

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ADMINISTRAÇÃO
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO EM ADMINISTRAÇÃO DE EMPRESAS

**SISTEMAS AVANÇADOS DE PLANEJAMENTO E PROGRAMAÇÃO DA
PRODUÇÃO**
UMA APLICAÇÃO NA INDÚSTRIA DE AUTOMAÇÃO BANCÁRIA

ADRIANO DINI

Trabalho de Conclusão de Curso

Orientador: Antonio Carlos Gastaud Maçada, Dr.

Porto Alegre

2008

ADRIANO DINI

**SISTEMAS AVANÇADOS DE PLANEJAMENTO E PROGRAMAÇÃO DA
PRODUÇÃO**
UMA APLICAÇÃO NA INDÚSTRIA DE AUTOMAÇÃO BANCÁRIA

Trabalho apresentado ao curso de
graduação em Administração de Empresas
como requisito parcial para obtenção do
grau de Bacharel em Administração de
Empresas

Universidade Federal do Rio Grande do
Sul.

Porto Alegre

2008

RESUMO

Este trabalho apresenta o processo de desenvolvimento e implantação de uma ferramenta APS em uma empresa do setor de automação bancária dentro das atividades de Planejamento e Programação da Produção. Para tanto, o trabalho conta com uma breve revisão bibliográfica a cerca dos níveis hierárquicos de Planejamento e dos sistemas envolvidos nas atividades de Planejamento e Programação da Produção. A seguir, apresenta o detalhamento da empresa em estudo e as atividades de desenvolvimento do projeto de implantação da ferramenta APS. Por fim, analisa os resultados oriundos da implantação e às conclusões do autor a cerca das observações realizadas e do trabalho desenvolvido.

PALAVRAS-CHAVES: APS, Programação da Produção, Sincronismo entre Ordens de Produção.

ABSTRACT

This work presents the development and implementation of an APS tool inside of Planning and Scheduling Production activity on an automation of banking company. Therefore, this work brings a brief bibliographical revision concerning the hierarchic planning levels and the systems involved in the activities of Planning and Scheduling Production. After, presents the automation of banking company details and the development activities of APS tool implementation project. Finally, it analyzes the results and presents the author conclusions about the implementation project at all.

KEYWORDS: APS, Finite Capacity Scheduling, Productions Orders Sync.

SUMÁRIO

1. DEFINIÇÃO DO PROBLEMA.....	6
2. JUSTIFICATIVAS	9
3. REVISÃO DE LITERATURA	11
3.1 NÍVEIS HIERÁRQUICOS DA FUNÇÃO PRODUÇÃO.....	11
3.2 O PCP E A FUNÇÃO PRODUÇÃO.....	12
3.2.1 PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO (LONGO PRAZO)	13
3.2.2 PLANEJAMENTO TÁTICO (MÉDIO PRAZO).....	14
3.2.3 PLANEJAMENTO OPERACIONAL (CURTO PRAZO).....	15
3.3 SISTEMAS DE ADMINISTRAÇÃO E CONTROLE DA MANUFATURA	16
3.3.1 MRP	17
3.3.2 MRPII.....	18
3.3.3 ERP	20
3.3.4 SISTEMAS FCS	20
3.3.5 SISTEMAS APS.....	22
4. OBJETIVOS.....	25
4.1 OBJETIVO GERAL	25
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	25
5. MÉTODO DE PESQUISA	26
6. RELATO DO TRABALHO.....	28
6.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA.....	28
6.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	31
6.2.1 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO.....	32
6.2.2 ESPECIFICAÇÃO E DETALHAMENTO DA SOLUÇÃO.....	33
6.2.3 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO	41
7. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	49
8. CONCLUSÃO.....	53
REFERÊNCIAS	55
CRONOGRAMA.....	57

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Relação entre os diversos níveis da administração da manufatura.....	12
Figura 2 - Sistemas de Planejamento, Programação e Controle da Produção.....	13
Figura 3 - Evolução dos sistemas de administração de manufatura	17
Figura 4 - Carregamento Finito x Carregamento Infinito	21
Figura 5 - Escopo dos sistemas de Capacidade Finita	23
Figura 6 - Tipos de estudos de caso.....	26
Figura 7 - Visão simplificada dos setores produtivos da empresa em estudo.....	29
Figura 8 - Sistema de Planejamento, Programação e Controle da empresa.....	31
Figura 9 - Metodologia de Implantação do <i>software</i> Preactor.	32
Figura 10 - Desenho básico da solução.....	40
Figura 11 - Relacionamento das Tabelas do <i>software</i> Preactor.	43
Figura 12 - Comparação de cenários Antes e Depois.....	50

1. DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

O Planejamento, Programação e Controle da Produção (PPCP) estão diretamente relacionados à gestão das atividades produtivas, no qual se destaca, no horizonte de curto prazo, a Programação da Produção (VOLLMANN, 1997). É função do setor de PPCP determinar quando e quanto de cada item será fabricado ou montado respeitando, para isso, a capacidade dos recursos produtivos e, também, as políticas e estratégias da empresa. Segundo Vollmann (1997) um sistema de Programação e Controle da Produção deve ser eficaz, pois, além de determinar a Programação e Seqüenciamento, deve estar alinhado as estratégias da organização no longo prazo, sendo flexível às condições de mercado e atendendo reprogramações necessárias no curto prazo, como consequência de influências externas.

Os sistemas de administração e controle da produção, desenvolvidos inicialmente, exigiam a simplificação dos problemas enfrentados no ambiente produtivo devido às limitações de capacidade e velocidade de processamento enfrentada pelas tecnologias disponíveis à época. Desde então, os problemas de programação e seqüenciamento da produção, por serem demasiadamente complexos, são temas de grande preocupação no cenário industrial e vêm motivando diversas pesquisas ao longo dos anos (ERHART, 2006).

Os sistemas de Planejamento de Requisitos Materiais (MRP - Materials Requirement Planning) surgidos com a potencialização das tecnologias na década de 1970 foram os primeiros a propor uma solução às atividades de PPCP, porém não tratavam a capacidade dos recursos produtivos da empresa em nenhum nível de sua solução, não sendo capazes de atender às necessidades da empresa no planejamento de curto prazo. Em decorrência dessa limitação, surgiram na década de 1980 os sistemas de Planejamento de Recursos de Manufatura (MRP II - Manufacturing Resources Planning) (FAÉ; ERHART, 2005).

Entretanto, o surgimento dos sistemas MRP II não apresentou uma solução definitiva para as atividades de Programação e Seqüenciamento da Produção uma vez que estes sistemas apresentavam também deficiências: consideravam como infinita a

capacidade dos recursos produtivos e como constantes os lead time de fabricação, independente da demanda (ERHART, 2006). Corrêa et al. (2001) ressaltam que os MRP são limitados para tratar de ambientes produtivos com alta complexidade, pois não consideram a capacidade dos recursos e pressupõem lead time fixos de processo. Estas limitações se refletem em planos de produção inviáveis no chão de fábrica, e que não respondem satisfatoriamente ao dinamismo da atividade produtiva.

Já na década de 1990 surgiram os Sistemas de Programação da Produção com Capacidade Finita. Estes sistemas caracterizam-se por serem especialistas nas atividades de programação da produção, suprimindo as deficiências dos sistemas anteriores. Desta forma, podem ser utilizados de forma integrada aos sistemas MRP e MRP II complementando o ciclo de atividades de Planejamento Programação e Controle da Produção (TURATTI, 2007).

Os sistemas que utilizam o conceito de Programação por Capacidade Finita podem ser divididos em duas categorias: Sistemas de Programação com Capacidade Finita (FCS - Finite Capacity Scheduling) capazes de considerar a capacidade como a principal restrição produtiva, buscando gerar uma programação viável, e Sistemas Avançados de Programação (APS - Advanced Planning and Scheduling), os quais vão além da capacidade produtiva, tratando todas as restrições inerentes ao processo produtivo, programando e otimizando a produção através de regras especiais de seqüenciamento, que necessitam de pouca ou nenhuma intervenção do programador (FAÉ, 2004).

Devido ao alto grau de complexidade dos produtos desenvolvidos pelas empresas do setor de automação bancária, e aos demais fatores que influenciam a programação da produção, a atividade de planejamento de curto prazo destas empresas exige um grande esforço por parte da equipe de PPCP. Além de respeitar as limitações de capacidade dos recursos e os *lead times* de produção, otimizar a utilização dos recursos e garantir o atendimento às datas de entrega dos pedidos, o setor de PPCP deve ser dinâmico e estar preparado para fazer alterações no planejamento de curto prazo em função de mudança de datas dos pedidos, quebra de máquinas, atrasos no recebimento de matéria-prima, problemas de qualidade dos produtos, rejeições etc. Nesse sentido, uma ferramenta avançada de programação da produção (APS) surge como alternativa capaz de tratar das complexidades citadas acima, trazendo ganhos diretos e indiretos como consequência de sua utilização.

Sendo assim, este trabalho se propõe a descrever o processo de implantação de uma ferramenta APS em uma empresa de automação bancária e descrever e analisar a problemática da programação da produção na empresa estudada, além de apresentar como o sistema APS foi inserido neste contexto.

2. JUSTIFICATIVAS

Um sistema de Planejamento, Programação e Controle da Produção pode trazer grandes benefícios à empresa uma vez que sua utilização afeta diretamente as atividades de agregação de valor, gerando aumento na capacidade produtiva, melhoria na performance de entrega e redução nos níveis de estoques.

Em ambientes onde o sistema de produção segue a lógica da produção em lotes ou, então, a produção por projetos, as atividades relacionadas à programação de curto prazo ganham maior destaque dentro do sistema de PPCP. A tarefa de sincronizar as operações na produção, otimizando a capacidade produtiva e garantindo o atendimento as datas de entrega exigem grande esforço por parte da equipe de PPCP, que deve simular cenários e decidir quanto, como e quando produzir de cada item de maneira a garantir o cumprimento do plano mestre de produção. Além disso, as fábricas apresentam um caráter dinâmico e estão sujeitas a eventos imprevistos na programação, como quebra de máquinas, cancelamentos ou adiantamentos de pedidos, falta de operadores, falta de matéria-prima entre outros, que fazem com que a programação tenha que ser ajustada freqüentemente. Neste sentido, uma ferramenta que permita simular cenários de programação e efetuar ajustes pontuais na programação oferece maior segurança ao programador no processo de tomada de decisão sobre a produção.

Outro ponto que contribui para a busca de ferramentas que possam trazer redução de custos de produção para empresas de automação bancária é o aumento da concorrência influenciado pelo novo formato de negociação dos produtos, o leilão eletrônico. A facilidade de acesso aos leilões modifica o processo de compra, estimulando a concorrência e a batalha de preços. Dados não oficiais revelam que o valor de um terminal bancário caiu 50% desde a adoção desta nova forma de negociação por parte dos clientes. Para absorver esta queda brutal nos preços a empresa precisa otimizar sua capacidade produtiva, reduzindo seus custos gerados pelos altos estoques de material em processo, estoques de produtos acabados e multas contratuais por atraso. Sendo assim, o investimento em uma ferramenta que possibilite a simulação de cenários e ofereça

programações factíveis no chão de fábrica, otimizando os recursos produtivos, trará um diferencial competitivo à empresa analisada.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 NÍVEIS HIERÁRQUICOS DA FUNÇÃO PRODUÇÃO

Zattar (2004) define que produção corresponde a todos os processos que produzem bens econômicos, incluindo bens tangíveis ou intangíveis, criando desta forma utilidades visando o incremento do valor agregado, ou seja, a função de produção consiste em agregar valor aos bens ou serviços durante o processo de transformação. Nesta mesma linha, Slack *et al* (2002) resume que a administração da produção trata da maneira pela qual as organizações produzem bens e serviços.

Pedroso e Corrêa (1996) analisam que as decisões de planejamento dentro da administração da produção ocorrem em diferentes horizontes de tempo e períodos de replanejamento, bem como consideram diferentes níveis de agregação de informação. Analogamente, Volmann (1997) destaca a divisão do planejamento, programação e controle da produção (PPCP) em níveis hierárquicos, propondo uma metodologia que divide o problema em problemas menores, resolvendo do maior para o menor horizonte de planejamento. Da mesma forma, Zattar (2004) acrescenta que a divisão do horizonte de planejamento está diretamente relacionada ao nível de agregação de informações e podem ser divididos em planejamento estratégico (longo prazo), planejamento tático (médio prazo) e planejamento operacional (curto prazo) conforme apresenta a figura 1.

