

EQUILIBRANDO SERVIÇO E INVENTÁRIO - UM SISTEMA HÍBRIDO PUSH/PULL DE PLANEJAMENTO DE PRODUÇÃO NO MERCADO DE BENS DE CONSUMO NO BRASIL

Renato Gioielli Basso (Poli-USP)
renatobasso@yahoo.com

Fernando Jose Barbin Laurindo (Poli-USP)
fjblau@usp.br

Mauro de Mesquita Spinola (Poli-USP)
mauro.spinola@usp.br



O ambiente altamente competitivo dos tempos atuais tem colocado pressão no processo de tomada de decisão no mundo corporativo. Os trade-offs das prioridades competitivas como custo, qualidade, serviço e flexibilidade já não são suficientes.. Estes trade-offs, embora importantes no curto prazo, devem ser compatibilizados no médio e longo prazo de modo que as empresas que tenham o melhor balanço entre eles devam ter resultado superior. Um dos trade-offs largamente discutido é o do balanço entre nível de serviço e inventário. A percepção é de que seja improvável alcançar excelência no serviço sem ter um considerável nível de inventário. Desse cenário nasce então o paradoxo do uso de sistemas MRP (Material Requirement Planning) versus sistemas JIT (Just in Time), ou melhor, sistemas “empurrados” versus sistemas “puxados” (push vs pull). Se por um lado os sistemas MRP são largamente utilizados na indústria, por outro, sistemas JIT têm obtido melhores resultados quando avaliamos juntamente resultados de nível de serviço e inventário. Embora muitas empresas considerem a adoção de um ou de outro sistema, algumas delas adotam um processo híbrido com o objetivo de tirar o melhor de cada sistema e gerar assim desempenho superior. O objetivo deste artigo está em a partir de um estudo de caso investigar os ganhos da adoção de um sistema híbrido push/pull no mercado de bens de consumo no Brasil marcado pela concentração de demanda na última semana do mês o que coloca um alto grau de complexidade no planejamento de produção. O artigo estuda também a contribuição do sistema DSS (Decision Support System) utilizado no caso. Os resultados encontrados e a conexão com a teoria sugerem o aparecimento de um modelo eficaz para planejamento no ambiente estudado assim como o aparecimento de um sistema DSS para estudos futuros.

Palavras-chaves: Sistema híbrido, push, pull, MRP, JIT, DSS, Serviço, Inventário

1. Introdução

O ambiente competitivo atual tem colocado pressão no processo de tomada de decisão no mundo corporativo. Os *trade-offs* das prioridades competitivas (DAVIS et al., 2001) discutidos na elaboração da estratégia como custo, qualidade, serviço e flexibilidade, já não são suficientes. Esses *trade-offs*, embora importantes no curto prazo, devem ser compatibilizados no médio e longo prazo de modo que as empresas que tenham o melhor balanço entre eles devam ter resultado superior. Um dos *trade-offs* bastante discutido é o balanço entre nível de serviço e inventário. A percepção é que seja improvável alcançar excelência no serviço sem ter um considerável nível de inventário.

Desse cenário nasce então o paradoxo do uso de sistemas MRP (*Material Requirement Planning*) versus sistemas JIT (*Just in Time*), ou melhor, sistemas “empurrados” versus “puxados” (*push vs pull*). Se por um lado os sistemas MRP são largamente utilizados, via softwares ERP (*Enterprise Resource Planning*), por outro, sistemas JIT tem obtido melhores resultados quando se avalia juntamente resultados de nível de serviço e inventário. Embora muitas empresas considerem a adoção de um ou outro, algumas delas têm adotado um processo híbrido com o objetivo de tirar o melhor de cada sistema e gerar assim desempenho superior (KARMARKAR, 1986). A literatura apresenta diversos exemplos de empresas, em diferentes mercados, que ratificam os benefícios dessa adoção.

Um mercado pouco explorado em pesquisas nesse assunto é o mercado brasileiro de bens de consumo que, assim como em diversos países da América Latina, é marcado pela alta concentração de demanda na última semana do mês. Essa concentração coloca uma alta complexidade no planejamento já que a visibilidade nas primeiras semanas é apenas de previsões, o que inviabiliza a adoção de um sistema puxado JIT.

