produção, fazendo com que as empresas trabalhassem com estoques elevados para atender as mudanças.</p> <p>Desta forma com o foco gerencial em inventários reduzidos e a processos JIT, o planejamento deve ter a habilidade e flexibilidade de se ajustar em ciclos mais curtos, como de semanas ou até mesmo diariamente, tornando assim o planejamento mais abrangente e mais efetivo.</p>
2-Visibilidade na Cadeia de Suprimentos	<p>Como segundo passo, o desenvolvimento dos APS se dá através da visibilidade quanto à localização dos recursos e estoques e até a suas situações dentro da cadeia de suprimentos.</p> <p>A visibilidade se dá quando a empresa não apenas acompanha o inventario e os recursos na cadeia de suprimentos, mas também que as informações sobre os recursos disponíveis possam ser avaliadas e dirigidas a contento.</p> <p>Desta forma um sistema APS eficiente integra as informações oferecidas por outros parceiros na cadeia de suprimentos para possibilitar essa visibilidade.</p>
3-Avaliação Simultânea de Recursos	<p>Após o sistema de planejamento determinar a situação e a disponibilidade dos recursos pela visibilidade à terceira consideração dos APS é a necessidade do plano</p>

	<p>incorporar de forma combinada a demanda, capacidade, as exigências de matérias e as restrições da cadeia de suprimentos. A quantidade de produtos, programação e local de entrega refletem as necessidades dos clientes, que por sua vez são identificadas pelas cadeias de suprimentos, fazendo com que a logística opere sempre de acordo com os padrões de acordos.</p> <p>As restrições para atender às necessidades dos clientes se referem às capacidades de matérias, de produção, de estocagem e de transportes, que são representadas pelas limitações físicas da capacidade e processos da empresa.</p> <p>Diferente dos métodos tradicionais que tratavam as restrições de maneira sequencial, ou seja, tratava uma restrição, em um segundo momento tratava as demais restrições, e assim por diante, os sistemas APS avaliam as restrições simultaneamente, desta forma sugerem planos mais otimizados e com maior desempenho geral.</p>
4-Utilização dos Recursos	<p>Com as decisões logísticas e da cadeia de suprimentos tomadas, os recursos de produção, as instalações, os equipamentos de transportes, entre outros, sofrem influência decisiva destas decisões.</p> <p>O APS aborda a necessidade dos recursos combinados na cadeia de suprimentos de maneira a minimizá-los para as empresa que colocam ênfase na utilização total dos ativos. Uma forma diferente dos métodos tradicionais onde procuravam minimizar as instalações e os equipamentos necessários para a produção, que acarretava em maiores inventários e custos para as empresa.</p>

### 3.2.1 Planejamento avançado e sequenciamento

De acordo com Eck (2003), o papel do planejamento no APS é analisar todos os dados dentro do sistema de produção e fazer com que os planos gerados sejam cumpridos em um determinado horizonte de planejamento.

A entrada para o processo de planejamento começa com os dados sobre a capacidade de produção e os dados de demanda, onde a demanda são de diversos tipos, como pedidos de clientes, previsões, ordens de outras plantas (filiais), o estoque de segurança entre outros. Também deve considerar como entradas os dados do sistema de manufatura como listas de materiais, disponibilidade dos centros de trabalhos, transporte das peças, inventários, e outros dados pertinentes para se alcançar o melhor plano possível. Como saída são gerados planos viáveis que oferecem tempos, conclusões para cada demanda, este processo está representado na figura 21. ECK (2003).

Figura 21 – Processo de planejamento no APS.



Fonte: Adaptado Eck (2003).

Para Dumond (2005) apud Giacon (2010, p.46), o planejamento a partir das restrições de matéria prima e técnicas de programação de sequenciamento, faz com que a matéria prima seja somente entregue quando necessário, assim diminuindo custos de setup, lead-time, WIP entre outros.

Liddel (2009) destaca a importância do planejamento avançado fazendo uma analogia do poder de um bom sequenciamento, onde existem dois carros, um pode chegar a 200 Km/h e o outro a 50 Km/h. Se os carros não podem ultrapassar um ao outro quanto tempo eles levaram para avançar 50 quilômetros? A maioria responderia 15 minutos o carro mais rápido e 1 hora o carro mais lento, o que levaria ao erro quando se trata de sequenciamento,

pois se o carro mais rápido estiver atrás do mais lento, ele irá demorar o mesmo tempo carro lento, ou seja, 1 hora.

Com um planejamento avançado existe a possibilidade de analisar a demanda por produtos finais e através desta análise verificar o quanto desta demanda pode ser atendida, o tempo necessário para que a demanda seja atendida, entre outros aspectos que dá a direção de um horizonte mais preciso, afinal de contas, as empresas desejam ambientes mais realistas e mais precisos, respeitando as interrupções sujeitas de todos os planos. (ECK, 2003).

### ***3.2.2 Gráfico de Gantt***

O Gráfico de Gantt umas das maiores contribuições do engenheiro Henry L. Gantt para o planejamento, coordenação, programação e controle da produção, hoje é utilizado nos sistemas APS para que o usuário consiga visualizar graficamente como estão os recursos no tempo, mostrando de forma objetiva e clara como estão alocados.

Segundo Robbins e Couter (1998, p.25):

“O gráfico de Gantt mostrava a relação entre o trabalho planejado e realizado em um eixo e tempo decorrido em outro. Inovador para a época o gráfico de Gantt permitia à administração ver como os planos estavam progredindo e tomar a ação necessária para manter os projetos em dia. O gráfico de Gantt e suas variações modernas ainda são largamente usados nas organizações atuais como um método de planejamento do trabalho”.

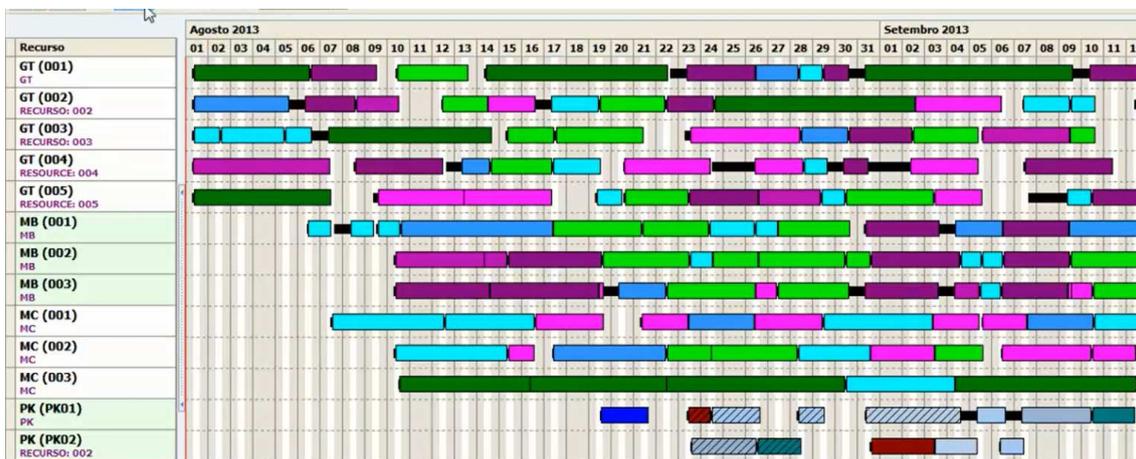
Segundo Gadioli (2003), um gráfico de Gantt em ferramentas computacionais que não seja de capacidade finita, apresentam cada atividade ou tarefa em linhas separadas, que ao longo do projeto se necessitasse de uma edição, haveria somente a possibilidade de mover as barras para esquerda ou direita para compensar os atrasos ou adiantamentos, inviabilizando o movimento verticalmente, devido a cada barra representar uma única atividade.