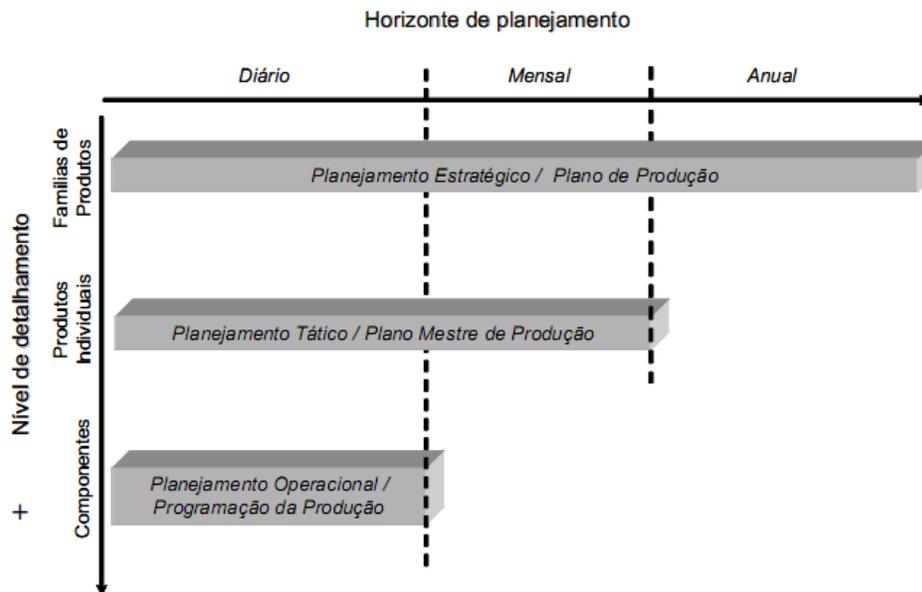


Figura 1 - Relação entre os diversos níveis da administração da manufatura.
 Fonte: Adaptado de Zattar (2004)

Esta divisão do horizonte de planejamento e o nível de agregação de informação, e o detalhamento e interações entre seus módulos serão aprofundadas ao longo do trabalho, bem como a participação do PCP em cada um dos níveis.

3.2 O PCP E A FUNÇÃO PRODUÇÃO

Segundo Tubino (2007), o PCP está presente nos três níveis hierárquicos de decisão da função produção. No nível estratégico (longo prazo) em que são definidas as políticas estratégicas de longo prazo, o PCP participa da formulação do planejamento estratégico da produção, gerando um Plano de Produção. No nível tático (médio prazo), em que são estabelecidos os planos de médio prazo para a produção, o PCP desenvolve o planejamento mestre da produção, obtendo um plano mestre de produção (MPS – *Master Production Schedule*). No nível operacional (curto prazo), o PCP prepara a programação da produção, administrando estoques, emitindo e liberando ordens de produção, montagem e fabricação, e realizando o acompanhamento e controle da produção.

3.2.1 PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO (LONGO PRAZO)

Dado seu caráter estratégico, o nível inicial na lógica de Planejamento, Programação e Controle da Produção é o de longo prazo (TURATTI, 2007). Para reduzir o nível de detalhamento exigido no processo de planejamento, os produtos são agrupados em famílias e os recursos são agregados em função das características e funcionalidades comuns. Da mesma forma, o tempo é agregado em meses ou trimestres em um horizonte de um a dois anos (KRAJEWSKY; RITZMAN, 1999).

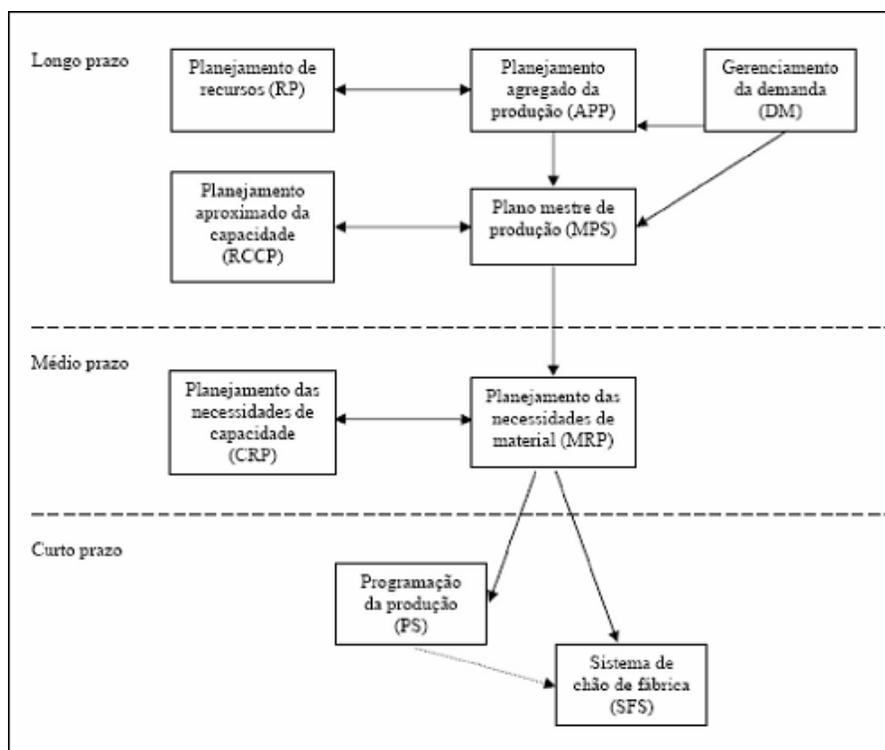


Figura 2 - Sistemas de Planejamento, Programação e Controle da Produção
 Fonte: Adaptado de Volmann et al (1997).

O início do processo se dá pelo Planejamento Agregado da Produção (APP – *Aggregate Production Planning*), uma programação preliminar e aproximada das operações que satisfaça a previsão da demanda a um custo mínimo e sirva de base para o Planejamento de Recursos, conforme Erhart (2006 apud MEREDITH; SHAFER, 2002).

Em paralelo e servindo de base ao APP, ocorrem o Gerenciamento da Demanda (DM – *Demand Management*) que trata todas as formas de demandas da organização

(pedidos em carteira e atividades de previsão de vendas) e o Planejamento de Recursos (RP – *Resources Planning*), que avalia as demandas e traça as capacidades necessárias para atender a demanda preliminar (TURATTI, 2007). Este Planejamento Estratégico, através da troca de informações entre o APP e o RP, irá gerar um plano de produção de longo prazo.

A estratificação das informações do plano de produção em produtos finais e horizontes de tempos mais curtos dão forma ao Plano Mestre de Produção (MPS). Em paralelo ao MPS realiza-se o Planejamento Aproximado de Capacidade (RCCP – *Rough Cut Capacity Planning*). Segundo Krajewski e Ritzman (1999), o RCCP é realizado através da estratificação da demanda e dos períodos do APP. O RCCP segue a lógica de planejamento de longo prazo, apresentando um planejamento de capacidades sob informações agregadas, porém suficientes para orientar o MPS na determinação do que a empresa pretende produzir, expresso em configurações, quantidades e datas específicas (COX *et al*, 1998).

A última etapa no planejamento de longo prazo é a realização do MPS. O MPS discretiza os produtos finais a serem produzidos e suas respectivas quantidades para períodos de tempo menores e determinados, geralmente expressos em semanas (KRAJEWSKY; RITZMAN, 1999). O Plano Mestre de Produção agrega as informações necessárias para dar início ao planejamento de médio prazo.

3.2.2 PLANEJAMENTO TÁTICO (MÉDIO PRAZO)

O Planejamento de médio prazo inicia com o Planejamento de Requisitos Materiais (MRP – *Materials Requirements Planning*). Com base no Plano Mestre de Produção (MPS) o MRP irá calcular os requisitos de materiais e capacidade para viabilizar a execução do plano estabelecido no planejamento de longo prazo. Para tanto, o MRP necessitará, além do Plano Mestre de Produção, das informações de consumo de materiais por produto e, também, dos níveis de inventário.

Como resultado, o MRP gera as datas e quantidades a serem compradas, produzidas ou montadas ao longo do horizonte de planejamento. Entretanto, Krajewski e

Ritzman (1999) ressaltam que o MRP não considera limitações de capacidade, necessitando de uma avaliação posterior, gerada pelo Planejamento da Capacidade (CRP – *Capacity Requirements Planning*). Ressalta-se, contudo, que o CRP tradicional ignora a possibilidade de existência de dois ou mais pedidos a serem processados num centro de trabalho no mesmo instante (ERHART, 2006). Turbide (200), acrescenta que a análise dos CRP é muito simplificada, pois analisa um trabalho de cada vez, sem considerar as variações e imprevistos localizados que influenciam as atividades produtivas.

3.2.3 PLANEJAMENTO OPERACIONAL (CURTO PRAZO)

Baseado nas saídas geradas pelo MRP, o Planejamento de curto prazo trabalha com um horizonte reduzido, normalmente sob a perspectiva de dias e semanas. Este nível de planejamento trata das ordens de produção, seqüenciamento de operações e controle das atividades executadas no chão-de-fábrica sendo bastante influenciado pelo ambiente externo e necessitando de replanejamentos constantes (TURATTI, 2007).

A Programação da Produção (PS – *Production Schedule*) estabelece, a curto prazo, quando e quanto comprar, produzir ou montar de cada item necessário a composição dos produtos finais (ERHART, 2006). Segundo Tubino (2007), com base na programação são emitidas as ordens de compra (para itens comprados), ordens de fabricação (para itens produzidos internamente) e ordens de montagem (para submontagens intermediárias e montagem final) para os produtos definidos pelo plano-mestre de produção. A programação da produção atua no seqüenciamento das ordens emitidas com foco na minimização dos *lead time* e dos estoques do sistema produtivo.

Faé (2004) destaca, contudo, que a realização do que foi previsto na programação da produção está diretamente condicionada a não ocorrência de imprevistos. Logo que o programa de produção é gerado, ele começa a receber influência de eventos externos, que acontecem no dia a dia de qualquer organização. Como exemplo deste fato, pode-se citar a falta de operadores, restrições de ferramentas e de materiais, quebra de máquinas, taxas de produção diferente dos tempos-padrão utilizados e problemas de qualidade de matéria-prima ou nos produtos fabricados. Todos esses eventos resultam na necessidade da

empresa fazer o que é chamado de reprogramação. Para isso, contudo, faz-se necessária a adoção de eficientes medidas de controle da produção.

Para acompanhar o andamento da programação estabelecida são utilizados Sistemas de Chão de Fábrica (SFS – *Shop Floor System*). Os SFS são responsáveis por coletar as informações do andamento das operações no chão de fábrica e retornar estas informações à PS. Os SFS se inserem na lógica de planejamento fornecendo informações rápidas e precisas para análise e replanejamento da programação da produção (TURATTI, 2007).

3.3 SISTEMAS DE ADMINISTRAÇÃO E CONTROLE DA MANUFATURA

Shapiro (1998 apud ZATTAR, 2004), destaca que os sistemas de administração da manufatura localizam-se na rede logística nos três níveis de planejamento hierárquicos: Segundo Corrêa et al (2001), sistemas de administração da manufatura são aqueles que auxiliam especificamente na tomada de decisões, estratégicas, táticas e operacionais, da produção e cuja atuação pode ser resumida em quatro questões logísticas básicas:

- a) O que produzir e comprar;
- b) Quanto produzir e comprar;
- c) Quando produzir e comprar; e
- d) Com que recursos produzir.

Neste sentido, destacam-se os Sistemas Integrados de Gestão Empresarial (ERP – Enterprise Resources Planning), os sistemas de Planejamento de Necessidades Materiais (MRP – Material Requirements Planning), os sistemas de Planejamento de Recursos de Manufatura (MRP II, Manufacturing Resources Planning), os sistemas de Planejamento com Capacidade Finita (FCS – *Finite Capacite Schedule* e APS – *Advanced Planning and Scheduling*) e os Sistemas de Controle de Produção (MES – *Manufacturing Execution System*). A figura 3 apresenta a evolução dos sistemas de Administração e controle da produção.

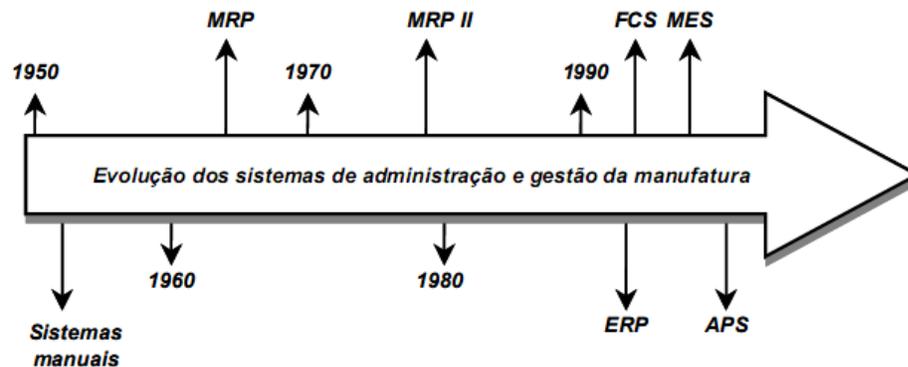


Figura 3 - Evolução dos sistemas de administração de manufatura
 Fonte: Adaptado de Little, 2000

A seguir serão brevemente detalhados os sistemas acima apresentados.

3.3.1 MRP

Surgido no início da década de 70, o MRP é um sistema de informação computadorizado desenvolvido especificamente para auxiliar as empresas na administração do estoque de demanda dependente e programar os pedidos de reposição (KRAJEWSKY; RITZMAN, 1999). O MRP realiza a explosão das necessidades brutas e líquidas de materiais e gera ordens de montagem, fabricação e compra, para que a demanda dos produtos finais seja atendida. Para tanto, o sistema MRP necessita de três entradas básicas:

- a) Plano-Mestre de Produção;
- b) Estrutura dos Produtos (BOM – *Bill of Materials*); e
- c) Registros de Estoque (Estoque inicial e Ordens em Andamento).

Com base na demanda por produtos acabados o MRP irá calcular a necessidade e o tempo de produção das demandas dependentes (componentes), matéria-prima e sub-montagens ao longo do horizonte de produção especificado (ZATTAR, 2004).