O objetivo deste artigo é, com base em um estudo de caso, investigar os ganhos da adoção de um sistema híbrido *push/pull* no mercado de bens de consumo no Brasil e estudar o uso de um sistema DSS (*Decision Support System*) que tem como proposta a sistematização do processo de planejamento deste modelo.

2. Revisão teórica

2.1 Sistemas MRP (*Push*)

MRP é um sistema de administração de produção onde os planos de produção são detalhados até o nível do planejamento de componentes partindo da receita dos produtos (*BOM-Bill of Materials*). O resultado disso é a geração de ordens de produção (*MPS-Master Planning Schedule*) e de necessidades de compras de materiais. O sistema parte das necessidades de entregas (quantidades e datas) dos produtos finais geradas por um processo de previsão de demanda, o *S&OP (Sales & Operations Plan)*, e com isso determina as necessidades para que se execute cada etapa. Por ser um processo que trabalha baseado em previsões é considerado um sistema empurrado de produção.

Os conceitos de MRP nasceram na década de 60, evoluindo nos anos 70 para o *MRPII (Manufacturing Resource Planning)* que considera as restrições de capacidade dos processos produtivos - pessoas e equipamentos (KLČOVÁ et al., 2009). Nos anos 80 o mesmo evoluiu para os sistemas *ERP (Enterprise Resource Planning)*, que integraram os demais departamentos e funções da empresa. Dentro dos negócios processados pelo ERP estão finanças, recursos humanos, operações, logística, vendas e marketing (LAURINDO; MESQUITA, 2000; DAVENPORT, 1998).

Segundo Gaither e Frazier (2001), o MRP tem dois objetivos básicos: melhorar o serviço ao cliente no cumprimento dos prazos de entrega e reduzir investimentos em estoque, procurando adquirir e disponibilizar os materiais na quantidade necessária e no momento certo.

2.2 Sistemas JIT (*Pull*)

O sistema “*Just in Time*” originou-se no Japão na década de 60, tendo a sua ideia básica e seu desenvolvimento creditados à Toyota. O sistema tem como objetivo administrar a manufatura de forma simples e eficiente, otimizando o uso de capital, equipamento e mão-de-obra e eliminando desperdícios.

Um dos conceitos fundamentais do JIT é o trabalho com a produção “puxada” onde um processo não deve produzir sem que o cliente do processo posterior o solicite. Além de atender às reais necessidades dos clientes, o sistema de “puxar” reduz inventário e torna visíveis os problemas, possibilitando ações para eliminá-los.

Esse sistema é operacionalizado pelos *kanbans*, que são cartões que dão sinais para um processo que o processo posterior está disponível, ou seja, um sinal para o processo que ele

precisa produzir. O *kanban* surgiu da premissa de minimizar o nível de estoque em processo (WIP), que é um tipo dos tipos de desperdício do “Sistema Toyota de Produção” (BENTON; SHIN, 1998).

Segundo Weitzman e Rabinowitz (2003) os principais benefícios de se utilizar um sistema “*pull*” são o controle do estoque em processo, utilização de máquina, *lead-time*, tempo de ciclo e atendimento dos pedidos na data.

2.3 Pull vs Push

O quadro 1 apresenta uma comparação entre as principais fortalezas e fraquezas de sistemas puxados e empurrados.