O mesmo autor cita que estes tipos de gráficos são tipicamente encontrados em gerenciamentos de projetos e que diferente deles os sistemas de programação em capacidade finita, trabalham com níveis mais detalhados e elevados, devido as diversas variáveis que o sistema trabalha, faz com que os planos sejam os melhores possíveis, além de se adequar com as informações adicionais que são agregadas ao sistema ao longo do tempo.

De acordo com uma palestra ministrada pela Linter Sistemas (2013), detentora da ferramenta de programação Drummer. O gráfico de Gantt dentro do sistema de capacidade finita tem um importante papel na visualização da programação, onde mostra ao usuário através de diversas cores e simbologias informações de produtos, produção, tempos, se está

ou não em atraso aquele produto, filtros para identificar os processos necessários daquele produto e seus encadeamentos de ordens entre outros fatores. Além da visualização e acompanhamento do processo que o gráfico de Gantt permite, existe outras funcionalidades, como por exemplo, a verificação automática de todas as alterações realizadas pelo usuário, ou seja, se a pessoa passar uma ordem de processo na frente de outra, o gráfico irá verificar e avisar se existe alguma inconsistência nesta movimentação, caso haja, existe a possibilidade de reparar a programação automaticamente e da melhor forma possível para que aquela ordem possa ficar na frente das demais. Na figura 22 mostra a imagem do gráfico de Gantt no programa Drummer.

Figura 22 – Gráfico de Gantt no programa Drummer.



Fonte: palestra ministrada 01/08/2013 pela empresa Linter Sistemas. “Drummer APS integrado ao SAP ou Totvs”.

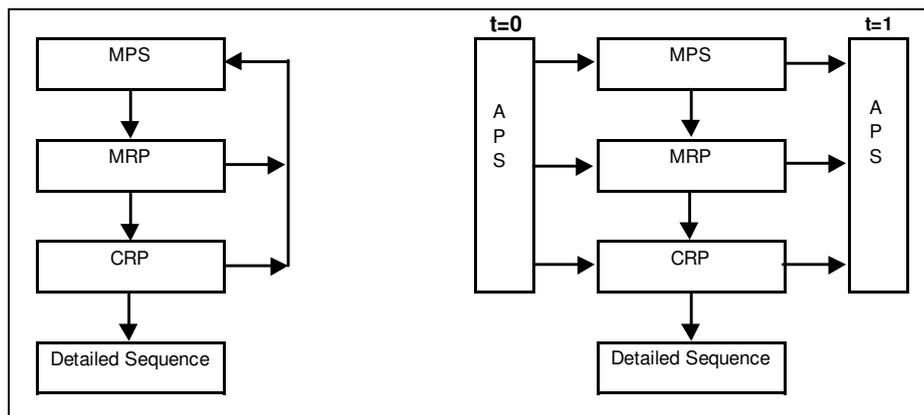
### 3.2.2 Planejamento simultâneo

No processo de planejamento tradicional (caso do MRP e MRP II), existem três variáveis que se distinguem e são observadas, a demanda, matérias (matérias-primas e artigos semimanufaturados) e a capacidade do APS trabalhar com planejamento simultâneo. (ECK, 2003).

De acordo com o mesmo autor citado acima, o planejamento tradicional, é chamado “abordagem cascata”, onde o processo de planejamento é realizado de modo sequencial. Este tipo de processo começa com o MPS, depois passa pelo MRP ou MRP II e finaliza no CRP. Este tipo de abordagem sequencial separa os planos uns dos outros, por tanto a coesão dos mesmos só será alcançada com constante repetição do processo de planejamento.

Já "planejamento simultâneo", as variáveis são consideradas simultaneamente. Isto resulta em um sincronismo global, que por sua vez gera um planejamento eficaz e eficiente para toda a cadeia, sempre com base em dados atualizados, ou seja, o APS utiliza-se dos dados como capacidade local de produção e certas restrições para alcançar o melhor plano. Os dois processos de planejamento estão demonstrados na figura 23.

Figura 23 – O processo de planejamento tradicional



Fonte: i2 Technologies, (1997) apud ECK (2003, p.31)

### 3.2.2 Planejamento baseado em restrições

Para Goldratt (2002), no sistema de produção existem diversos conjuntos de variáveis que dependem uma da outra, formando uma espécie de corrente onde o elo mais fraco é o que conhecimentos por “restrição”, entre outras palavras, são o que determina desempenho da corrente.

Desta forma as restrições são conjuntos de regras (limpezas da máquina depois de um determinado número de horas, prioridade de determinado cliente, entre outros), limitações (disponibilidade de materiais, capacidade da máquina, mão de obra em falta, entre outros) e objetivos (planos de negócios da empresa que se referem ações de segurança, níveis de serviços ao cliente, ou receitas de vendas) que impedem que a empresa alcance seus objetivos tanto físicos como os financeiros. (BERMUDEZ, 1998 apud ECK, 2003,p.31)

Aprofundando COX III e Spencer (2002) afirmam:

“Qualquer sistema, seja um sistema biológico ou um sistema de produção, deve possuir algo que limita seu crescimento. Se não fosse assim, o sistema cresceria sem limite consumindo tudo em seu caminho. [...] se não existir uma restrição física, a

organização pode produzir mais do que pode vender, o que faria com que o mercado para esse produto fosse à restrição.”

Conforme Eck (2003), as maiorias dos produtos APS, por utilizar as combinações de limitações, regras e objetivos, buscam atribuir um valor para cada tipo de restrição, uma espécie de peso para indicar as prioridades dentre as restrições.

Segundo Bermudez (1998) apud Eck, (2003, p.36) os sistemas de planejamento e programação avançada, utilizam o conceito de restrições *soft* (suave) e *hard* (rígida), onde as limitações rígidas são aquelas que o sistema considera, geralmente, as físicas que não são alteradas durante um tempo, por exemplo, capacidade da máquina ou disponibilidade de matéria prima. Este tipo de restrição não é anulado, enquanto as restrições suaves podem ser substituídas, quando necessário, ou seja, são alternativas viáveis para atingir objetivo, mas não necessariamente será o plano ideal. Devido às restrições *soft* não terem limites físicos, nelas podem ser trabalhadas os objetivos de minimização de custo, estoque de segurança ou manter um nível de serviço ao cliente.