Segundo Correa, Gianesi e Caon (2001, p.97),

[...] o MRP tem uma lógica que parte da visão de futuro de necessidade de produtos acabados e depois vem “explodindo” as necessidades de componentes nível a nível para trás no tempo. Por isso a lógica do MRP é chamada de lógica de “programação para trás” (backward scheduling).

Entretanto, no processo de explosão de necessidades e abertura de ordens, os sistemas MRP pressupõem o *lead time* de produção como um atributo fixo ao produto e não a ordem de produção. Dessa forma, independente de quão grande seja uma ordem de produção, o sistema sempre utilizará um valor fixo de *lead time* (ZATTAR, 2004). Além disso, os sistemas MRP não observam a capacidade dos recursos produtivos da fábrica considerando-a como infinita.

Estas limitações do MRP inviabilizavam sua utilização nas atividades de planejamento de curto prazo, pois os planos gerados não refletiam a realidade dos ambientes produtivos. Para suprir estas limitações, surgem na década de 80 os sistemas de Planejamento de Recursos de Manufatura (MRP II) que serão apresentados a seguir.

3.3.2 MRPII

A ampliação do escopo de utilização dos sistemas MRP no planejamento e controle de muitos dos recursos associados à manufatura deflagrou algumas limitações destas ferramentas relacionadas ao planejamento de curto prazo. Tais limitações forçaram o desenvolvimento do MRP de ciclo fechado, conhecido depois como MRP II (ZATTAR, 2004).

Segundo Davis *et al* (2001), a intenção inicial do MRP II era planejar e monitorar todos os recursos da empresa, através de um sistema fechado que gerava análises financeiras. A segunda intenção importante do conceito MRP II era estimular o sistema de produção. Para tanto, foram incorporados novos módulos ao tradicional sistema MRP, descritos a seguir:

- a) Planejamento de capacidade de grosso modo (RCCP – *Rough Cut Capacity Planning*): verifica a disponibilidade dos recursos-chave com base no plano-mestre de produção.
- b) Planejamento de Capacidade de Recursos (CRP – *Capacity Resources planning*): A partir dos resultados gerados pelo MRP, o CRP gera perfis detalhados de capacidade para todos os recursos nos diferentes horizontes de planejamento.
- c) Controle de Chão-de-Fábrica (SFC – *Shop Floor Control*): responsável pela liberação das ordens de produção e alocação dos materiais a serem utilizados. Determina o tempo médio de espera nos centros de trabalho, alocando máquina e trabalhadores.

Entretanto, a lógica do MRP II ainda pressupõe situações que não refletem a realidade de ambientes produtivos. Entre estas limitações, pode-se destacar a capacidade infinita dos recursos para a programação; os *lead times* constantes; o ciclo de processamento demorado; a necessidade de tempos de processo e os roteiros fixos sem considerar diferentes alternativas de seqüenciamento. Além disso, não consideram outras restrições típicas do processo produtivo como, por exemplo, mão-de-obra especializada, operações terceirizadas, tempos de preparação diferentes, ferramentas, entre outros (FAÉ; ERHART, 2005).

Corrêa *et al* (2001 apud Turrati, 2007) observam que os sistemas MRP II dispõem de recursos limitados para lidar com ambientes produtivos que apresentam alto grau de complexidade em termos de detalhamento de programação e ressaltam a inserção destes sistemas no nível tático de planejamento (médio prazo). Tais sistemas apresentam-se como uma excelente ferramenta de planejamento tático, porém carecem de detalhes para executar o planejamento de curto prazo.

Neste sentido, surgem na década de 90 os sistemas de Planejamento com Capacidade Finita (FCS – *Finite Capacity Scheduling*), como um complemento as limitações dos sistemas MRP/MRP II. Por outro lado, os sistemas de gerenciamento de recursos produtivos também evoluíram para sistemas de gestão de recursos organizacionais globais, os Sistemas Integrados de Gestão Empresarial (ERP – *Enterprise Resources Planning*)(TURATTI, 2007).

3.3.3 ERP

Surgidos na década de 90, os Sistemas Integrados de Gestão Empresarial (ERP – *Enterprise Resource Planning*) partem de um conceito mais amplo de ferramenta, agregando aos módulos de manufatura dos MRP/MRP II, módulos de gestão de recursos humanos, financeiros, vendas, fornecedores, entre outros. O grande diferencial dos sistemas ERP está na convergência das informações em um único sistema, permitindo um fluxo de informações de forma contínua e consistente por toda a empresa sob uma única base de dados (STAMFORD, 2000).

Entretanto, no que diz respeito ao planejamento de produção, os sistemas ERP nada agregam em relação aos já existentes sistemas MRP/MRP II, uma vez que os módulos de produção dos sistemas ERP continuam sendo baseados nas técnicas rígidas dos MRP, desenvolvidas a cerca de 30 anos e incompatíveis com a maioria dos ambientes produtivos atuais (ABREU, 2000). Como alternativa as carências dos sistemas ERP, MRP e MRP II, surgiram os sistemas de Planejamento com Capacidade Finita, sistemas especialistas em programação da produção utilizados, na maioria dos casos, integrados ao módulo de produção dos sistemas ERP, caracterizando um sistema híbrido (MRP/MRP II + FCS/APS). Faé e Erhart (2005), destacam que os sistemas baseados em capacidade finita não substituem e nem excluem a necessidade de sistemas de capacidade finita, pois surgem com o propósito de integrarem-se aos sistemas ERP, MRP e MRP II.

3.3.4 SISTEMAS FCS

Os sistemas de Programação com Capacidade Finita (FCS – Finite Capacity Scheduling), surgidos no início da década de 90, são sistemas capazes de considerar a real disponibilidade dos recursos produtivos ao longo do tempo, obedecendo a praticamente todas as variáveis e restrições operacionais inerentes ao processo produtivo (ERHART, 2006). Os sistemas FCS têm como entrada, basicamente, a demanda e como saída um plano de produção de curto prazo. Como o plano de produção de curto prazo é elaborado

considerando praticamente todas as restrições da manufatura, o resultado é uma programação viável de ser realizada no chão-de-fábrica.

O grande diferencial dos sistemas FCS frente aos sistemas MRP/MRP II está no carregamento dos recursos produtivos. Faé (2004), define carregamento como a quantidade de trabalho alocada para um centro de trabalho. O carregamento pode respeitar duas lógicas distintas: carregamento finito, executada pelos sistemas FCS/APS e; carregamento infinito, utilizada pelos sistemas MRP/MRP II. A figura 4 exemplifica a diferença entre as duas formas de carregamento.

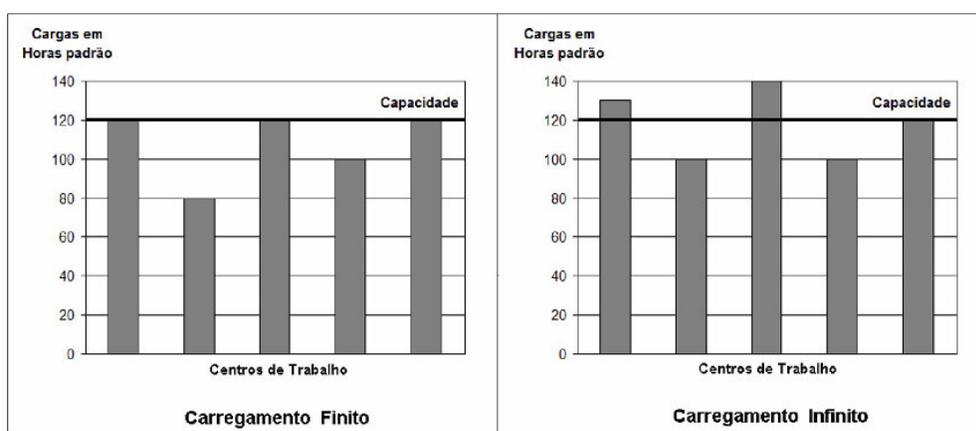


Figura 4 - Carregamento Finito x Carregamento Infinito
 Fonte: Adaptado de Faé (2004)

Segundo Erhart (2006), os sistemas FCS realizam a programação da produção e seqüenciamento fino da produção através da discretização dos tempos de produção. Isso permite o carregamento de ordens de produção considerando a cada momento a real disponibilidade dos recursos produtivos, observando a dependência entre as atividades e balanceando os centros de trabalho. Corrêa *et al* (2001), destaca que os sistemas de capacidade finita são indicados para tratar de problemas complexos de programação e seqüenciamento e apresentam resultados mais expressivos em ambientes produtivos onde verificam-se a presença de roteiros de produção complexos ao invés de repetitivos, *setups* dependentes da seqüência de produção, sobreposição e divisão de ordens e, possibilidade de alocação da mesma tarefa em diferentes recursos.

Segundo Zattar (2004), o surgimento do conceito de gestão da cadeia de suprimentos – *Supply Chain Management* aliada a crescente necessidade de inclusão de novas funcionalidades aos sistemas FCS, como a restrição de matérias-primas e o controle

apurado de estoques, faz surgir os sistemas APS, que são a evolução natural dos sistemas FCS.

3.3.5 SISTEMAS APS

Os Sistemas Avançados de Planejamento e Programação (APS – *Advanced Planning and Scheduling*), surgidos na década de 90 como a evolução dos sistemas FCS, abrangem uma grande variedade de funcionalidades e ferramentas.

Segundo Zattar (2004), definem-se como sistemas APS todos aqueles que:

- a) Consideram simultaneamente os recursos materiais e da planta;
- b) Utilizam algoritmos de otimização que incorporam as restrições e as metas do negócio;
- c) São capazes de prover um planejamento e programação em tempo real, com rápida regeneração após novas mudanças e com capacidade de simular cenários diversos em poucos minutos, através do uso de memória residente;
- d) Auxiliam em decisões de suporte em tempo real;
- e) Realizam programação do tipo “disponível para promessa” (*available-to-promise*) em tempo real.

Segundo Eck *apud* Zattar (2004), um sistema APS é um sistema que serve como um guarda-chuva sobre toda a cadeia de suprimentos, permitindo assim extrair a informação em tempo para calcular uma programação praticável, tendo por resultado uma resposta rápida, de confiança para o cliente. A partir destas características, os sistemas APS podem trazer grande benefício às empresas, uma vez que atuam na sua atividade fim.

Turbide (2000) destaca que os sistemas APS estão inseridos em todos os níveis hierárquicos de planejamento. No planejamento estratégico, os sistemas APS oferecem apoio às decisões sobre localização de plantas ou depósitos, fornecedores e outros tópicos de estrutura de negócios. No planejamento tático, podem auxiliar no planejamento de transportes, estratégias de inventário, utilização de recursos e programação de médio

termo da fábrica. No nível operacional, cobrem decisões do dia a dia, como quebra de máquinas, atrasos na produção, entre outras. A figura 5 apresenta o escopo dos sistemas de capacidade finita de forma simplificada.

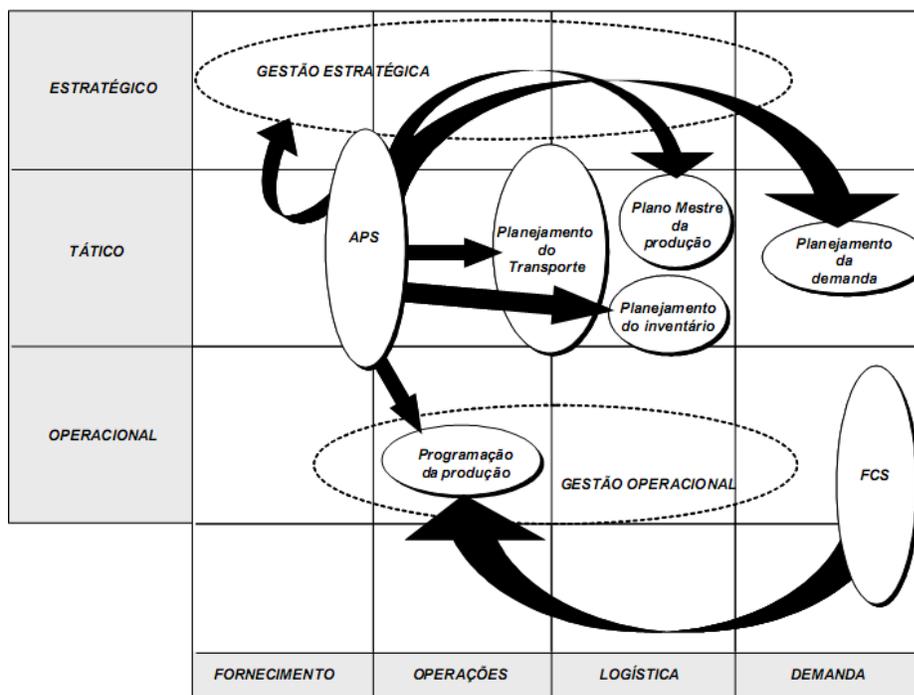


Figura 5 - Escopo dos sistemas de Capacidade Finita
Fonte: Adaptado de Zattar (2004)

Segundo Simchi-Levi *apud* Erhart (2006), além da Programação da Produção, os sistemas APS abrangem também as áreas de Planejamento de Demanda, com modelos de previsão baseados em dados históricos, e Planejamento da Cadeia de Suprimentos, tendo por objetivo a alocação eficiente dos recursos logísticos, gestão de inventários e planejamento de distribuição e transportes.