Quadro 1 - Pull vs Push

PUSH – Fortalezas	PULL – Fortalezas
<ul style="list-style-type: none">- Melhor reação a mudanças na demanda antecipando tendências.- Estoque de segurança compensando flutuações na demanda e rupturas na cadeia- Funciona muito bem em um ambiente estável- Software ERP disponível e consolidado	<ul style="list-style-type: none">- Minimização de Estoque- Foco na eliminação de perdas- Auto-gestão- Uso de controles visuais- Implementação mais barata
PUSH – Fraquezas	PULL – Fraquezas
<ul style="list-style-type: none">- Estoques mais altos- Estoque esconde ineficiências- Incerteza da demanda- Implementação mais cara- Integridade dos dados e treinamento- Autoridade delegada ao computador- Alguns parâmetros são sempre considerados constantes	<ul style="list-style-type: none">- Reações mais demoradas para mudanças na demanda- Mais sujeita a riscos em serviço no caso de rupturas na cadeia- Ignora tendências futuras na demanda- Requer alta confiabilidade e agilidade de fornecedores e da produção- Empurra inventário para os fornecedores

Fonte: Adaptado de Pan e Svensson (2004)

2.4 Sistemas híbridos

As vantagens e limitações do MRP e do JIT têm levado muitas empresas a buscarem uma integração dos dois sistemas, visando maior eficácia na gestão do processo produtivo.

Um sistema híbrido é um sistema que combina MRP no nível planta com ferramenta de *kanban* no nível da produção (KARMARKAR, 1986). Ainda segundo o autor, o problema não está em fazer a escolha entre MRP ou JIT, mas em fazer o melhor uso das duas técnicas.

Bermudez (1991) acrescenta que o JIT e o MRP integrados, fornecem um sistema mais gerenciável para a empresa. Nenhum sistema de puxar, diz o autor, pode produzir JIT para um evento futuro assim como nenhum sistema de empurrar pode antecipar o que, quando e como controlar o chão de fábrica. O sistema híbrido MRP/JIT combina conceitos de planejamento e controle do MRP com conceitos modernos e dinâmicos de execução do JIT.

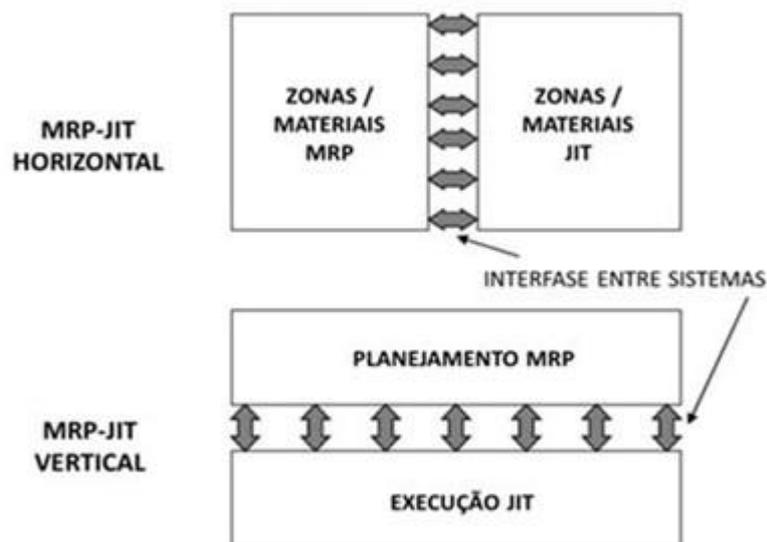
O planejamento de médio e longo prazo é importante para suportar o JIT, pois só assim é possível avaliar a capacidade e recursos necessários para atender as vendas. Na integração com o JIT a explosão do MPS continua necessária para garantir que as quantidades suficientes de materiais estejam disponíveis no sistema para que possam ser puxadas. O planejamento e compra de materiais do MRP são importantes para suportar o alto giro de inventário proporcionado pelas melhorias alcançadas com a implementação do JIT. Na integração dos sistemas o esforço de planejamento do MRP torna-se mais orientado para a capacidade e necessidades de materiais, enquanto que a fabricação dos produtos fica a cargo do sistema de puxar, integrado a outras ferramentas de JIT de combate ao desperdício.

Benton e Shin (1998) destacam três fatores que contribuíram para a evolução dos ambientes híbridos: (1) dificuldades operacionais na implementação das técnicas JIT (2) reconhecimento por parte dos pesquisadores e empresas da compatibilidade entre MRP como um sistema de planejamento e o JIT como uma técnica de controle no chão de fábrica (3) flexibilidade do MRP no longo prazo e agilidade do JIT no controle de produção diário.