Arenales *et al.* (2007, p. 230 e 231), cita:

“A definição das restrições *hard* e *soft* é bastante dependente do problema tratado. Em escola, por exemplo, uma possível restrição *hard* é que uma turma não pode ter mais de duas aulas do mesmo assunto por dia. Uma possível restrição *soft* envolve a satisfação dos professores por meio da geração de horários compactos, aulas concentradas em alguns dias, e sem períodos de inatividade entre aulas”.

Desta forma Eck (2003) afirma que os sistemas de planejamento tomam geralmente como primeiro passo a determinação de um plano viável ou cronogramas, para atender aos pedidos nas datas corretas e respeitando as restrições rígidas. No segundo passo será realizado a otimização, onde as restrições serão avaliadas e será realizada tentativas de melhorias para o planejamento ou programação.

A otimização é uma tendência criada através da dinâmica do mercado atual, onde as cadeias de suprimento deixaram de ser simples e se tornaram complexas e conseqüentemente seus planejamentos mais complicados.

Com este desafio, as empresas estão buscando na tecnologia, saídas para manter o controle de suas operações, a fim de atender o mercado. Este controle é alcançado com a tecnologia APS, para aumentar a produtividade dos processos de planejamento e programação de toda cadeia de suprimentos, onde se utiliza da otimização baseada em restrições para

buscas planos viáveis que atenda a demanda e limitações de fornecedores, além dos objetivos corporativos, como diminuir custos. (Eck, 2003).

### 3.3 Características e funcionalidades do APS

Para Stadtler e Kilger (2005) as características principais dos sistemas APS estão divididos em três tópicos:

- 1-Planejamentos integrados com toda cadeia de suprimento, podendo ser simples (entre fornecedores e os clientes de uma empresa) ou redes mais amplas de empresa;
- 2-Verdadeira otimização, definindo adequadamente alternativas, objetivos e restrições para os vários problemas de planejamento e usando métodos de planejamento de otimização, tanto as exatas ou heurísticas;
- 3-Um sistema de planejamento hierárquico, que é a única estrutura que permite a combinação das duas propriedades precedentes.

Para Fae e Erhart (2005) os sistemas APS são ferramentas apropriadas para o planejamento e programação avançada, devido a considerar diversas variáveis, desta forma na tabela 3 é destacado as principais características.

Tabela 3 – Principais características de um sistema APS.

Capacidade finita:	A capacidade efetivamente disponível dos recursos produtivos e demais restrições do processo (ferramentas e operadores, por exemplo) são consideradas analisando a disponibilidade momento a momento, conforme gráfico de Gantt.
Relacionamento entre ordens:	As ordens de produção dos diferentes itens que compõem uma estrutura de montagem estejam elas sumarizadas ou não, podem ser vinculadas com relações de precedência. Desta forma, o atraso na produção de um subcomponente pode ser refletido na programação das operações de um produto acabado, tornando as programações realistas e dinâmicas.
Reprogramação:	Os imprevistos e as alterações no andamento da produção durante a execução das ordens são considerados para que seja feita a atualização dinâmica e a reprogramação das operações.

Simulação de cenários:	Diferentes cenários de programação podem ser gerados a partir de modificações de critérios de programação, parâmetros de restrição ou alterações manuais. Os resultados previstos dos diferentes cenários podem ser comparados a partir de diversos objetivos de desempenho para estabelecer a melhor condição de produção antes de liberar a programação.
Promessa de entrega:	Prazos de entrega para o atendimento do pedido do cliente podem ser simulados avaliando a disponibilidade de capacidade (Available to Promise – ATP) e disponibilidade dos estoques (Capable To Promise – CTP).
Regras de sequenciamento:	Heurísticas e algoritmos de otimização que consideram diversas restrições e diferentes critérios de programação.

Fonte: Faé (2009, p. 54) Revista.

### **3.3.1 Comparação entre APS e os sistemas MRP/MRP II e ERP**

Como é afirmado por Ivert (2009), os sistemas APS apresentam, normalmente, funcionalidades que corrigem deficiências de seus antecessores, como exemplo, a autora cita Hamilton (2002) que ao comparar o APS com os MRP tradicional verifica-se a principal diferença, que é a lógica. Enquanto o APS utiliza uma programação finita baseada na capacidade e limitações materiais para sincronizar as atividades da cadeia de suprimentos o MRP usa programação infinita explorando demandas anteriores para se programar e gerar a programação. As tabelas 4 e 5 mostra a comparação dos sistemas APS com MRP e MRP II e ERP

Tabela 4 – Comparação dos sistemas de APS e MRP e MRPII

Sistema APS	Sistema MRP e MRP II
Preferência do cliente pode variar dependendo da importância comercial do cliente	Todos os clientes têm igualdade de preferência no sistema
Prazos podem ser inseridos dinamicamente em contato com os clientes	Prazos são fixos e conhecidos com antecedência

Aplicações APS calculam dinamicamente um plano e cronograma em poucos minutos de qualquer alteração a ser feita a eles	MRP tem operações que geralmente utilizam o tempo de lote e têm tempos de duração mais longa
Apoiam a tomada de decisão superior, com análises e simulações.	Não oferece suporte qualquer a tomada de decisão auxiliares.
Inteligente e fácil de detalhar relatórios, baseados na identificação de condições excepcionais.	Relatórios detalhados, que são difíceis de ler e decifrar.
Alocação de material é de acordo com a disponibilidade e de acordo com o critério especificado	Distribuição de material feito no primeiro serviço

Fonte: Adaptação de Ivvert, 2009 apud Eck, 2003

Tabela 5 – Comparação dos sistemas de APS e ERP

Sistema APS	Sistema ERP
Facilita a análise em tempo real do planejamento, programação e otimização de decisões.	Nível de detalhe é grosseira e a tecnologia não suporta a análise em tempo real e simulação para auxiliar na tomada de decisão de forma dinâmica .
Materiais e limitações de capacidade são avaliados em conjunto para chegar a uma decisão ideal.	Nenhuma consideração de interdependência de material e capacidade de disponibilidade
Planejamento multi-planta é suportada	Planejamento multi-planta não é suportado ao mesmo tempo
Os prazos de entrega podem ser calculados dinamicamente	Os prazos de entrega são atribuídos estatisticamente e manualmente
Cronogramas de produção pode ser otimizada para aumentar o rendimento	Ausência de capacidade de otimização para os cronogramas de produção
Os resultados podem ser inseridos no sistema para demonstrar os processos e os	Os resultados podem ser inseridos no sistema para melhorar o processo e os

dados	dados
-------	-------

Fonte: Adaptação de Ivert, 2009 apud Eck, 2003

### ***3.2.2 Principais empresas de Software de APS no Brasil***

Diante de pesquisas realizadas juntamente com alguns fornecedores da ferramenta de capacidade finita e da rede LinkedIn, foi levantando que os principais sistemas são:

**Preactor:** sistema que se originou na Inglaterra e no Brasil tem fornecedoras de seu software se destacando a ACCERA Supply Chain Solutions, localizada no Rio Grande do Sul e em São Paulo, clientes que utilizam o sistema, Unicasa, Furukawa, Ache e entre outros e a TECMARAN Consultoria, localizada em São Paulo, clientes como ArcelorNittal, Eliane revestimentos Cerâmicos, entre outros.