Erhart (2006) analisa que a dilatação do horizonte de planejamento para os domínios da cadeia de suprimentos permite um planejamento mais eficaz da produção. Novels (2001) destaca que as empresas não podem mais enxergar-se isoladamente ao atender aos pedidos dos seus clientes. É preciso levar em consideração os fornecedores, subcontratados, operadores logísticos e demais complexidades para vencer o desafio de oferecer uma promessa de entrega realmente confiável aos seus consumidores.

Neste sentido, a introdução de um sistema APS pode expandir o horizonte de planejamento e, através da integração de todos os níveis hierárquicos de planejamento,

permitir ao planejador decisões antecipadas sobre a necessidade de alocação de recursos, otimizando o gerenciamento de compras e fornecedores, gerando ganhos significativos à empresa.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GERAL

Este trabalho tem como objetivo geral descrever a sistemática de Planejamento e Programação da Produção em uma empresa do setor de automação bancária a partir da inserção de um sistema Avançado de Programação da Produção (APS).

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

O presente trabalho apresenta os seguintes objetivos específicos:

- 1) Detalhar a sistemática de Planejamento e Programação da produção da empresa em estudo;
- 2) Apresentar o processo de implantação do sistema APS na empresa em estudo;
- 3) Identificar e analisar os principais resultados oriundos da implantação deste tipo de sistema.

5. MÉTODO DE PESQUISA

O método de pesquisa mais indicado para se colocar em prática os objetivos apresentados pelo trabalho é o estudo de caso exploratório-descritivo. Yin (2003) argumenta que o estudo de caso é utilizado em geral quando o foco do trabalho é um fenômeno contemporâneo inserido dentro de um contexto específico. Além disso, apresenta duas dimensões para a condução do estudo de caso.

A primeira dimensão refere-se ao número de estudos realizados sobre o tema do trabalho, podendo variar entre um estudo único e focado ou um estudo múltiplo que permita a comparação de resultados em diversas aplicações. A segunda dimensão observada em um estudo de caso descritivo está relacionada ao foco de análise do trabalho, estando entre uma análise global da organização observada ou uma análise direcionada a uma unidade ou setor da organização em específico (YIN, 2003). Estas duas dimensões são complementares e definem uma matriz conforme a figura 5.

	Estudo de caso único	Estudo de casos múltiplos
Unidade única	Tipo 1	Tipo 3
Unidades múltiplas	Tipo 2	Tipo 4

Figura 6 - Tipos de estudos de caso.
Fonte: Adaptado de Yin (2003).

Este trabalho especificamente considera na primeira dimensão um estudo único, dado o caráter recente do conceito estudado e pouco difundido nas empresas do setor em estudo. Quanto à segunda dimensão, o estudo tem como enfoque o setor de PCP da organização. Dessa forma, o presente trabalho configura-se como um estudo de caso

único, pois pretende descrever a introdução de uma ferramenta especialista em seqüenciamento fino de produção em um único setor de uma organização específica, caracterizando-se conforme a figura 6 como um estudo de caso tipo 1.

O estudo de caso apresenta etapas distintas a serem seguidas durante sua realização. Destacam-se para este trabalho a fase exploratória, coleta de dados, elaboração do estudo (descrição do projeto) e divulgação e análise dos resultados.

Segundo Yin (2003), O estudo de caso apresenta seis fontes de distintas para a coleta de dados: documentos, registros em arquivos, entrevistas, observações diretas, observações participantes e artefatos físicos. Para a condução deste trabalho foi utilizada a estratégia de observação direta.

Segundo Richardson *apud* Haro (2008), observação é a análise minuciosa sobre um fenômeno em sua totalidade ou em uma de suas partes podendo ser executada através de um protocolo de observações ou uma visita de campo. Para este trabalho, a observação se faz vantajosa frente às demais técnicas no sentido de suprimir a necessidade de coleta de dados junto aos envolvidos no fenômeno em questão, uma vez que o próprio observador participa do projeto de implantação e executa as análises durante as reuniões do projeto.

6. RELATO DO TRABALHO

6.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

A empresa na qual será desenvolvido o projeto atua no mercado de automação bancária através da produção e comercialização de terminais de auto-atendimento, ferramentas de suporte ao atendimento para bancos e varejos, certificações digitais e correspondentes bancários. Além disso, atua nas áreas de segurança e prevenção a fraude eletrônica em terminais de auto-atendimento, automação de agências e transações e pagamentos eletrônicos.

A empresa apresenta uma estrutura verticalizada englobando desde os processos de comercialização e produção até as atividades de pesquisa e desenvolvimento de todos os seus produtos. Para isso, conta com uma grande equipe de engenharia responsável pelo desenvolvimento e aperfeiçoamento constante dos produtos comercializados, principalmente os terminais de auto-atendimento (ATM). Um ATM chega a ter 2500 componentes em uma estrutura de produção de até 14 níveis.

As constantes atualizações de estrutura e mudanças no processo produtivo, aliadas ao grande volume de componentes a ser sincronizados nas montagens, fazem com que a programação da produção e o seqüenciamento das ordens de produção tenham uma importância significativa no atendimento dos contratos de venda e promessas de entrega da empresa. Estas tarefas são realizadas pelo setor de PCP em conjunto com os supervisores da fábrica que conhecem, através da experiência na função, o processo produtivo, a ordem de fabricação dos componentes, os tempos de setup e produção dos itens e a melhor seqüência de operações para uma melhor utilização dos recursos.

A fábrica é segmentada em setores de acordo com o processo produtivo que realizam. Esta segmentação pode ser observada na figura 6.

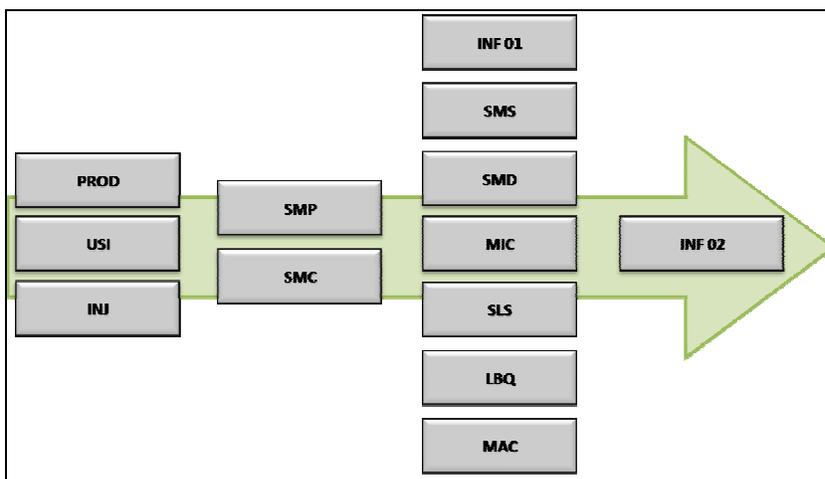


Figura 7 - Visão simplificada dos setores produtivos da empresa em estudo

A produção começa nos setores PROD (estamparia), USI (usinagem) e INJ (injeção) onde são produzidas as partes e peças para os processos de montagem. No setor PROD acontecem as operações de corte de chapas e *blanks* que se transformarão na estrutura dos produtos, tais como: laterais de cofres, portas, base, etc. o USI por sua vez é responsável pelas operações de torneamento e fresamento das partes e peças saídas do PROD bem como pela produção de componentes internos dos terminais que necessitam destas operações de torno e fresa. O INJ é responsável pela produção dos componentes injetados em plástico para os terminais, como botões do teclado e peças internas de montagem. Todos os componentes produzidos nestes três setores formam a base para a montagem da carcaça dos terminais.

Na seqüência da produção os itens recebem os componentes dos setores SMP (Montagem de Placas) e SMC (Montagem de Cabos). A empresa produz também internamente todo o cabeamento dos terminais bem como as placas onde serão gravados os softwares responsáveis pelo funcionamento dos terminais. Tanto o SMP quanto o SMC são setores com atividades bastante manuais, processos de produção dependentes de mão-de-obra intensiva e pouca automação da produção.

A produção nos setores PROD, USI, INJ, SMC e SMP acontece simultaneamente na fábrica, entretanto os componentes dos 3 primeiros setores servem de base para a

montagem dos dois setores seguintes. As atividades que seguem nos demais setores são relacionadas à montagem, teste e embalagem dos terminais já produzidos. Dessa forma, não serão objeto de estudo deste projeto.

O sistema de produção da empresa caracteriza-se como *make to order*, ou seja, produção apenas contra pedidos firmes. Conforme apresentado no início deste trabalho, o mercado de produtos de automação bancária sofreu uma modificação no seu formato de negociação dos produtos passando a utilizar-se principalmente dos leilões eletrônicos para cotação, negociação e compra dos produtos. Dessa forma, os pedidos entram na empresa na forma de contratos de fornecimento previamente negociados e com prazos de entrega bastante amplos podendo contemplar semanas, meses ou até mesmo anos. Estes contratos são cadastrados como pedidos no sistema corporativo da empresa com a quantidade total de produtos a serem entregues e a data limite para finalização da entrega.

Em função das grandes quantidades a produzir dos pedidos, os *lead times* de produção dos itens e o mix variado de produção mensal, os pedidos são disponibilizados para o setor de PCP que analisa as demandas e realiza o particionamento dos pedidos em quantidades semanais para produção, elaborando um Plano Mestre de Produção. A elaboração deste Plano Mestre de Produção ocorre através de planilhas alimentadas com dados de pedidos do sistema corporativo. Após a elaboração da planilha de Plano Mestre de Produção os dados são reenviados ao sistema corporativo para que então seja executado o MRP.

Durante a execução do MRP, com base na demanda total dos pedidos, o sistema corporativo gera as necessidades líquidas de matéria-prima que serão repassadas para o setor de compras. Simultaneamente, porém considerando as demandas particionadas do Plano Mestre de Produção, o MRP gera as ordens de produção que serão disponibilizadas para o setor de PCP e supervisão de fábrica para a realização do seqüenciamento de produção. Nesta tarefa, o PCP define as prioridades de produção e a supervisão de fábrica realiza o seqüenciamento das ordens de produção nos recursos. O fluxo completo destas atividades pode ser observado na figura 7.

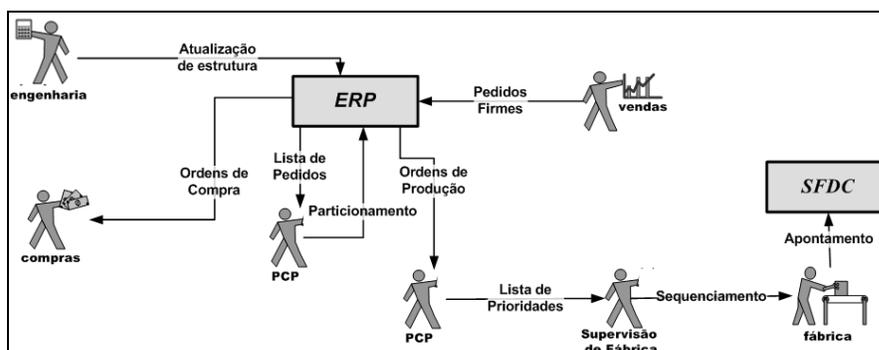


Figura 8 - Sistema de Planejamento, Programação e Controle da empresa.

A utilização de planilhas em diversas etapas do processo de Planejamento e Programação da produção acarreta em uma maior necessidade de interações manuais tornando o processo lento e suscetível a erros. Além disso, as informações disponibilizadas através do processo atual são distorcidas pelos dados incoerentes cadastrados no sistema corporativo, que alimenta todo o processo. Dessa forma, a produção não respeita o planejamento e exige que o setor de PCP atue, em grande parte do tempo, nas atividades de controle da produção.

Neste sentido, a ferramenta de Planejamento e Programação da Produção aliada a um processo de refinamento de dados dos sistemas corporativo e mudanças na sistemática atual de planejamento possibilitará ganhos significativos no desenvolvimento das atividades do setor de PCP e contribuirá significativamente para o dinamismo da empresa bem como para o cumprimento dos prazos de entrega e contratos de venda.

6.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O projeto foi desenvolvido seguindo 3 etapas distintas: levantamento bibliográfico e escolha da ferramenta, especificação e detalhamento da solução e, desenvolvimento do projeto. As três etapas serão apresentadas e detalhadas a seguir.

6.2.1 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

Seguindo a metodologia apresentada, o projeto iniciou com um levantamento bibliográfico a cerca das ferramentas de Planejamento e Programação da Produção. Buscou-se, neste estudo, alinhar as necessidades da empresa as funcionalidades das ferramentas a disposição no mercado com intuito de avaliar a ferramenta que melhor se adequaria ao ambiente de Planejamento da empresa.

Dentre os sistemas apresentados no capítulo 3, verificou-se que os sistemas de *Advanced Planning and Scheduling* (APS) poderiam trazer os melhores resultados para a empresa que já contava com sistemas *Enterprise Resource Planning* (ERP), *Material Requiriments Planning* (MRP) e *Manufacturing Resource Planning* (MRP II) para as atividades de Planejamento da Produção.