Cochran e Kim (1998) propuseram duas categorias de sistemas híbridos, os verticalmente e os horizontalmente integrados. Sistemas verticalmente integrados possuem dois níveis, o nível de cima (planejamento de produção) se utiliza de um sistema empurrado e o nível de baixo (produção) de um puxado. Nessa integração, o MRP é visto como um sistema de planejamento e o JIT como uma técnica de controle no chão de fábrica. Sistemas horizontalmente integrados são aqueles que se utilizam de sistemas empurrados em algumas etapas do processo e puxados nas demais, geralmente encontrados em processos de linhas de montagem. A figura 1 ilustra os dois tipos de sistemas.

Ao longo dos anos pode se encontrar na literatura exemplos de diferentes empresas em diferentes mercados que implementaram sistemas combinados e tiraram o benefício de sua adoção. Krepchin (1986), por exemplo, descreve a implantação de um sistema combinado em uma planta da empresa DuPont e afirma que o MRP proporciona a disciplina necessária para implantar uma filosofia JIT. O mesmo Krepchin (1988) apresenta outro caso em uma planta da Unisys, onde se combinam técnicas de MRP com conceitos JIT. Spencer (1994) realizou um estudo em seis plantas de empresas como Motorola, Carrier, John Deere e Verbatim. Em suas conclusões diz que nenhuma das técnicas substitui a outra e que ambas requerem a utilização de técnicas de gestão adicionais. Outros exemplos também podem ser encontrados nos trabalhos de Pun et al. (1998) e Chin e Rafuse (1993) e em trabalhos mais recentes com foco em modelagem matemática como Ghrayeb et al. (2009) e Kim et al. (2012).

Figura 1 - Tipos de sistemas combinados MRP-JIT



Fonte: Rivera e Durán (2003)

Embora existam exemplos diferenciados a respeito de modelos híbridos, nenhum estudo foi encontrado nessa pesquisa bibliográfica sobre mercados com demanda concentrada na última semana, o que gerou a motivação desse trabalho.

3. Metodologia

A metodologia utilizada foi um estudo de caso único e exploratório feito na empresa CNI, uma multinacional americana do setor de bens de consumo. O caso foi escolhido por representar claramente a característica da concentração de demanda já que historicamente apresenta 45% dos embarques na última semana do mês.

Os dados foram colhidos por meio de entrevistas semi-estruturadas com as seguintes funções na empresa: Gerente de Planejamento, Planejador de Produção, Gerente de Logística, Gerente de Produção e Gerente de Planejamento da Sede. Também foram colhidos e consultados materiais de apresentações internas e dados históricos permitindo uma triangulação do conteúdo.