**Drummer APS:** sistema de origem nacional, desenvolvida em 1997 pela empresa Linter Software de Manufatura, localizada em São Paulo, fornecedora do sistema para as empresas 3M, Gomes e Costa entre outras.

**Seed APS:** sistema de origem nacional, desenvolvida pela empresa Seed em 1997, localizada em Santa Catarina, e de acordo com a empresa, ganhadora da licitação para fornecimento global de ferramentas APS para a Vale.

De acordo com Corrêa e Pedroso (1996), os preços e maturidade dos sistemas variam muito de um para outro, em relação ao preço os sistemas variam de sete mil a um milhão de dólares, sendo que sistemas com grau de interação fechado são mais caros.

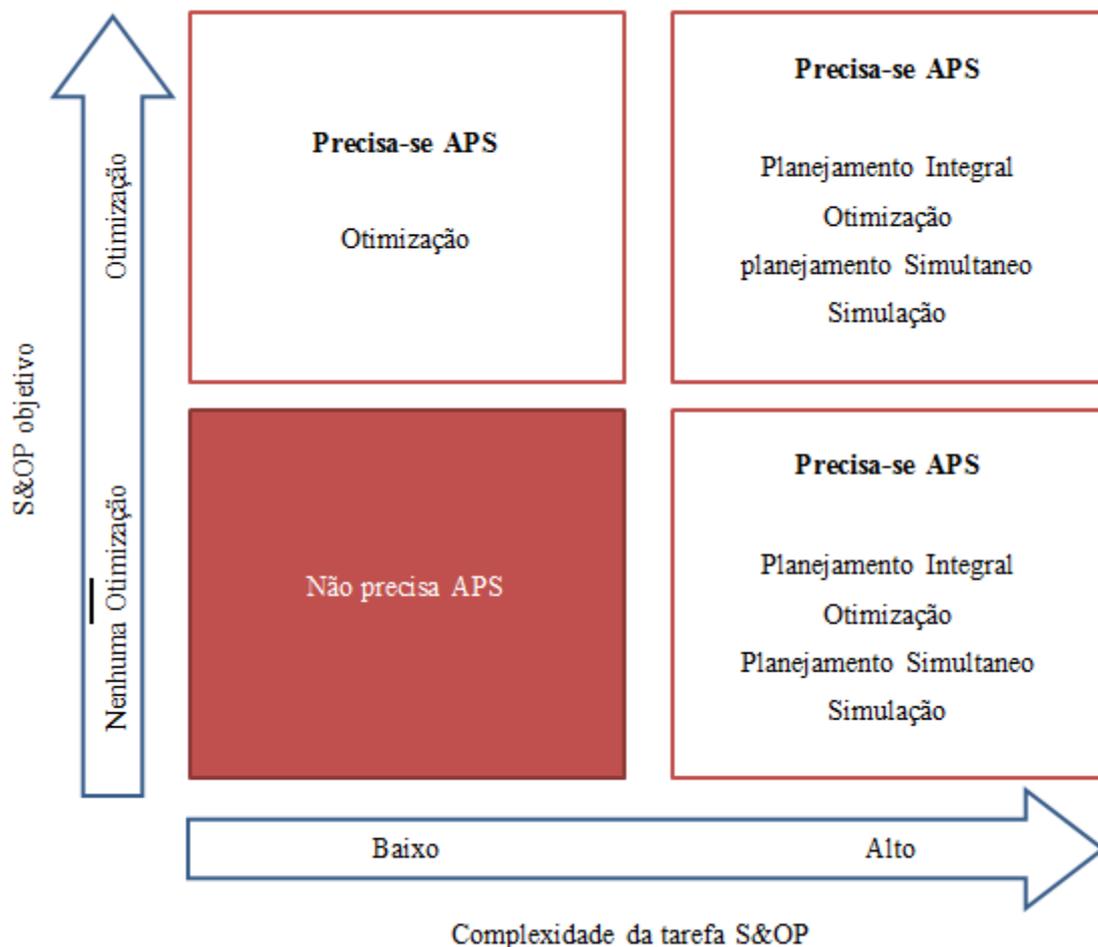
Ainda este ano com as pesquisas realizadas os preços variam muito, dependendo de diversos fatores, principalmente da modelagem da programação em relação ao ERP, sendo que a maioria das situações os sistemas APS são totalmente integrados aos sistemas ERP que as organizações já possuem.

Analisando o mercado pode-se verificar centenas de sistemas disponíveis comercialmente em nível mundial, como OPT (Scheduling Technology Group - Inglaterra), AMAPS (D&B Software Advanced Manufacturing International), AHP- Leitstand (AHP – Alemanha), Schedulex (Numetrix - Canadá), PROSPEX (Sira Industrial Systems), The Goal System (Goal Systems – EUA), PSA (Stone & Webster ASDS Inc.), entres muitos outros. (CORRÊA E PEDROSO, 1996).

## CAPÍTULO 4 – ESTUDO DE CASOS

Invert (2009) mostra a partir de estudos de casos realizados os efeitos encontrados utilizando as funcionalidades do APS em um processo S&OP, mostrado na imagem 24.

Figura 24 – Matriz de relação entre a complexidade da tarefa S&OP, S&OP objetivo e a necessidade dos sistemas APS.



Fonte: Invert (2009, p.52)

A imagem 24 mostra que no Quadrante I representa uma situação de baixa complexidade da tarefa S&OP e sem objetivo de otimização. Quadrante II representa uma tarefa de baixa complexidade S&OP e objetivo de otimização. Quadrante III representa uma alta complexidade da tarefa e nenhum objetivo de otimização, e quadrante IV representa uma alta complexidade da tarefa e objetivo de otimização.

Desta forma este capítulo irá apresentar casos de sucesso referente aplicação do sistema APS. Entre muitos casos de sucesso, foram escolhidos dois casos fornecidos pela empresa Accera que mostrará os benefícios que sua implantação realizada de maneira adequada traz as organizações, mostrando-se com uma alternativa que traz bons resultados em suas aplicações.

## **4.1 Unicasa: Aplicação do sistema Preactor (sistema APS fornecido pela empresa Accera)**

### ***4.1.1 Apresentação da Empresa***

A Unicasa, figura 25, é uma empresa do setor moveleiro que foi fundada pelas empresas Grendene S.A., Telasul S.A. e Pozza S.A. – Indústria e Comércio em 1985 e inicialmente recebia o nome Premier Móveis Ltda., com alteração no mesmo ano para Dell Anno Moveis Ltda., fabricando apenas móveis para cozinhas.

Durante a década de 90, a empresa expandiu as atividades, investindo em novas linhas de produtos, canais de distribuição, e novos conceitos de venda, “ponto de venda multimarca”.

Durante o ano de 2003, a empresa criou a marca Favorita, inicialmente focada na comercialização de seus produtos apenas em pontos de venda multimarcas, e alterou a razão social para Única Indústria de Móveis Ltda., tornando o nome Dell Anno a principal marca focada em revendas exclusivas de seus produtos.