Definido o conceito da ferramenta a ser aplicado seguiu-se então o processo de levantamento das opções de mercado nesta área. Composto por uma família de produtos de Programação da Produção com Capacidade Finita (FCS) e Sistemas Avançados de Planejamento da Produção (APS) o *software* Preactor foi escolhido para o projeto por apresentar maior flexibilidade de adequação ao ambiente produtivo da empresa e melhor possibilidade de ganhos com sua utilização. A versão do *software* utilizada para o projeto foi a 400 APS, devido às funcionalidades apresentadas pela ferramenta e consideradas essenciais para o projeto.

Para a implementação do *software* Preactor utilizou-se a metodologia de implantação específica do Preactor, proposta por Baptista (2002). Esta metodologia é referencia para implantações do *software* Preactor na América Latina e pode ser observada na figura 8.

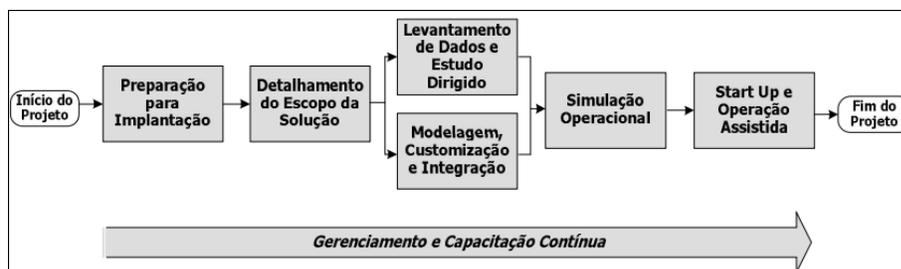


Figura 9 - Metodologia de Implantação do *software* Preactor.

6.2.2 ESPECIFICAÇÃO E DETALHAMENTO DA SOLUÇÃO

Nesta primeira etapa do projeto, o foco do trabalho foi a análise da problemática da empresa em termos de Planejamento e Programação da Produção. Tal análise servirá de base para a formulação de hipóteses de solução que serão avaliadas ao final da etapa e para a definição do trabalho a ser desenvolvido.

A etapa iniciou com a definição da equipe responsável pelo projeto. A formulação da equipe priorizou a formação de um grupo de competências multidisciplinares onde todas as questões relacionadas ao projeto pudessem ser solucionadas por algum dos membros da própria equipe.

A seguir, iniciou-se um levantamento e nivelamento de expectativas de modo a alinhar as expectativas da equipe do projeto e garantir o sucesso da implantação. Pode-se sintetizar a expectativa da equipe como “realizar uma programação da produção factível no chão de fábrica, sincronizando as montagens e que seja administrável pelo PCP”.

Em seguida, deu-se início ao trabalho de detalhamento do formato atual de planejamento e programação da produção. A primeira atividade para identificar os problemas atuais dos processos é o perfeito entendimento do fluxo de atividades e informações ao longo de todo o processo de planejamento e programação. Para realizar este levantamento foi solicitada aos membros da equipe que atuam no PCP que descrevessem suas atividades. O que segue a seguir é o detalhamento dos levantamentos realizados junto à equipe do projeto.

Segundo as observações da equipe, o PCP recebe através do sistema corporativo todos os pedidos pendentes para produção. Essas informações devem ser extraídas do sistema corporativo e disponibilizadas aos planejadores em uma planilha para que o PCP realize o Plano Mestre de Produção. Nesta planilha o planejador analisa a demanda atrasada, os pedidos que estão em dia aguardando planejamento e as demandas previstas para os períodos futuros. Inicialmente, em virtude do alto volume de pedidos atrasados, o planejador posterga a data de todos os pedidos atrasados em 11 semanas. Este procedimento faz parte da nova priorização dos pedidos de acordo com a nova demanda do sistema. Com base no conhecimento do planejador, nos prazos de entrega fixados e na expectativa de produção dos pedidos em dia para a semana de planejamento, o planejador

ajusta o plano de produção antecipando a data de produção de alguns dos itens que foram postergados no procedimento anterior para a semana atual. Este procedimento é conhecido como **Particionamento** e é realizado semanalmente antes da execução do MRP (a partir desta parte do trabalho entende-se como MRP o conjunto de funcionalidade dos sistemas MRP/MRP II ao qual a empresa possui). Este procedimento garante que o sistema MRP não gere ordens de produção em volume superior a capacidade produtiva e permita ao PCP administrar, junto à supervisão de fábrica, o seqüenciamento de produção. O processo de particionamento é realizado sobre a demanda de produtos finais, itens de venda, não analisando a demanda dependente de componentes e matéria-prima. Tanto a demanda de componentes como a necessidade de matéria-prima são geradas pelo MRP a partir das datas de entrada dos pedidos no sistema corporativo.

A partir da planilha de planejamento, uma interface, desenvolvida internamente pela equipe de TI da empresa, realimenta o sistema corporativo com as novas datas de entrega dos pedidos conforme o planejamento realizado. O trabalho do PCP então é executar o MRP para obter as ordens de produção para a semana corrente. Durante a execução do MRP todas as ordens de produção em andamento são apagadas do sistema para garantir que as atualizações de estrutura realizadas pela equipe de engenharia desde o último planejamento surtam efeito já no próximo planejamento.

Durante o seqüenciamento de produção não são levadas em consideração as ordens de produção abertas pelo MRP. Todo este processo de MRP e abertura de ordens de produção não chega até a fábrica, pois o seqüenciamento e programação das atividades do chão de fábrica acontecem em outra planilha do PCP. As ordens de produção necessitam ser abertas no sistema corporativo para que, mais tarde, possam ser apontadas no sistema de coleta de dados e o fluxo de materiais nos estoques intermediários do sistema corporativo seja atualizado, bem como o consumo de matérias-primas.

Para realizar o seqüenciamento da produção o PCP utiliza outra planilha desenvolvida internamente pela equipe de TI da empresa. Esta planilha é alimentada com as informações da planilha de Plano Mestre de Produção e realiza a explosão das demandas dependentes simulando o processo de MRP, porém não considerando os itens em estoque. A partir desta explosão, o PCP obtém a lista de itens a serem produzidos na semana para atender ao Plano Mestre. De posse desta lista e com base no conhecimento da estrutura dos produtos, o PCP define as datas de entrega de cada item da lista ditando as

prioridades de produção para a fábrica de modo a garantir o sincronismo das partes e peças nas operações de montagem.

Antes de liberar a lista para a produção o PCP verifica a disponibilidade de material em estoque e os estoques de componentes para enviar à fábrica apenas a demanda líquida de componentes a produzir. A lista de demanda líquida de componentes priorizada pelas datas do PCP é então encaminhada à supervisão de fábrica que decide a seqüência de produção que gerará uma melhor ocupação dos recursos produtivos, a melhor seqüência de *setups* e, eventualmente, até a quantidade ideal a ser produzida para evitar desperdícios de capacidade. A partir deste momento, a função do PCP passa a ser garantir o atendimento das datas de entrega pré-estipuladas nas listas de materiais para que o sincronismo das peças atenda as operações de montagem dos produtos.

À medida que a programação é executada no chão de fábrica os itens produzidos necessitam ser apontados no sistema para realizar a movimentação de materiais nos estoques do sistema corporativo. Em função da grande distorção nos dados de estoques da empresa o processo de MRP constantemente deixa de abrir ordens de produção para itens que deveriam ser produzidos na semana planejada. Esta falha nos dados faz com que o PCP abra manualmente as ordens de produção no sistema para que sejam efetuados todos os processos internos do sistema corporativo (transferências de materiais).

Em algumas ocasiões, assim como o cálculo de necessidades do MRP, a análise de demanda líquida de componentes realizada pelo PCP incorre em erros orientados pelos dados do sistema corporativo. Estes erros são verificados apenas no processo de montagem quando o operador do chão de fábrica verifica a falta de um dos componentes necessário à montagem e solicita ao PCP sua produção. Este erro é conhecido na empresa como **Furo de Estoque**. Os furos de estoque têm prioridade de produção no chão de fábrica, pois no momento em que são verificadas, as operações de montagem podem ficar paradas até que sua falta seja suprida. Esta priorização compromete a programação inicial, o sincronismo dos demais itens na montagem e exige que sejam realizadas reprogramações dos demais processos de produção.

Dando prosseguimento ao processo de compreensão do fluxo de atividades de planejamento verificou-se que cabe aos programadores do PCP executar a baixa das ordens de produção no sistema corporativo baseando-se nos cartões de apontamento de

chão de fábrica. Além disso, cabe também aos programadores do PCP realizar o controle sobre a eficiência dos recursos produtivos através da análise das informações obtidas através do sistema de coleta de dados do chão de fábrica da empresa (*Shopp Floor Data Control* - SFDC). Estes sistemas caracterizam-se por realizar o acompanhamento da programação em tempo real refletindo as distorções na produção e permitindo um maior controle sobre a fábrica.

De acordo com os levantamentos realizados junto à equipe do projeto pode-se obter as principais dificuldades da empresa nas atividades de PCP: a elaboração do particionamento da demanda de acordo com a possibilidade real de entrega dos pedidos; a análise e otimização do uso da capacidade produtiva sem comprometer os prazos de entrega; a sincronização de partes e peças nas operações de montagem; a administração dos furos de estoque para que estes não comprometam as datas de entrega e o sincronismo da fábrica; as reprogramações de acordo com as mudanças no mix de produção e nas condições de momento da fábrica; e, por fim, o acompanhamento da execução da programação permitindo ajustes rápidos do plano de produção.

Na seqüência do processo de especificação da solução foi realizada uma visita as unidades produtivas da empresa para analisar e detalhar as complexidades específicas dos recursos que deveriam ser contempladas pelo software. Durante a visita verificou-se que, devido à verticalização da empresa, praticamente todas as operações do processo produtivo são realizadas internamente. Isto faz com que a empresa apresente um volume elevado de recursos produtivos com capacidades distintas e peculiaridades nos processos.

A visita contemplou todas as unidades produtivas, entretanto foram consideradas apenas as peculiaridades dos recursos dos setores PROD e USI, objetos de estudo deste trabalho. Verificou-se que grande parte dos recursos destes setores possui capacidade finita de produção, ou seja, executa apenas uma tarefa simultaneamente. Entretanto, três situações peculiares mereceram uma atenção especial no desenvolvimento da solução: os recursos de tratamento térmico; os recursos de corte de chapas e *blanks*; e os recursos de lixadeiras.

O tratamento térmico, conhecido na empresa por Eletroforese, é um recurso cuja capacidade de produção não é definida pelo tempo de processo do item que está sendo produzido e sim pelo volume que o item ocupa do recurso e pelo tratamento a ser

executado. O processo de tratamento térmico consiste em passar as peças a serem tratadas por diversas etapas de banho em tanques que contêm as substâncias químicas necessárias para a realização do processo. Como o tempo dos banhos é fixo, a capacidade é definida pelo volume ocupado pelo item no tanque onde é realizado o banho, ou seja, itens menores apresentam um rendimento melhor do que os itens maiores. Além disso, este recurso realiza diversos tipos de tratamentos diferentes, porém nunca simultaneamente. Isto faz com que os itens que devem passar pelo mesmo processo de banho sejam agrupados em lotes para evitar que sejam realizados muitos setups neste recurso. Para a atividade de seqüenciamento de produção é imprescindível que se consiga dimensionar o tempo correto de produção das operações para garantir o sincronismo da fábrica. No caso dos recursos de tratamento térmico o tempo dos banhos é fixo e o que pode variar é o número de lotes que deverão ser produzidos para atender a quantidade solicitada pela ordem de produção. Além disso, se uma ordem de produção não ocupar totalmente a capacidade dos banhos, podem ser incluídas peças de outras ordens de produção simultaneamente, desde que realizem o mesmo tratamento e não ultrapassem a capacidade do banho. O consenso da equipe determinou que os cálculos de ocupação dos recursos de tratamento térmico bem como a definição do tempo total de duração de uma ordem de produção nestes recursos deveriam ser calculados pelo Preactor.

As operações de corte de chapas e *blanks* apresentam características semelhantes ao tratamento térmico. A definição dos tempos de processo não está associada ao item produzido e sim ao volume de itens que podem ser cortados de uma mesma chapa. Para que possam ser agrupados em um mesmo corte os itens precisam possuir a mesma matéria-prima. Além disso, deve ser considerado o volume de ocupação de cada item na chapa selecionada para garantir que não sejam programados itens a mais do que a disponibilidade de matéria-prima e, que a chapa utilizada tenha a melhor utilização (redução do desperdício de matéria-prima). Neste sentido, a empresa já possui um *software* especialista em otimização de corte de chapas que analisa o desenho dos itens e a matéria-prima a ser utilizada determinando a melhor combinação de itens para se obter o melhor rendimento de matéria-prima. Com base neste detalhamento a equipe definiu que o Preactor não deverá prever a otimização das operações de corte, apenas refletir os programas gerados pelo *software* de otimização de corte e realizar a sincronia das operações com os itens cortados.