4. Estudo de caso

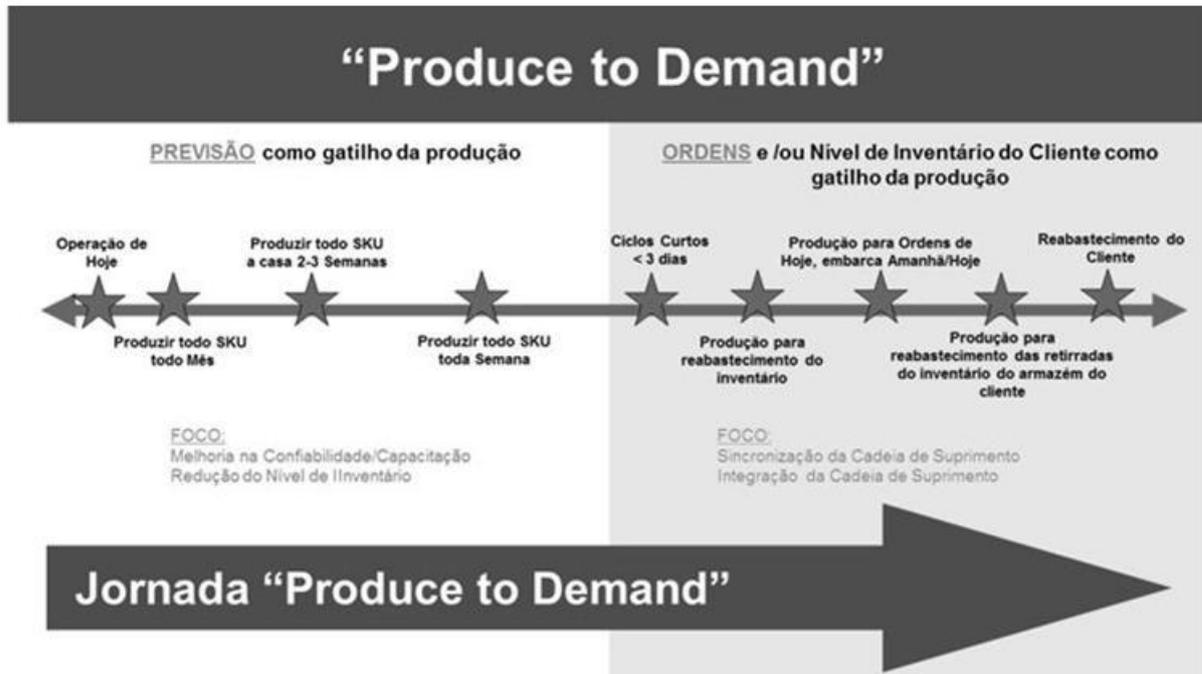
4.1 Contexto

A empresa CNI é uma multinacional americana do setor de bens de consumo que iniciou em 1988 suas operações no Brasil. Em 2005 a CNI fez uma grande aquisição, a nível mundial, que gerou uma necessidade latente de fluxo de caixa. A CNI lançou então um projeto global que tinha como objetivo a redução de inventário em 30% em três anos para as suas operações e para suportar esse objetivo estruturou uma equipe responsável pela elaboração de uma estratégia de redução de inventário e para capacitação de suas operações. Para essa estratégia deu-se o nome de “*Produce to Demand*” que será apresentada a seguir.

4.2 “*Produce to Demand*”

“*Produce to Demand*” é uma estratégia de planejamento de produção e execução que trabalha com a demanda real dos consumidores para puxar os materiais ao longo da cadeia facilitando o fluxo. Diferentemente do “*Produce to Forecast*”, ela consiste na sincronização e flexibilização da cadeia para tornar a mesma apta para produzir qualquer SKU a qualquer momento utilizando o conceito de *JIT* e de ter uma cadeia “*Lean*” sem as perdas de inventário de materiais em processo. A figura 2 representa a jornada desta implementação.

Figura 2 - Implementação do "Produce to Demand"



Fonte: Empresa CNI

Algumas características de uma operação em “Produce to Demand” podem também ser vistas no quadro 2:

Quadro 2 - Características de operações em "Produce to Demand"

Caraterísticas Operações em "Produce to Demand"

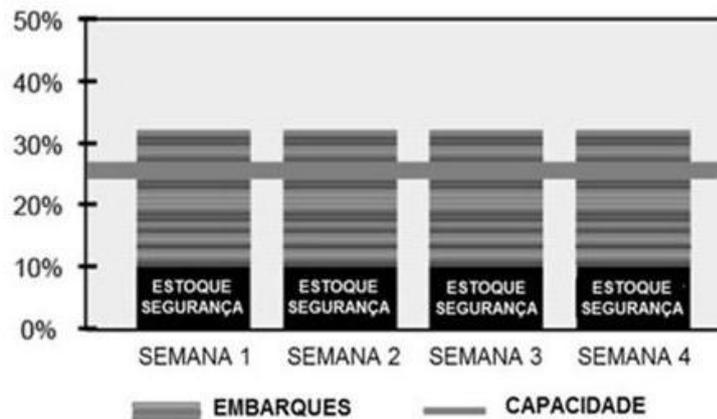
- As ordens dos clientes e mudanças de inventário são sinais de demanda usados para planejar;
- A frequência de planejamento é de uma vez ao dia (ou mais freqüente);
- O *leadtime* da zona firme (visibilidade do plano de produção) é tipicamente menor que 8 horas;
- O lote mínimo de produção ideal é menor que a média de um dia de venda do SKU;
- A previsão de demanda (S&OP) ainda é necessária para análise de capacidade no longo prazo e compra de materiais.