Com o projeto de expansão dos negócios, no ano de 2007, a organização adquiriu a licença de uso da marca Telasul S.A., não exclusivo, visando produtos que atendessem as grandes redes varejistas e segmentos de consumo da classe D.

Nos anos de 2007 e 2009, as marcas Dell Anno e Favorita, passaram por um processo de reposicionamento no mercado para mudança da percepção das mesmas, levando a criação no ano de 2009 da marca New, com foco no crescimento da classe C no Brasil.

Por fim em 2009, a razão social foi alterada para Unicasa Indústria de Móveis S.A e em 2010 criada a Unicasa Corporate, para criar parcerias nos ramos de construção civil e hoteleiro, visando a expansão do mercado devido a Copa do Mundo de 2014 e Jogos Olímpicos de 2016.

Desta forma a empresa conta com cerca de 800 funcionários e capacidade instalada de cerca de 65.000 peças por dia, além de diversas lojas no Brasil (2.662 revendas) e no

exterior presente em 13 países (Paraguai, Uruguai, Martinica, Angola, Costa Rica, Chile, Colômbia, México, Argentina, Peru, Guatemala, Emirados Árabes e República Dominicana).

Figura 25 – Marcas e parque fabril da Empresa Unicasa .



Fonte: Adaptado de site [www.unicasamoveis.com.br](http://www.unicasamoveis.com.br). (2011)

#### ***4.1.2 Antes da implantação do sistema APS Preactor.***

De acordo com o caso de sucesso disponibilizado pela Empresa Accera a empresa Unicasa conta com uma estrutura de maquinários bem diversificadas, onde algumas máquinas focam na produção em escala e outras para produção flexível, tornando uma grande desafio para o PCP diante de tantas alternativas.

Prazos como cinco dias úteis para entrega diferenciada para as lojas, deve ser realizada as atividades de planejamento e as operações de corte, requadramento, furação, embalagem e expedição, sendo que todos os dias a empresa recebe milhares de ordens de fabricação com diversas operações produtivas, que um sistema MES (Sistemas de Execução da Produção), atualiza as informações de data de início e fim das ordens como os tempos de paradas da máquina.

Outros problemas que a empresa encontrava eram os elevados tempos de *setup*, devido ao grande número de características das peças (cores, materiais, espessura, tipos de produto, entre outros), e como fator limitante o espaço físico devido às peças geralmente terem proporções grandes e alto volume, requerendo grandes espaços no estoque entre processos e estoques de armazenamento, como mostra na figura 26,

Figura 26 – Estoque de peças



Fonte: [www.accera.com.br](http://www.accera.com.br)

Nas operações de corte das seccionadoras, foram identificadas a necessidade de um processo adicional de geração de plano de cortes, para que o agrupamento de peças fosse mais eficiente e aumentasse assim o aproveitamento do material.

Devido a busca por maior eficiência, qualidade e eficácia em seus processos, a Unicasa realizou investimentos consideráveis, para buscar tais objetivos, acarretando num maior número de máquinas do que operários (devido a modernização), causando um fator limitante e que restringe a capacidade produtiva. Desta forma a solução depois de todo investimento realizado em máquinas modernas, treinamentos entre outros, para alcançar a produtividade e flexibilidade, a Unicasa necessitava de uma solução para administrar todos os processos, melhorar o sequenciamento e tornar-se mais enxuta.

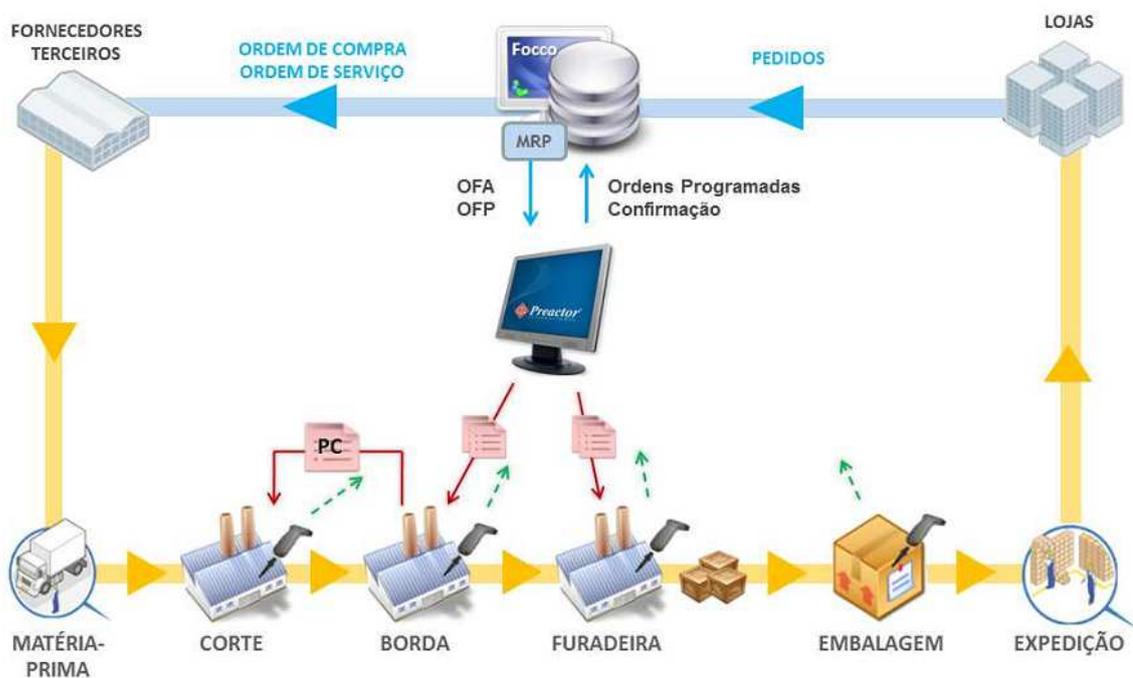
#### ***4.1.3 Após a implantação do sistema APS***

Com o projeto elaborado e definido juntamente com a Accera chegou a conclusão da implantação do sistema APS (Preactor) totalmente integrado com o sistema ERP da empresa

Unicasa (Focco 3i), onde é mantido todos os dados mestres centralizados para geração das ordens de produção planejadas e firmes.

Desta forma o programa APS realiza a programação fina das ordens e atualiza o ERP com a nova programação. Após a programação estar sendo executada na fábrica, o sistema MES (Accera Connect) realizam a cada 15 minutos os apontamentos para o sistema Preactor que estará reprogramando quando existir desvios significativos, como é mostrado na figura 27.

Figura 27 – Representação estrutura de todo processo após a implantação do sistema APS.



Fonte: [www.accera.com.br](http://www.accera.com.br)

Com esta solução a etapa de corte tem um melhor sequenciamento da produção, pois o sistema de capacidade finita possibilita a geração uma lista de prioridades para os preparos dos planos de corte. As operações de requadramento e furação agora são programadas de formas individuais, seguindo regras de melhor aproveitamento de setup e datas de entrega, além de possibilitar uma visão dos estoques e consumo real de materiais para embalagem.