Quanto ao processo de rebarbação nos recursos de lixadeira a peculiaridade está na necessidade de sua execução, ou não, durante a produção. Em alguns casos o processo anterior a lixadeira é executado de forma a não necessitar de rebarbação nas lixadeiras. Dessa forma a operação de lixadeira poderia ser desconsiderada do seqüenciamento. Entretanto, em outros casos é imprescindível que se execute a rebarbação dos itens para garantir a qualidade das peças e, sendo assim, as lixadeiras deveriam ser consideradas no seqüenciamento. A definição da existência da operação de rebarbação nas lixadeiras ocorre apenas na execução de sua operação predecessora, o que inviabiliza um planejamento antecipado e detalhado destes recursos. A equipe chegou à conclusão de que, em função de não se tratar de um recurso gargalo na produção, as lixadeiras deverão ser consideradas como recursos infinitos e todas as ordens de produção que tiverem a possibilidade de passar por este processo deveriam ser direcionadas para estes recursos, pois o seqüenciamento das operações predecessoras e subseqüentes as lixadeiras garantirão o sincronismo da fábrica.

Finalizado o levantamento de peculiaridades dos recursos produtivos procedeu-se a análise dos sistemas da empresa. Nesta atividade foram observados os dados disponíveis no sistema corporativo, no sistema de coleta de dados e nos sistemas especialistas que auxiliam nas atividades de planejamento da produção. Todas as análises foram contrapostas com as necessidades de dados do Preactor para a determinação das integrações a serem desenvolvidas.

Conforme apresentado anteriormente, os dados disponíveis no sistema corporativo não refletem as situações encontradas na fábrica. Os estoques de matérias-primas e componentes diferem da realidade e comprometem os cálculos de necessidades e a abertura de ordens de produção. Além disso, em função da falta de utilização pelo planejamento, os cadastros de roteiros de produção, operações, tempos de processo e tempos de *setup* também não estão de acordo com a realidade da fábrica. Tais informações serão as entradas principais para o sistema de seqüenciamento fino de produção. A equipe de implantação considerou como premissa para o projeto a manutenção de uma base de dados única. Tal premissa garante maior agilidade na realização dos cadastros de novos dados bem como na atualização dos dados previamente cadastrados. Sendo assim, as informações necessárias em ambos os sistemas deverão ser integradas através de uma das opções de integração oferecidas pelos *softwares*. Devido ao alto volume de produtos,

componentes e itens de estoque, e a necessidade destas informações para os cálculos do MRP, foi definido que todos os cadastros permanecerão no sistema corporativo e o Preactor deverá recebê-los através de arquivos-textos. Através desta definição foi gerada uma tarefa de ajuste e atualização dos dados atuais do sistema corporativo para minimizar o impacto da inconsistência dos dados durante as simulações no Preactor.

Com relação ao sistema de coleta de dados, verificou-se que a empresa utiliza um sistema de coleta que já possui integração com o Preactor em outras implantações, portanto a integração de dados entre os sistemas será apenas ajustada para o formato de dados da empresa em questão. Ao contrário da integração com o sistema corporativo, esta integração deverá ser realizada através de rotinas em *Active X*, que realizará a leitura dos dados no banco de dados do Preactor e exportará a programação realizada para o sistema de coleta e, posteriormente, outra rotina em *Active X*, realizará o processo inverso de leitura dos dados de coleta no sistema SFDC e atualizará a programação do Preactor.

Com as integrações definidas foi possível definir também os *layouts* dos arquivos de integração necessários à solução. O sistema corporativo deverá exportar as ordens de produção e os relacionamentos entre as ordens. O sistema de coleta de dados deverá realizar a exportação dos apontamentos realizados, além da importação da programação realizada pelo Preactor. Já o Preactor, por sua vez, deverá importar os dados do sistema corporativo e também os dados do sistema de coleta de dados, além de exportar a programação para o sistema de coleta de dados e imprimir os relatórios de listas de tarefas para a fábrica.

Concluídas as atividades de definição de escopo e premissas do projeto, o levantamento das peculiaridades dos recursos, as análises de dados dos sistemas da empresa e o detalhamento das integrações foi possível elaborar o desenho básico da solução após a implantação do Preactor, como mostra a figura 9.

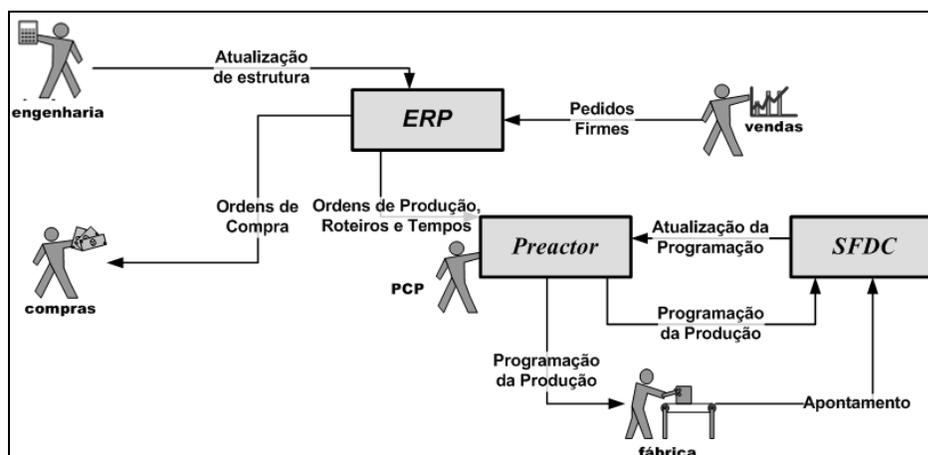


Figura 10 - Desenho básico da solução.

Finalizado o desenho básico da solução é possível verificar detalhadamente o fluxo de informações proposto pela solução, apresentando claramente a integração entre os sistemas de diferentes níveis de planejamento.

De posse de todas as informações levantadas e detalhadas, realizou-se a reunião final da etapa de especificação da solução. Nesta reunião, apresentou-se a proposta de solução elaborada pela equipe do projeto bem como os esforços necessários para viabilização do projeto. Esta apresentação serviu para aprovar a proposta de solução, definir as responsabilidades de cada membro da equipe e obter o comprometimento dos envolvidos de forma a garantir o sucesso do projeto. Neste mesmo sentido, verificou-se se a solução proposta atendia às principais expectativas levantadas pela equipe durante o início do projeto como forma de garantir que o projeto não recebesse um direcionamento inadequado.

A seqüência da reunião final da etapa de especificação é a aprovação de toda a documentação do projeto. Conforme a metodologia de implantação utilizada, a equipe de implantação por parte da empresa deveria aprovar os seguintes documentos: escopo do projeto (documento que define o trabalho a ser realizado); os *layouts* dos arquivos de integração (especificação das informações a serem enviadas e recebidas por todos os sistemas); a especificação detalhada da solução (documento que detalha todas as modificações que deverão ser realizadas no Preactor, as modificações necessárias no sistema corporativo e no sistema de coletas bem como todos os desenvolvimentos

específicos necessários) e; o plano de gerenciamento do projeto (documento que define o formato de condução do projeto).

Finalizada a especificação e detalhamento da solução, e em vista dos resultados e definições obtidas, prossegue-se para o desenvolvimento do projeto.

6.2.3 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

Dando seqüência a metodologia de implementação apresentada na figura 8, o desenvolvimento do projeto foi separado em duas etapas paralelas: (i) modelagem, customizações e integrações e; (ii) estudo dirigido.

O Preactor é um *software* semi-aberto, ou seja, apesar de não permitir acesso ao seu código fonte, possui um configurador que permite a customização de campos e tabelas além da inclusão e do acionamento, sob o comando do usuário ou automaticamente, de funcionalidades especiais desenvolvidas na tecnologia *Active X*.

Para o projeto de implantação do presente estudo, as interfaces de integração foram desenvolvidas a partir da importação e exportação de arquivos-texto, com a extensão “.txt”. Dado a complexidade e o volume de dados a serem importados pelo Preactor ficou definido na especificação que a importação das informações do sistema corporativo deveria ser realizada através de rotinas específicas em *Active X*. Tais rotinas deveriam, além de ler as informações dos arquivos e transcrevê-las nas tabelas do sistema, realizar cálculos de dimensionamento da ocupação dos recursos de eletroforese através da razão entre a quantidade a produzir da ordem de produção e o número máximo de peças de um mesmo item que podem ser produzidas simultaneamente no recurso. Este valor representa o percentual de ocupação do recurso pela ordem de produção. Nos casos onde a resultado do cálculo seja maior do que 1 (um), a ordem de produção é maior do que a capacidade do recurso e, dessa forma, deverá ser fracionada em lotes menores que possam ser comportados pelo recurso. Valores menores do que 1 (um) significam que o processo de banho ao qual esta ordem de produção será submetida não ocupará toda a capacidade do recurso e, dessa forma, permite que outras ordens de produção possam ser produzidas

simultaneamente no mesmo recurso, ignorando o conceito de capacidade finita do *software*.

Devido à complexidade dos produtos desenvolvidos pela empresa e aos vários níveis em sua estrutura foi necessário o desenvolvimento de uma segunda rotina em *Active X*. Tal rotina analisa os relacionamentos entre as ordens de produção disponibilizadas pelo sistema corporativo e escreve, em uma matriz dentro dos registros de ordens de produção do Preactor, as operações predecessoras a operação que será realizada, garantindo a conclusão de todos os componentes antes do início das montagens e sub-montagens. Estas informações também são disponibilizadas pelo sistema corporativo através de um arquivo-texto.

Além das rotinas de importação de dados (ordens de produção e relacionamentos entre ordens de produção) do sistema corporativo e cálculo de ocupação da eletroforese, também deveriam ser desenvolvidas as rotinas de integração com o sistema de coleta de dados. Tendo em vista a tecnologia utilizada pela ferramenta de SFDC da empresa, ficou definido que as informações deveriam ser coletadas e disponibilizadas pelo Preactor em um banco de dados intermediário em SQL (ferramenta de banco de dados desenvolvida e comercializada pela Microsoft e seus parceiros comerciais). A preparação e manutenção do banco de dados intermediário ficarão sob responsabilidade da empresa que implantou o sistema de coleta de dados, que, por sua vez, disponibilizou o *layout* das tabelas de integração e os acessos de leitura e gravação de dados na base à equipe de implantação do Preactor. Disponibilizados os acessos e *layouts* coube a equipe de implantação do Preactor o desenvolvimento de duas rotinas específicas em *Active X*. A primeira rotina deve, sob comando do usuário, disponibilizar os dados da programação da fábrica nas tabelas do sistema de coleta de dados para que sejam efetuados os apontamentos de produção. A segunda rotina, por sua vez, também sob o comando do usuário, deve importar os apontamentos de produção do sistema de coleta de dados e ajustar o andamento da programação, finalizando as ordens de produção consideradas concluídas, corrigindo o tempo de processo das ordens em andamento e postergando/antecipando ordens de produção que sejam impactadas pelas ordens já apontadas.

Em paralelo ao desenvolvimento das rotinas de integração com os sistemas da empresa iniciou-se o processo de modelagem do Preactor. Conforme apresentado anteriormente, o Preactor permite que sejam adicionados e/ou excluídos campos de sua

base de acordo com a necessidade da solução. Para este projeto, a primeira atividade de desenvolvimento de modelagem foi uma completa revisão nos campos disponíveis na configuração padrão de implantação do Preactor. Esta revisão tem como principal objetivo a exclusão de campos desnecessários a solução, o que resulta em um menor volume de dados a serem carregados pelo sistema e pode gerar um melhor desempenho durante sua utilização, uma vez que o *software* carrega suas tabelas em memória no momento de sua execução. A seguir, foram adicionados os campos necessários a modelagem de acordo com a especificação detalhada da solução e as funcionalidades a serem incluídas na configuração de implantação Preactor.

Considerando as integrações desenvolvidas e os cadastros necessários para o funcionamento do sistema pode-se verificar a estruturação das tabelas do Preactor com relação aos dados integrados e dados cadastrados diretamente no sistema. A figura 10 apresenta em detalhes a estrutura de tabelas do sistema.

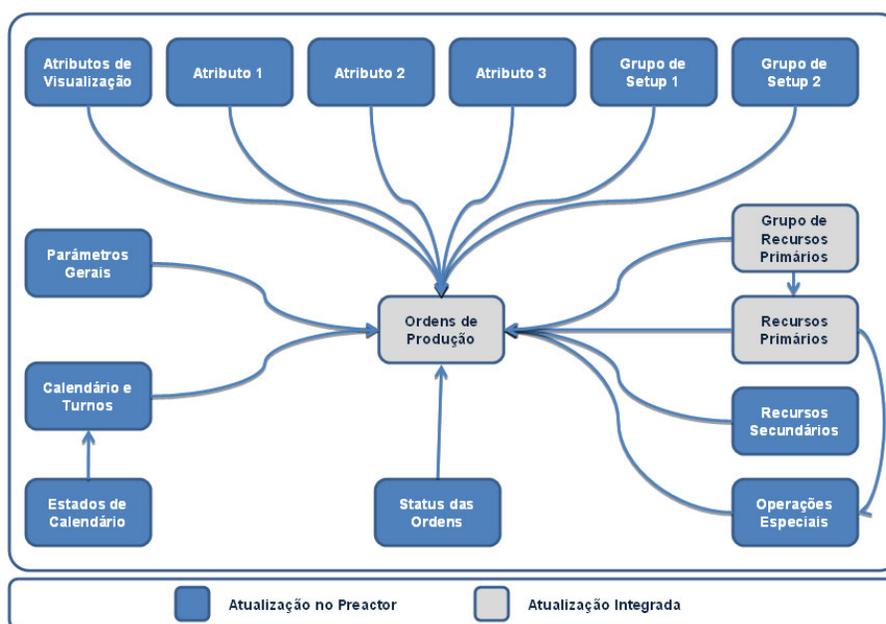


Figura 11 - Relacionamento das Tabelas do *software* Preactor.