Fonte: Empresa CNI

Assim, na situação onde os embarques são lineares (todo dia se embarca aproximadamente o mesmo volume), uma operação de “Produce to Demand” ideal se caracterizaria pela produção das ordens que estivessem entrando no momento (sistema puxado) com um mínimo de estoque de segurança para cobrir possíveis flutuações já que a capacidade de produção

seria suficiente pois equivaleria a demanda (considerando uma operação também com flexibilidade suficiente). A figura 3 ilustra essa situação que é claramente a busca por um sistema puxado de produção.

Figura 3 - Representação do "Produce to Demand" em um ambiente de perfil de demanda uniforme



4.3 Problemática

A unidade de produção em estudo iniciou o projeto com seu resultado base de inventário em 45DOs (normalização do indicador, cada DO representa um dia de venda), o equivalente a 10,5 MMU\$ em fluxo de caixa. Na CNI era convencionado que indicador de inventário representava o fechamento do último dia do mês. O objetivo do projeto era então de no ano 3 alcançar o resultado de 31DOs. A unidade já partia de uma base baixa quando comparada às demais já que a preocupação com inventário era antiga devido à alta competitividade no Brasil (63DOs em 1999/2000 para 41DOs em 2004/2005) o que tornava o trabalho mais desafiante.

Com relação ao mercado local, este era marcado pela presença de um forte concorrente (65% *market share*) e novos entrantes que ganhavam pontos a toda leitura não permitindo que os custos fossem repassados ao preço de venda. Com a acirrada concorrência o que se viu também foi uma briga baseada em lançamentos, trazendo assim uma complexidade ainda maior às operações com a explosão do número de SKUs, de 40 em 2004/2005 para 91 em

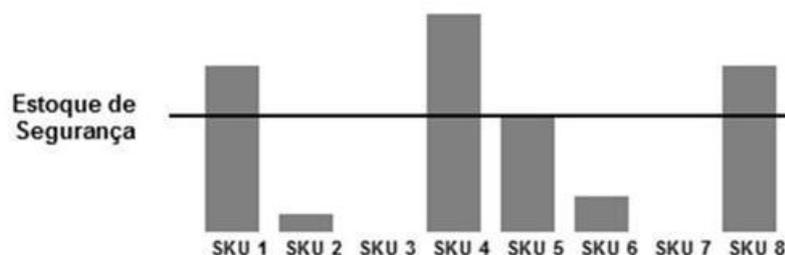
2007/2008. Assim, mais complexidade foi adicionada e pouco capital havia para investir neste momento crucial. Com isso o primeiro ano não vinha alcançando seu objetivo estando acumulado em 44DOs. Ou seja, era necessário fazer algo diferente para entregar os 30% agora em menos de três anos.

Em março de 2006 teve início então uma iniciativa formal de implementação de “*Produce to Demand*”. Até aquele momento o planejamento da unidade era feito de forma tradicional baseado em conceitos puros de MRP e usando o SAP como ferramenta de trabalho. Pela concentração de demanda na última semana (cerca de 45%), a antecipação de produção era necessária usando as previsões do S&OP (um típico sistema empurrado) e o problema disso era que apenas 30% dos SKUs tinham suas previsões confirmadas (com tolerância de 25% para mais e para menos), ou seja, 70% dos SKUs fechavam o mês acima ou abaixo da tolerância causando problema de serviço e/ou inventário. Assim, o fechamento ideal que seria com todos os SKUs terminando o mês perto de seu estoque de segurança (figura 4), acabava na realidade com alguns fechando muito acima do previsto e outros muito abaixo, em alguns casos até zerando causando problema direto no serviço (figura 5).