Outro desafio que foi superado foi o problema por existir muitas variedades de itens e constantes lançamentos de novos produtos, pois com a nova estratégia os cadastros no sistema Preactor se tornaram mais rápidos e simples, pois não era mais por etapa de cada peça, mas sim pelos diferentes padrões (atributo como cor, espessura, material e volume de

carga) para que a escolha dos recursos e tempos de processos fosse determinada da melhor forma possível.

Os benefícios com a implantação do projeto trouxeram para a empresa vantagens competitivas, devido à criação de diversos cenários de programação que são gerados em tempos que geralmente levariam menos de 5 minutos, dando a possibilidade de simulações antes de liberar os planos para a fábrica, além da contribuição com o layout físico da fábrica, por exemplo, as esteiras que armazenam as peças no estoque em processo antes não utilizavam nenhuma lógica de organização, agora são organizadas e identificadas de acordo com o tipo de matéria e recursos para onde a peça deve prosseguir.

Hoje o funcionário fica responsável em abastecer as esteiras e realizar a alocação das peças nos lugares definidos pela programação realizada, dando ao lugar uma maior organização e possibilidade de identificação dos gargalos.

Este projeto passou por todos os processos de decisões, deste o levantamento das possíveis soluções entre os principais líderes da Unicasa e a empresa prestadora do serviço Accera, até o nivelamento de todos os membros da equipe (palestras, confraternizações, esclarecimento de dúvidas, entre outros) para começar a Start-Up o projeto, levando ao sucesso de implantação (Quatro meses sem praticamente ocorrer atrasos).

#### ***4.1.4 Resultados***

De acordo com a empresa Accera todas as metas além de serem atingidas, foram superadas, trazendo a empresa Unicasa estoques reduzidos em mais de 50% e a produtividade cresceu em 10%. O programa Preactor se pagou em menos de um mês conforme o gerente de TI da Unicasa, Giancarlo da Silva.

Outros resultados alcançados foram um maior controle sobre a fábrica do PCP, devido a uma maior visibilidade da capacidade produtiva e agilidade na reprogramação, uma maior organização na alocação dos recursos devido às decisões assertivas e de forma antecipada sobre o calendário da fábrica, diminuindo horas extras, alocando mão de obra para os gargalos e mais segurança e agilidade nas variações de mix de vendas, que o sistema possibilita ao gerar simulações de cenários que auxiliam na tomada de decisões.

Também foram identificadas melhorias nas sete perdas produtivas que são caracterizadas pelo Lean Manufacturing, como é descrito pela empresa Accera;

**Superprodução:** a estratégia adequada para cada tipo de produto pela curva ABC reduz produção desnecessária de itens de baixo volume e mantém nivelada a produção dos itens de maior volume;

**Espera:** o sincronismo entre as etapas na programação e o controle visual das ordens no estoque em processo reduzem as filas e as perdas por espera;

**Transporte:** a organização das esteiras de acordo com a programação e maior facilidade de localização e identificação reduzem as perdas por transporte;

**Processamento (inadequado):** o sequenciamento inteligente para aperfeiçoar os setups evita o uso da capacidade produtiva para trocas desnecessárias;

**Estoque:** a estratégia de produção utiliza os estoques estratégicos e controlados para itens com demanda constante e previsível e reduz estoques desnecessários;

**Movimentação:** a organização das esteiras de estoque em processo de acordo com o sequenciamento das máquinas reduz as perdas por movimentação;

**Produtos Defeituosos:** a programação organizada e orientada reduz a manipulação desnecessária das peças, que é o principal motivo de defeitos e imperfeições no produto.

## **4.2 Furukawa: Melhoria na entrega com um sistema APS**

### ***4.2.1 Apresentação da empresa***

Inicialmente a empresa foi fundada no Japão em 1884, liderada pela empresa Furukawa Eletric.

O grupo Furukawa atua nos principais mercados mundiais com tecnologia para soluções em fibras ópticas, atingindo segmentos de telecomunicações, eletrônica, sistemas automotivos, energia, metais e serviços.

O início das atividades no Brasil foi no ano de 1974, onde três anos mais tarde teria em Curitiba/PR a inauguração da fábrica de cabos de telecomunicações, para se tornar no Grupo como Centro de Excelência para a América Latina na fabricação de cabos ópticos e metálicos.

A unidade em Curitiba, figura 28, foco do estudo, é composta por aproximadamente 540 colaboradores dos quais mais de 90 são engenheiros, responsáveis pelo contínuo desenvolvimento de seus produtos, a unidade alcançou em 2011 um faturamento superior a 525 milhões de reais.

No ano de 2001, com a aquisição da Lucent Technology, hoje se tornou um dos maiores fabricantes mundiais de fibras ópticas, com patentes de fibras utilizadas em redes de alta velocidade.

Uma empresa que sempre esta em desenvolvimento, buscando acompanhar as necessidades do mercado em seu segmento e lançando novas unidades de produção como o que aconteceu neste ano de 2013 com a nova unidade de produção Cabos OPGW, que além da novidade aumentara em 80% a capacidade de produção de fibra como informou o presidente da Furukawa, Foad Shaihkzadeh.

Figura 28 – Unidade Curitiba/PR



Fonte: Adaptado de site <http://www.furukawa.com.br>. (2013)

#### ***4.2.2 Antes da implantação do sistema APS Preactor.***

Um dos maiores problemas que levou a empresa Furukawa a procurar soluções foi o crescente aumento de produção devido à demanda. A programação era suportada por planilhas em Excel e no conhecimento empírico dos programadores, onde direcionava a produção de acordo com a ocupação de seus recursos gargalos e a fábrica se encarregava de organizar o processo para atender a demanda, fazendo o PCP se tornar dependente de pessoas, como cita a empresa Accera, responsável pela consultoria.

O que antes era um cenário mais simples onde existia dezenas de pedidos de alto valor e poucos produtos, agora se transformou em algo mais complexo, devido a centenas de pedidos com valores menores e muitos produtos, conforme Leonardo Silvério, gerente de logística da empresa Furukawa, comenta.

A empresa Furukawa fabrica uma grande variedade de produtos e o mix de demanda por ser desbalanceado, faz com que os gargalos não sejam encontrados facilmente. Além desta dificuldade a empresa atende a sua demanda através de um modelo misto de produção, ou seja, uma parte de seus produtos utiliza o conceito *make to stock*, onde são mantidos em estoques e quando consumidos são ressupridos através de um sistema Kanban (produção puxada), já outros produtos utilizam o conceito *make to order*, que em sua grande maioria são produzidas sob demanda (produção empurrada), gerando *trade off* entre balancear os estoques ou atender o prazo de entrega de pedidos em carteira, devido aos dois modelos se misturarem no processo.

Desta forma a empresa Furukawa, juntamente com a empresa Accera, buscaram solucionar a garantia do atendimento *just in time* dos seus principais produtos, utilizando do Kanban (nivelamento dos estoques), sem comprometer a entrega dos pedidos em carteira, diminuindo a dependência de pessoas, e deixando-o mais sistêmico.

#### **4.2.3 Após a implantação do sistema APS**

Antes de implantar a ferramenta da Preactor, a empresa já havia tentado sem sucesso uma ferramenta de sequenciamento de produção com conceito APS, devido à falta de cases de sucesso que atestasse a aderência da ferramenta ao processo produtivo da Furukawa.