Paralelamente à etapa de modelagem, customização e integração dos sistemas foi realizado o processo de preparação dos dados. Neste sentido, foi dada uma orientação a empresa para que obtenha as informações necessárias à solução e que não estão disponíveis atualmente nos sistemas. Esta atividade visa garantir que as informações

disponibilizadas nos arquivos de integração estejam de acordo com a necessidade do Preactor. A análise inicial da equipe verificou que as informações relativas aos recursos produtivos, os arranjos de recursos alternativos, os roteiros de produção, os tempos de processo e *setup* e, as estruturas de produção necessitavam de ajuste e adequação as necessidades do Preactor. Neste sentido definiu-se que o departamento de Métodos e Processos da Empresa (DMP) ficaria com a responsabilidade de ajustar os cadastros para a implantação. Tendo em vista o volume de dados a serem ajustados e as atualizações constantes na estrutura, propôs-se que o Preactor, ao realizar as integrações, gerasse um arquivo de *log* de erros, listando os principais erros de cadastros a serem ajustados pela equipe de DMP. Este arquivo será gerado pelo Preactor e salvo, automaticamente através da rede interna, nas pastas de uso do DMP, facilitando o acesso a informação e dinamizando o processo de ajuste das informações.

Além da atividade de revisão e ajuste de dados, foi realizada também nesta fase a preparação conceitual dos usuários com o intuito de acelerar sua curva de aprendizagem na nova sistemática de trabalho e capacitá-los a utilizar as funcionalidades oferecidas pela ferramenta. Neste sentido, recomendou-se a leitura do Guia do Usuário do Preactor, artigos e teses relacionados à programação fina da produção além da realização de um treinamento prático sobre as funcionalidades específicas da solução desenvolvida.

Finalizadas as atividades paralelas de modelagem, customização e desenvolvimento de integrações e, revisão e ajuste de dados e treinamento dos usuários, iniciou-se a fase de Simulação Operacional. Nesta fase o *software* já está preparado para receber as informações do ERP e do sistema de coleta de dados bem como disponibilizar as informações da programação no formato especificado.

Para realizar a simulação, de posse dos arquivos de integração, executam-se as rotinas de importação de dados e analisa-se o resultado da importação. A expectativa desta simulação é avaliar, primeiramente, se as informações foram disponibilizadas no formato especificado e, caso a resposta seja positiva, se estas foram importadas corretamente e estão de acordo com as necessidades do sistema para a atividade de programação fina da produção.

Concluídas as primeiras análises de arquivos, partiu-se então para a programação fina da produção. Esta atividade diz respeito ao seqüenciamento das ordens de produção

no *software* APS. O cenário de programação apresentado pelo sistema é então avaliado pelo PCP que faz as primeiras observações a cerca do resultado da programação. As observações do PCP são contrapostas com o documento de especificação da solução em conjunto com os demais membros da equipe do projeto para que se faça uma análise de viabilidade dos ajustes, alterações e melhorias propostas. Validadas as alterações e correções é gerado então um plano de ação para realização dos ajustes definindo as prioridades e os responsáveis por cada tarefa especificada.

Nesta implantação, observou-se na primeira rodada de testes que o arquivo de ordens de produção não apresentava todas as informações conforme a especificação. Além disso, os tempos de processo e de *setup* divergiam drasticamente dos tempos reais de produção. Quanto ao arquivo de relacionamentos, verificou-se que a interface de integração responsável pela geração deste arquivo não estava observando corretamente as estruturas de produto relacionando, assim, itens de estruturas diferentes em um mesmo produto. Os problemas apresentados nos arquivos de integração resultaram em um primeiro cenário de programação bastante distante da realidade da fábrica. Além disso, um grande volume de ordens de produção não pode ser seqüenciado no Preactor, pois estavam direcionadas para recursos que não estavam contemplados nos cadastros do Preactor. Esta divergência entre os recursos cadastrados no Preactor e os recursos relacionados nos arquivos de integração deveria ser corrigida pelo DMP, bem como os tempos de processo e de *setup*. Por sua vez, as interfaces de integração que geram os arquivos do ERP para o Preactor deveriam ser ajustadas pela equipe de TI da empresa. Nesta primeira simulação não foram avaliadas as rotinas de exportação de dados do Preactor devido ao grande volume de ajustes necessários aos dados de entrada.

Realizadas as melhorias, ajustes e correções, iniciou-se a segunda rodada de simulação operacional. Novamente o arquivo de ordens de produção não apresentou todas as informações conforme especificado. Analisando as causas do problema verificou-se que as interfaces de integração estavam buscando os dados corretamente no sistema corporativo, entretanto o sistema corporativo não possuía todos os cadastros conforme o especificado. Sendo assim, foi atribuída uma nova tarefa para a equipe do DMP para correção dos cadastros no sistema corporativo. Por outro lado, o arquivo de relacionamentos foi corrigido e apresentou um resultado satisfatório após o trabalho da equipe de TI. As estruturas apresentadas pelo Preactor estavam idênticas as estruturas

cadastradas no sistema corporativo. Avaliados os arquivos de integração, realizou-se um novo seqüenciamento das ordens de produção. Mais uma vez um grande volume de ordens de produção não pode ser seqüenciado. De acordo com a análise da equipe, repetiu-se o problema do cadastro de recursos divergentes entre o Preactor e o sistema corporativo. Mesmo com um volume reduzido de ordens de produção seqüenciadas no quadro de programação, avançaram-se as análises para os relatórios do Preactor. Segundo a equipe da empresa, deveriam ser acrescentadas algumas informações nos relatórios para facilitar a compreensão por parte dos operadores do chão de fábrica. Em função do baixo volume de ordens de produção seqüenciadas novamente foi postergado os testes sobre as rotinas de exportação do Preactor.

Concluída a segunda etapa de simulação operacional realizou-se uma reunião para definição de um plano de ação de ajustes e correções que deveriam ser realizadas antes do sistema entrar em funcionamento. Tal reunião tinha o intuito de avaliar o trabalho realizado até o momento, identificar as possíveis falhas e redefinir as responsabilidades e prazos de entrega para as tarefas ainda em aberto. Nesta reunião definiu-se que o sistema entraria em funcionamento ainda com algumas falhas de cadastros de recursos a serem corrigidas, uma vez que a equipe de Métodos e Processos não possui todo o conhecimento necessário para esta atividade e estas informações seriam disponibilizadas pelos operadores de chão de fábrica. Para isso, deveriam ser disponibilizados aos operadores os relatórios de listas de tarefas para cada recurso onde o operador validaria a operação no recurso ou, caso não estivesse correto, indicaria o recurso ao qual a operação deveria ser direcionada.

Dado o grande volume de recursos na fábrica, definiu-se que inicialmente seriam gerados e impressos relatórios de listas de tarefas apenas para os recursos do setor USI, por apresentar menor complexidade dos processos e ter um usuário melhor preparado para as atividades de controle de produção. A equipe entendeu que a mudança cultural poderia ser absorvida mais facilmente com esta estratégia de *start up* gradual.

Além disso, definiu-se também que a integração com o sistema de coleta de dados aconteceria apenas após a finalização do *start up* de todos os setores previstos no escopo deste primeiro projeto. Sendo assim, a próxima rodada de simulação também não contaria com simulações de exportação da programação pelo Preactor nem mesmo importação da atualização da programação através do sistema de coleta de dados.

Definidas as estratégias, partiu-se para uma nova fase de ajustes e melhorias dos dados cujo DMP seria responsável pela atualização. Esta tarefa foi definida como pré-requisito para o *start up* do Projeto.

Concluída a tarefa de ajustes por parte do DMP, realizou-se a terceira e última rodada de simulação operacional. Nesta rodada pode observar-se uma melhoria significativa tanto nas informações dos arquivos de integração quanto nos dados de recursos que antes apresentavam divergência entre os dois sistemas. Mesmo com a melhora nos dados uma grande quantidade de ordens de produção deixou de ser seqüenciada no quadro de programação. Desta vez, verificou-se que o problema foi ocasionado pelas atualizações de estrutura. Neste caso, a equipe de engenharia atualizava a estrutura de produto, mas não atualizava os roteiros de produção. Esta falha na atualização fazia com que as operações atualizadas fossem cadastradas sem a definição do recurso onde deveriam ser realizadas e, sendo assim, não fossem alocadas no quadro de programação pelo sistema de seqüenciamento. Foi então definido um novo processo de ajuste dos cadastros de recursos para itens que sofressem atualização de estrutura. Estes itens deveriam, após o seqüenciamento do Preactor, ser encaminhados ao DMP para sofrerem a atualização dos cadastros e, no próximo seqüenciamento, poderem ser alocados. Com esta definição, garante-se que um item não fique desatualizado por mais de uma semana, prazo este definido como horizonte de seqüenciamento e atualização da programação por parte do PCP.

Finalizado o seqüenciamento, foram impressos os relatórios de listas de tarefas para cada recurso do setor USI, conforme estratégia definida na reunião anterior. Estes relatórios foram entregues ao supervisor de fábrica que direcionou a cada operador o seu respectivo relatório. Após uma semana com os relatórios na fábrica foi agendada uma nova reunião para avaliação do resultado da simulação e definição de próximos passos.

A reunião de análise e validação da simulação demonstrou que alguns ajustes ainda deveriam ser realizados, mas a grande parte dos dados estavam consistente e pronta para ser disponibilizada para a fábrica. Definiu-se a partir deste momento que poderia ser realizado o *start up* da ferramenta para o setor e USI e gradualmente incorporando os recursos do setor PROD até a utilização plena por todos os recursos dos dois setores.

A partir deste momento, o projeto entrou em sua etapa definitiva, o *start up* e operação assistida, conforme figura 8. Esta etapa inicia-se com o treinamento final dos usuários para a utilização da ferramenta. Executa-se, a seguir, o procedimento completo de planejamento e programação da produção partindo-se da entrada da demanda, execução do MRP, exportação dos arquivos pelo sistema corporativo e importação dos arquivos pelo Preactor até a saída da programação da produção pelo Preactor na forma de relatórios para os operadores. Todo o procedimento tem o acompanhamento da equipe de implantação do Preactor que presta auxílio nas atividades relacionadas ao *software* e soluciona dúvidas dos usuários quanto ao planejamento como um todo. Neste período são imprescindíveis as observações dos usuários a respeito do *software*, identificando oportunidades de melhorias e necessidades de ajustes. Dado o caráter emergencial dos ajustes que podem ser solicitados não se realiza mais, a partir de agora, reuniões de elaboração de plano de ação para correções. Os ajustes são analisados e realizados pela equipe de implantação à medida que são constatados pelo usuário dando o dinamismo necessário à utilização do sistema. Esta etapa do projeto é englobada na metodologia de implantação pela fase de operação assistida onde o usuário recebe o suporte da equipe de implantação, em tempo real, durante a programação.

Finalizada a etapa de *start up* e operação assistida considera-se concluído o projeto de implantação. A partir deste momento o PCP tem totais condições de realizar o planejamento e programação da produção, considerando todas variáveis do processo produtivo e o sincronismo das operações através dos cenários de programação gerados pelo *software*. O amadurecimento da utilização da ferramenta por parte do PCP determinará a evolução na sistemática de trabalho da empresa acarretando futuramente no ajuste de funções entre programadores, supervisores e operadores otimizando assim o fluxo de produção.

7. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Seguindo-se a metodologia proposta inicia-se, a partir da utilização da ferramenta pela empresa, o processo de levantamento e apresentação dos resultados. Contudo, observa-se que o período de utilização desde a finalização da implantação não permite uma análise completa e definitiva sobre os resultados do projeto uma vez que a solução como um todo se encontra ainda em fase de consolidação e amadurecimento.

A inserção do *software APS* nas atividades de planejamento e programação da produção garantiu ao PCP maior domínio e controle sobre os recursos da fábrica. Além disso, centralizou o fluxo de informações em um sistema único, reduzindo o volume de dados a serem considerados por planilhas paralelas ao sistema corporativo e diminuindo consideravelmente o tempo de planejamento e programação da produção. Outro aspecto importante a ser considerado nos resultados desta implementação é a possibilidade de simulação de cenários através do Preactor.

Para facilitar a compreensão dos resultados foi elaborada, pela equipe de implementação, uma tabela de análise comparativa entre o cenário de planejamento e programação da produção antes e depois da inserção *do software APS*. Esta análise pode ser observada na figura 11.

Fator	Antes	Depois
Planejamento de Capacidade	Limitado, baseado em valores médios e expresso em unidades diárias de tempo.	Dinâmico às alterações da programação, baseado em parâmetros detalhados e expresso em variável de tempo contínua.
Programação da produção	Realizada em planilhas paralelas ao sistema corporativo baseada na explosão das demandas de componentes também paralela ao sistema corporativo.	Sistêmica, com relação de dependência entre as ordens de produtos finais e componentes. Centralizada no PCP.
Seqüenciamento	Determinado pela experiência do supervisor de produção com foco na ocupação dos recursos.	Centralizado pelo PCP com possibilidade de análise de cenários e foco nos prazos de entrega das ordens de produção.