Figura 4 - Fechamento do mês ideal



Figura 5 - Fechamento do mês real



Como forma de minimizar o problema de falta de produto, a saída utilizada até o momento era aumentar os estoques de segurança para balancear essa falta de precisão nas previsões. O nível de serviço, mesmo compensado pelo alto estoque de segurança, ainda era de alguma

maneira impactado pois na última semana pouca capacidade restava para uma variação acima do previsto.

O trabalho de “*Produce to Demand*” então falhava pois os conceitos da estratégia não se encaixavam no perfil de demanda no Brasil, que era altamente concentrado na última semana como mostra a comparação na figura 6.

Nesse ambiente havia três opções para lidar com o problema: 1 – Dar desconto para clientes comprarem nas primeiras semanas e assim mudar o perfil de embarque, o que embora necessitasse investimento foi executado porém sem resultado significativo, 2 – Aumentar a capacidade (máquinas e pessoas) dimensionando suas operações com base na última semana, o que não fazia sentido financeiro algum 3 – Antecipar volume de produção nas primeiras semanas. A figura 7 ilustra as três situações. Como dito anteriormente, até aquele momento o melhor número que se tinha para fazer essa antecipação era o S&OP, o que causava uma significativa fonte de erro. Assim, o desafio que ficava era então de adaptar a estratégia de “*Produce to Demand*” à realidade brasileira onde a antecipação era praticamente obrigatória.

Figura 6 - Estratégia de Planejamento em um perfil de demanda linear versus perfil de demanda com concentração na última semana

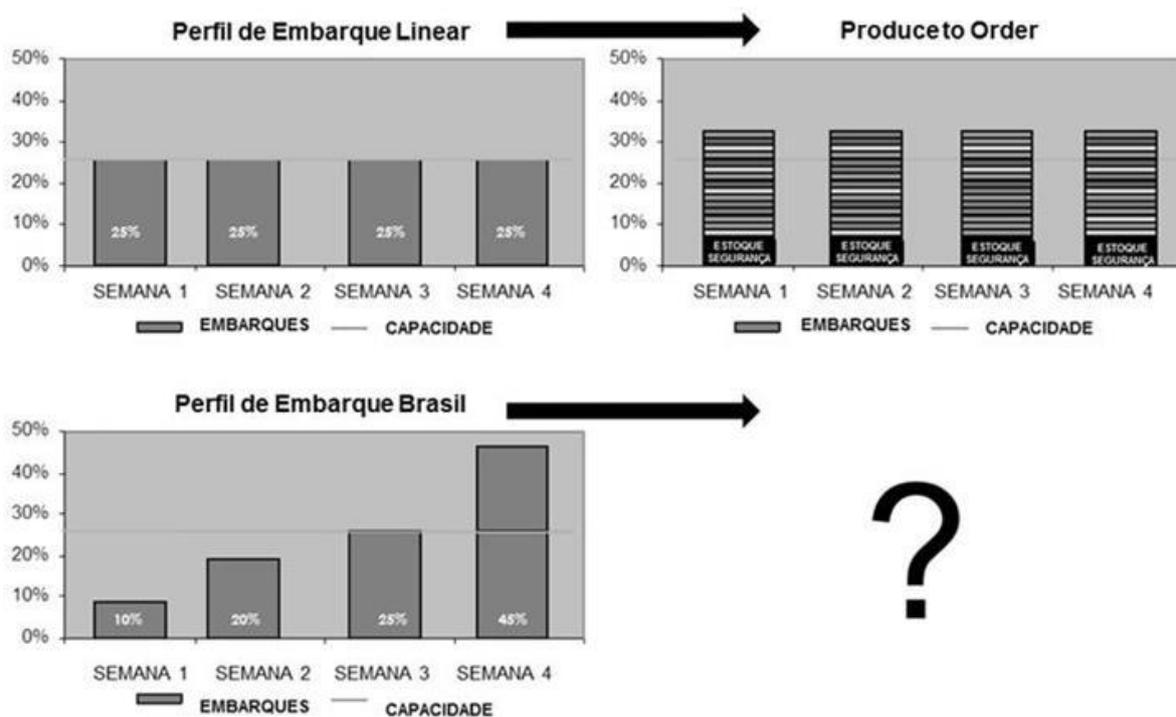
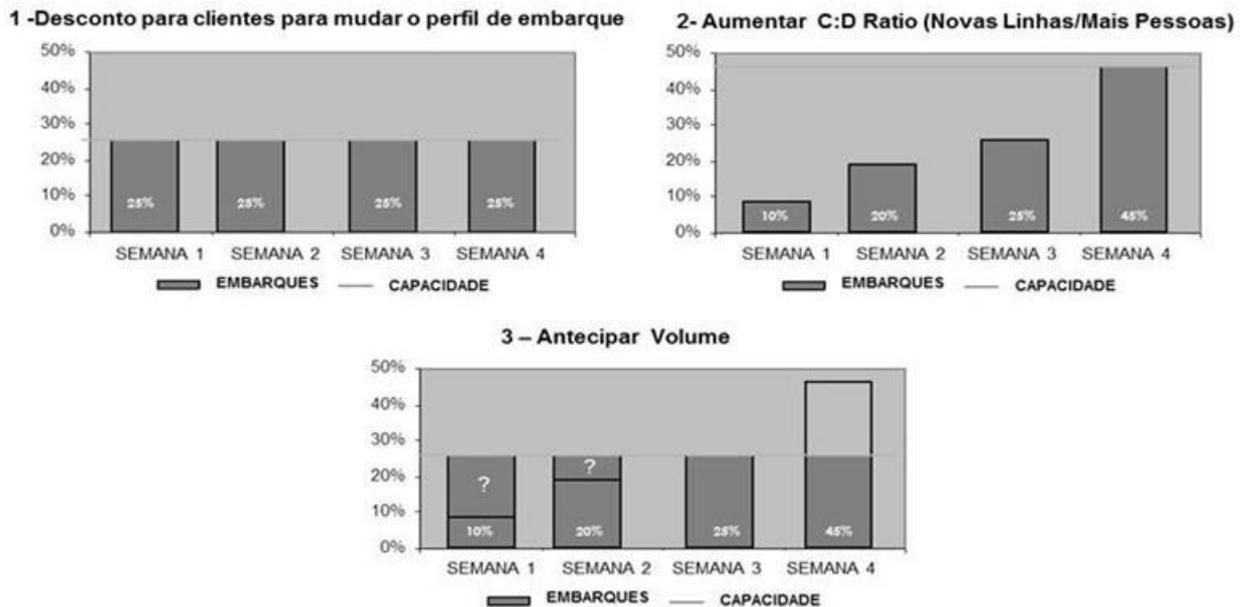