O projeto foi realizado em três linhas principais da unidade de Curitiba/PR, cabos ópticos, cabos metálicos telefônicos e cabos LAN. O projeto durou sete meses, com a participação efetiva de todos os setores envolvidos, começando pela preparação para implantação (escolha da versão do sistema), especificação detalhada (levantamento de todos os requisitos da solução, como, parametrizações de matrizes de setup específicas por recurso, regras de divisão e transferência automática de lotes, regras para geração de ordens simuladas de produção para geração de cenários, entre outros), desenvolvimento (levantamento de peculiaridades, no caso da Furukawa a infraestrutura de software é hospedada em um *Data Center* fora da empresa, fazendo com que o sistema Preactor fosse instalado da mesma forma, e gerando a necessidade de um investimento em memórias RAM para suprir a grande

quantidade de dados, utilizando o modelo de *hosting*), simulação operacional e Start Up, para que a ferramenta se adequasse ao processo produtivo da empresa.

Devido à utilização do Kanban, existia uma baixa velocidade de reação às variações na demanda onde, muitas vezes priorizava erroneamente o preenchimento de todo o estoque sem averiguar a necessidade real da demanda. Com a ferramenta APS, o sistema calculava o que havia de pedidos em carteira e a previsão de demanda para poder verificar a necessidade de produção e a prioridade das ordens em relação dos produtos atendidos pelo Kanban como pelos demais produtos.

O sistema Preactor foi integrado ao sistema ERP da empresa e demais sistemas especialistas que a organização já utiliza para roteiros de produção, geração de ordens de produção e para os apontamentos de chão de fábrica, criando o processo mais sistêmico e independente de pessoas.

#### **4.2.4 Resultados**

Logo após o Start Up, a empresa já começou a notar os efeitos da nova ferramenta na redução do tempo despendido pelo programador para sequenciar a produção e visualizar os gargalos e os processos que eram tratados de forma empírica, como por exemplo, as esperas entre operações e ocupação dos demais recursos como cita a empresa Accera.

Desta forma os prazos de entrega que antigamente eram definidos empiricamente, agora são definidos através de um cenário global da programação considerando todas as restrições, alcançando resultados como 98% dos pedidos atendidos dentro do prazo, reduzindo em cinco vezes os atrasos, após a implantação do sistema.

Outros resultados importantes foram a antecipação de produtos (bobinas) ao fornecedor de embalagem, dando datas precisas de utilização das bobinas, diminuição dos estoques, melhora no relacionamento com o cliente, pois segundo Reinaldo Nakano, gerente de projetos – TI da empresa Furukawa, o sistema possibilitou através dos relatórios de análise, analisar possíveis impactos quando ocorrer priorizações de ordens, dando aos programadores condições de tomadas de decisões mais precisas e de forma antecipada avisar seus clientes, evitando conflitos devido atrasos.

## CAPÍTULO 5 – CONCLUSÕES

De acordo com as pesquisas bibliográficas e análises realizadas durante a produção do trabalho de conclusão do curso, pode observar que os resultados apurados apresentam crescimento do mercado de bens de consumo que impulsionaram as empresas a buscar excelência em seu planejamento, programação e no controle de produção, destacando a área de PCP como estratégica, visando obter resultados imediatos e com maior precisão, além de trazer vantagens competitivas substanciais.

Com o decorrer dos anos o cliente tornou-se peça chave e mandante na área de produção da empresa, alterando a característica do sistema de produção que era em sua grande maioria produção para estoque (*Make to Stock*) se tornando um sistema de produção sob encomenda (*Make to Order*). Paralelamente foi necessário um avanço e uma nova modulação das empresas desenvolvedoras de softwares. Estas empresas buscando acompanhar as mudanças no mercado desenvolveram sistemas de planejamento e programação da produção, primeiramente sistemas de capacidade infinita como o ERP, objetivando programações e reprogramações rápidas as demandas ditadas pelos consumidores às empresas.

Apesar dos esforços realizados no desenvolvimento dos sistemas, os softwares não forneciam a dinâmica e flexibilidade necessária além de ficar as perguntas o que, quando, quanto e onde produzir, e de quando e quanto comprar, respostas necessárias para a tomada de decisões estratégicas, táticas e operacionais que quando tomadas de forma errônea ou lenta afetam todo o processo produtivo.

Com o surgimento da teoria das restrições as empresas desenvolvedoras de sistemas de produção criaram os sistemas de capacidade finita, o APS, que diferente dos seus antecessores se tornou uma ferramenta de planejamento e programação avançada das operações que utiliza o conceito de capacidade finita, capaz de levar em consideração praticamente todas as variáveis e restrições inerentes ao ambiente produtivo além de possibilitar à empresa planos de produção viáveis e factíveis.

De fato, os sistemas APS proporcionam ganhos em toda cadeia produtiva, com uma maior rapidez e desempenho tanto na programação como no planejamento, devido à precisão e elevada capacidade de gerar diversos cenários conforme as mudanças vão sobrevindo, além de se utilizar do gráfico de Gantt que permite ao usuário através de diversas cores e simbologias informações de produtos, produção, tempos, se está ou não em atraso, filtros para identificar os processos necessários daquele produto e fornecendo o melhor sequenciamento para as operações.

Desta forma este trabalho indica os benefícios do APS que possibilita uma integração do planejamento com toda cadeia de suprimento analisando alternativas e restrições, relacionamento entre ordens que são vinculadas com relações de precedência, reprogramação rápida das operações face a imprevistos, a possibilidade de simulação de cenários que permite a empresa visualizar a melhor opção para a programação, cumprimento de prazos e regras de sequenciamento através algoritmos de otimização que consideram diversas restrições e diferentes critérios de programação.

Apesar do elevado investimento o sistema se paga em pouco tempo, devido aos inúmeros benefícios que o sistema fornece a organização que o utiliza, fazendo com que o PCP se torne ainda mais estratégico para a empresa.

### **Trabalhos futuros**

Com o intuito de aprimorar as informações obtidas, podem ser realizadas novas pesquisas e adaptação da prática dos sistemas de capacidade finita nas empresas de médio porte para que possam ser analisados os dados e estudados para analisar a possibilidade de expansão de forma mais organizadas e com maior flexibilidade e organização do que acontecem nas empresas atuais que se expandem se só planejam após este processo, causa maiores gastos e tempos mais conturbados devido à desorganização e falta de preparo.

## REFERÊNCIAS

ACCERA, Supply Chain Solutions. **Cases.** Disponível em: <http://www.accera.com.br/estudos-de-caso>. Acesso em 01/05/2013.

APICS. APICS is the leading professional association for supply chain and operations management. Disponível em: < <http://www.apics.org/dictionary/dictionary-information?ID=91.0>> Acesso em 01/08/2013.

ARENALES, Marcos; ARMENTANO, Vinícius; MORABITO, Reinaldo; YANASSE, Horacio. **Pesquisa Operacional para Cursos de Engenharia.** Elsevier. Rio de Janeiro: 2011.