Sincronismo das Operações	Inexistente.	Perfeito sincronismo entre as ordens de componentes e ordens de montagem de produtos finais através do algoritmo de seqüenciamento do Preactor.
Simulação de Cenários	Inexistente.	Realizada a cada rodada de programação.
Atrasos	Freqüentes.	Freqüentes.
Horizonte de planejamento	Uma semana, porém raramente realizado em função das reprogramações.	Uma semana firme e um mês planejado.
Reprogramações	Freqüentes e manuais, tomando grande parte do tempo dos programadores do PCP.	Freqüentes, porém ágeis e eficientes sem comprometer o sincronismo das operações.
Controle de Produção	Paralelo ao sistema corporativo não impactando a programação inicial.	Sistêmico integrado ao Preactor com atualização da programação.

Figura 12 - Comparação de cenários Antes e Depois.

Como se pode observar, a nova sistemática de planejamento e programação da produção trás benefícios a empresa em diversos fatores. Antes baseado em valores médios e expresso em unidades diárias de tempo, o planejamento de capacidade passou a ser realizado no Preactor, considerando parâmetros detalhados de tempos para as operações de cada item, tornando esta atividade dinâmica as alterações realizadas na programação.

Alguns dos fatores analisados não sofreram impactos com a implantação do software até o momento. Neste sentido, destacam-se os atrasos dos pedidos. Dado o caráter recente de finalização do projeto de implantação e o alto volume de pedidos já atrasados em carteira, contraposta com a definição da equipe do projeto de que não haveriam mudanças na base atual de pedidos do sistema corporativo, é plenamente compreensível que a redução dos atrasos nas entregas ocorra apenas após a conclusão das entregas da carteira de pedidos anterior a utilização do sistema. Conforme especificado, os

novos pedidos deverão ser cadastrados no sistema já contemplando o particionamento de acordo com as possibilidades de entrega, ao contrário do formato atual onde o pedido é cadastrado com uma data única de entrega para a demanda completa, mesmo que a capacidade produtiva da empresa não atenda a esta necessidade de entrega.

Outro aspecto pouco impactado até o momento é o horizonte de planejamento. Antes da implantação do *software* a empresa trabalhava com um horizonte de programação de uma semana, sendo este horizonte bastante impactado pelos furos de estoque e falta de peças nas montagens. Após a implantação do Preactor o horizonte de planejamento permanece em uma semana. Esta semana é considerada pela empresa como horizonte firme, onde as ordens de produção já estão liberadas para a fábrica, porém além desta semana de ordens liberadas, o PCP já pode visualizar, através do Preactor, um horizonte planejado de aproximadamente um mês. Neste período as ordens de produção ainda não foram liberadas no sistema corporativo, mas já preenchem a capacidade dos recursos gerando um cenário para análise por parte do PCP. Todas as ordens alocadas no Preactor com *status* “planejada” serão eliminadas durante a próxima execução do MRP, podendo ser reaberta com outro *status*, quantidade ou data de entrega e sendo novamente alocadas no Preactor. Este procedimento garantirá que o PCP analise um mês inteiro de programação realizando apenas revisões semanais de acordo com as execuções do MRP e as variações na composição do mix de demanda.

Os maiores impactos da implantação do *software* podem ser verificados nas atividades de Programação da Produção, Seqüenciamento e Sincronismo das Operações. A programação da produção realizada pelo PCP anteriormente ditava apenas as prioridades dos componentes para atender a demanda dependente do plano mestre de produção, ou seja, indicava ao supervisor de fábrica os itens necessários e as datas de entregas de cada item, sem considerar a ocupação da fábrica e o sincronismo entre as partes e peças. Por sua vez, o supervisor de fábrica definia para os operadores o seqüenciamento das operações visando à melhor ocupação dos recursos procurando otimizar *setups* e, com isso, por vezes, agrupando ordens de produção de itens semelhantes. Após a implementação do Preactor as três atividades ficaram sob controle do PCP que importa as ordens de produção e realiza a programação da produção utilizando o critério de priorização das ordens de produção para o atendimento às datas de entrega. O algoritmo de seqüenciamento do Preactor realiza a otimização da ocupação dos recursos e

o sincronismo das operações de modo a garantir, da melhor maneira possível, o sincronismo das operações e o atendimento dos pedidos dentro do prazo. Dessa forma, o supervisor apenas repassa os relatórios, elaborados pelo PCP, aos operadores de chão de fábrica que, por sua vez, executam as operações. Neste sentido, procura-se enviar aos operadores de chão de fábrica as listas de tarefas para poucos dias evitando-se, assim, que o próprio operador decida executar otimizações do seu recurso antecipando e/ou postergando operações em prol da redução de *setups* e comprometendo o sincronismo das ordens de produção nas montagens.

Outro fator significativo a ser observado após a implantação do Preactor é a real possibilidade do PCP em gerar e analisar diferentes cenários de programação, podendo saber com antecedência o resultado da programação prevista. Antes da implantação do Preactor o PCP conseguia apenas definir as prioridades das ordens. Uma vez definidas estas prioridades, o PCP apenas aguardava o andamento das operações, sem saber ao certo se o planejamento realizado seria factível aos operadores. Com a introdução do Preactor, o PCP tem hoje condições de simular diferentes programações, antecipando ou postergando ordens de produção, reajustando prioridades e escolhendo o cenário que melhor atenda as necessidades da empresa naquele momento.

Apesar de encontrar-se ainda em fase de amadurecimento da solução verifica-se, pelos primeiros resultados apresentados, a aderência da ferramenta à solução proposta. Como pode ser observado, a equipe de PCP passa a ter maior responsabilidade e controle sobre as atividades de Planejamento, Programação e Controle da Produção tendo a disposição uma ferramenta especialista que, não só, exige a centralização das informações, mas também, permite a simulação de cenários e tomada de decisão baseado em informações precisas e confiáveis a cerca das demandas pendentes e da capacidade produtiva. Apesar deste levantamento, os resultados obtidos ainda não foram confrontados com a literatura, por se tratar de uma conclusão recente de implantação e seus resultados estarem ainda em fase de consolidação.

8. CONCLUSÃO

Este trabalho foi desenvolvido tendo como principal objetivo descrever a sistemática de Planejamento e Programação da Produção em uma empresa do setor de automação bancária a partir da introdução de uma ferramenta *APS*. Neste sentido, procurou-se detalhar o ambiente de planejamento e programação da produção da empresa em estudo antes da implantação do *software* Preactor, escolhido para o projeto, bem como descrever as etapas de implantação do *software* e os resultados obtidos a partir de sua utilização pelo PCP.

Como pode ser observada, a introdução de uma ferramenta especialista em atividades de seqüenciamento fino de produção propicia a empresa uma melhor organização de suas atividades no setor de PCP, centralizando as tarefas de planejamento e programação através do *software* implantado. Além disso, a necessidade de dados oriundas do *software APS* exige da empresa uma revisão detalhada quanto aos dados e informações disponíveis em seus sistemas corporativo e especialistas, uma vez que falhas neste sentido podem resultar em programações irreais e impossíveis de serem executadas no chão de fábrica.

Além disso, verificou-se também a importância da inter-relação entre diferentes setores da empresa para implantação de um projeto desta amplitude. Os beneficiados diretos pelo *software*, PCP, necessitam do apoio e comprometimento de outras áreas da empresa como Tecnologia da Informação (TI), Métodos e Processos, Comercial e Fábrica para que se atinja um resultado pleno na utilização do sistema. Neste sentido destacam-se: o particionamento dos pedidos pela área comercial antes do cadastro no sistema corporativo; as interfaces de integração entre o sistema corporativo e o Preactor, desenvolvidas pela TI; a correção dos roteiros, estruturas e tempos de processo e de *setup*, realizados e mantidos pela equipe de Métodos e Processos e, por fim; a execução dos planos gerados e o acompanhamento da programação por parte dos operadores e supervisores do chão de fábrica. Tamanha inter-relação entre setores exige um gerenciamento de projeto bastante atuante na definição de responsabilidades e limitações do projeto na busca dos objetivos propostos e dos prazos acordados.

Quanto aos fatores críticos do projeto, observa-se como principal complexidade a atividade de modelagem do processo produtivo da empresa visando à incorporação, ao *software*, de todas as variáveis e limitações do ambiente produtivo. Para tanto, fez-se necessária a elaboração de rotinas personalizadas para a execução de cálculos de ocupação de recursos infinitos e quebras de lotes de acordo com as capacidades dos recursos. Tais rotinas facilitaram ao PCP a atividade de programação fina da produção eliminando, assim, planilhas paralelas de controle de ocupação destes recursos e, com isso, reduzem o tempo para realização e ajuste da programação. A inclusão destes facilitadores à solução reforça a importância do perfeito entendimento do ambiente produtivo da empresa na obtenção do melhor resultado da programação.

Por fim, os resultados apresentados e discutidos no capítulo 7 demonstram que a introdução de uma ferramenta APS pode gerar à empresa resultados significativos não só nas atividades de seqüenciamento fino da produção como, também, nas atividades de planejamento de capacidade uma vez que o planejamento, agora, é realizado observando todas as variáveis do ambiente produtivo. Observa-se, contudo, que nem todos os aspectos avaliados apresentaram melhorias após a implantação do Preactor. Tal fato pode estar relacionado ao curto espaço de tempo desde a finalização do projeto de implantação até a elaboração da análise de dados. Dessa forma, propõe-se a realização de uma nova avaliação nos impactos da implantação do *software* Preactor APS a partir da consolidação por completo da nova sistemática de Planejamento, Programação e Controle da Produção.

Apesar de se tratar de um conceito atual, porém não recente, ainda verifica-se um baixo número de empresas que usufruem de uma ferramenta APS para a realização das atividades de planejamento e programação da produção.

Outras pesquisas podem ser desenvolvidas nesta área como forma de aprofundar o escopo deste projeto, uma vez que este trabalho, por limitações de tempo hábil, não pode realizá-las. Destacam-se, entre elas: (i) levantamento minucioso dos resultados obtidos a partir da implantação do *software*, incorporando às análises os ganhos financeiros e competitivos oriundos desta implantação; (ii) realização de implantações de uma ferramenta APS em outras empresas do setor de automação bancária com o intuito de comparar os resultados a fim de estabelecer uma literatura definitiva sobre Implantação de ferramentas APS neste setor.

REFERÊNCIAS

ABREU, F. R. **A Modernização das Atividades de Planejamento e Controle da Produção**. TECMARAN, 2000.

CORRÊA, H. L; GIANESI, I. G. N. **Just in Time, MRPII e OPT: Um Enfoque Estratégico**, 2ª ed. São Paulo: Atlas, 1996.

CÔRREA, H. L; GIANESE, I. G. N; CAON, M. **Planejamento, programação e controle da produção**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

COX, J. F; BLACKSTONE, J. H., Jr. **APICS Dictionary - Ninth Edition**. Alexandria, VA: APICS, 1998.

DAVIS, Nicholas; AQUILANO J.; CHASE, Richard B. **Fundamentos da administração da produção**. Tradução: Eduardo D'Agord Schaan, et al. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001. 598 p.

ERHART, A. **Sistemas Avançados de Programação da Produção: uma aplicação na indústria moveleira**. Trabalho de Diplomação – Curso de Engenharia de Produção, UFRGS, Porto Alegre, 2006.

FAÉ, C. S. **Planejamento Fino da Produção**. Trabalho de Diplomação – Curso de Engenharia de Produção, UFRGS, Porto Alegre, 2004.

FAÉ, C. S; ERHART, A. **A introdução das ferramentas APS nos sistemas de planejamento, programação e controle da produção**. Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Porto Alegre, 2005.

NOVELS, Mike; QUINN, Gregory. **Analyzing production schedules**. IIE Solutions, 2001.

PEDROSO, M. C; CORRÊA, H. L. **Sistemas de programação da produção com capacidade finita: uma decisão estratégica?** RAE - Revista de Administração de Empresas, v. 36, n. 4, p.60-73, out/nov/dez. 1996.

MEREDITH, J. R. & SHAFER, S. M. **Administração da produção para MBAs**. 1ª ed. São Paulo: Bookman, 2002.

RITZMAN, L. P.; KRAJEWSKI, L. J. **Administração da Produção e Operações**. São Paulo: Pearson, 2004.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C.; H., Alan; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção**. São Paulo. Atlas, 2002.

STAMFORD, P. P. **ERP: prepare-se para esta mudança**. Recife. Ed. da UFPE, jun. 2000.

TUBINO, D. F. **Manual de Planejamento e Controle da Produção**. São Paulo, 2000.

TUBINO, D. F. **Planejamento e Controle da Produção – Teoria e Prática**. São Paulo. Atlas, 2007.

TURATTI, R. **Sistemas APS: Estudo em empresa prestadora de serviços de manufatura**. Trabalho de Diplomação – Curso de Engenharia de Produção, UFRGS, Porto Alegre, 2007.

TURBIDE, D. *What happened to APS? Midrange Enterprise*, 2000.

VOLMANN, T. E; BERRY, W. L; WHYBARK, D. C. *Manufacturing planning and control systems*, 4ª ed. Boston: McGraw-Hill, 1997.

YIN, R. K. *Case study research*, 3ª ed. London: Sage Publications Inc, 2003.

ZATTAR, I. C. **Análise da aplicação dos sistemas baseados no conceito de capacidade finita nos diversos níveis da administração da manufatura através de estudos de caso**. Tese de Mestrado – Programa de Pós Graduação em Engenharia Mecânica, UFSC, 2004.