BELINE, Celso. Drummer APS Integrado ao SAP e Totvs. Seminário proferida pela empresa Linter Sistemas, via internet em 01/08/2013.

BOWERSOX; CLOSS; COOPER. **Gestão Logística de Cadeia de Suprimentos.** Porto Alegre. ARTMED Editora S.A: 2002.

CALHAU, Isabella de Oliveira; ROMANHA, Valdinéia Pimassoni. Projeto de Pesquisa: Análise de melhoria na gestão do planejamento, programação e controle de produção em uma indústria de alimentos utilizando ferramenta de sequenciamento. Vitória. Faculdades Integradas Espírito-Santenses: 2009.

CHASE; JACOBS; AQUILINO. **Administração da Produção para Vantagem competitiva.** Porto Alegre. ARTMED, 2004.

CORRÊA, Luiz Henrique; PEDROSO, Marcelo Caldeira. **Artigo: Sistemas da Programação com Capacidade Finita: Uma Decisão Estratégica.** São Paulo. Correa & Associados: 1996. Disponível em: < <http://www.correa.com.br/biblioteca/artigos.htm>> Acesso: 10/04/2013.

COX III, James F.; SPENCER, Micahel S. Manual da Teoria das Restrições – Prefácio de Eliyahu M. Goldratt. São Paulo: 2002.

DAVIS, Mark M., AQUILANO, Nicholas J., CHASE, Richard B. **Fundamentos da Administração da Produção. 3ª Edição.** Bookman. Porto Alegre RS: 2001.

ECK, Marjolein van. **Advanced Planning and scheduling**. Universiteit Amsterdam. Amsterdam:2003

ERHART, Alexandre; FAÉ, Cristhiano Stefani. **Artigo: Lean Manufacturing e os Software APS: Como Aplicar o Lean Manufacturing na Prática com a Utilização dos Software APS**. Disponível na Revista Mundo Logística. Número 22, Ano IV, maio/julho 2011, p. 66 a 71.

Esperidião *et al*, **Avaliando a importância do PCP nas indústrias de embalagens plásticas flexível**, São Paulo 2012, [acessado 17/08/2013] disponível em: [http://www.inesul.edu.br/revista/arquivos/arq-idvol\\_21\\_1348774857.pdf](http://www.inesul.edu.br/revista/arquivos/arq-idvol_21_1348774857.pdf), citado por CHIAVENATO, 2006).

ESTEVES, Vinicius Rodrigues. **Utilização do MRP como ferramenta para o planejamento e controle da produção em uma indústria de embalagens plásticas flexíveis – estudo de caso**. Universidade Federal Juiz Fora. Juiz de Fora, 2007.

FAÉ, Cristhiano Stefani. **Artigo: Desafios e tendência na Aplicação de sistemas APS no Brasil**. Disponível na Revista Mundo Logística. Número 10, Ano II, maio/julho 2009, p. 52 a 60.

FILHO, João Severino. **Administração de Logística Integrada: Materiais, PCP e Marketing**.

FUSCO, José Paulo Alves; SACOMANO, José Benedito. **Operações e Gestão Estratégica da Produção**. São Paulo. Arte & Ciência: 2007.

GADIOLI, José Alexandre de Souza. **Dissertação de Mestrado: Programação com capacidade Finita e APS no Setor de Serviços**. Florianópolis. UFSC: 2003.

GIACON, Edivaldo. **Implantação de sistemas de programação detalhada da produção: levantamento das práticas da programação na indústria**. Dissertação Mestrado – escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo: 2010.

GOLDRATT, Eliyahu M.; COX Jeff. **A Meta um processo de melhoria continua – 2ª edição**. Nobel. São Paulo:2002.

GONÇALVES, Paulo Sérgio. **Administração de materiais - 3ª edição**. Elsevier. Rio de Janeiro: 2010

IVERT, Linea Kjellsdotter. **Advanced planning and scheduling systems in manufacturing planning processes**. Chalmers University of Technology. Sweden. 2009.

IYER, Ananth V.; SESHADRI, Sridhar; VASHER, Roy. **A gestão da cadeia de suprimentos da Toyota**. Bookman. Porto Alegre RS: 2009.

KALAKOTA, Ravi; ROBINSON, Marcia. E-business: estratégias para alcançar o sucesso no mundo digital – 2ª Edição. Bookman. Porto Alegre RS: 2001.

KLETTI, Jurgen. **Manufacturing Execution System – MES**. Germany. Springer. 2007.

LIDDEL, Mike. **O pequeno livro azul da programação da produção**. Edição brasileira: Tecmaran, Espírito Santo, 2009.

LUSTOSA, Leonardo; MESQUITA, Marco A.; QUELHAS, Osvaldo; OLIVEIRA, Rodrigo. **Planejamento e Controle da Produção**. Rio de Janeiro. Elsevier, 2011.

MENEGHELLO, Geraldo Cesar. **Desafios e Tendencias na aplicação de Sistemas APS no Brasil**. Publicação: 05/01/2012. Disponível em: <<http://gcmeneghellologistica.blogspot.com.br/2012/01/desafios-e-tendencias-na-aplicacao-de.html>> Acesso: 30/07/201.

PROCHNOW, André Gustavo. **Avaliação de Performance Operacional Pré e Pós-Implantação de um sistema APS em uma empresa e Manufatura**. Trabalho de Conclusão de Curso. UDESC. Joinville: 2008

PROFANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar. Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico. 2ª edição. Universidade Feevale. Rio grande do Sul: 2013.

ROBBINS, Stephen P. e COUTER Mary. **Administração – 5ª edição**. Rio de Janeiro/RJ: Prentice – Hall do Brasil LTDA, 1998 – p25.

SLACK, Nigel; LEWIS, Michael. **Estratégia de operações. – 2ª Edição**. Bookman. Porto Alegre RS: 2002, 2008.

SOUZA, Almir Antônio Cunha de. **Aplicação da metodologia Tambor-Pulmão-Corda (TPC) com supermercado na gestão de manufatura de eletrodos de grafite das candeias e Monterrey da Grafitech International Ltda.** Dissertação (Mestrado Profissional em Administração) Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2006.

STADTLER, Hartmut; KILGER Christoph. **Supply Chain Management and Advanced Planning.** Springer. Germany: 2005.

TABOADA, Carlos. **Gestão de Tecnologia e Inovação na Logística.** Curitiba. IESDE Brasil S.A: 2009).

TECMARAN, Consultoria e Planejamento. Soluções de PCP APS. Vitória, 2003.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Manual de Planejamento e Controle da Produção – 2ª Edição.** Atlas. São Paulo, 2000.

VOLLMANN, Thomas E.; BERRY, William L.; WHYBARK, D. Clay; JACOBS, F. Robert. **Sistemas de Planejamento & Controle da Produção para o Gerenciamento da Cadeia de Superimentos.** Porto Alegre. ARTMED Editora S.A: 2005.

ZATTAR, Izabel Cristina. **Tese de mestrado: Análise da Aplicação dos Sistemas Baseados no Conceito de Capacidade Finita no Diversos Níveis da Administração da Manufatura de Estudos de Caso.** Florianópolis. UFSC: 2004.