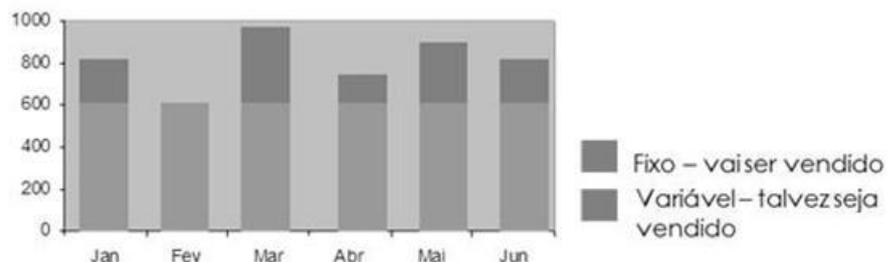
Figura 7 - Estratégias de planejamento para demanda com concentração na última semana



4.4 Caso

Naquele momento um estudo exploratório foi proposto e executado com o objetivo de analisar a base histórica de vendas para cada SKU. Notou-se nesse trabalho um fato bem característico: uma representativa parte do volume que todo mês sempre era vendida e outra que ora era vendida ora não. A figura 8 ilustra esse estudo para um SKU em especial. A essa parte que sempre vendia chamou-se de “fixo” e a outra de “variável”.

Figura 8 - Estudo do histórico de vendas de um SKU



Extrapolando esse estudo para todos os SKUs, para comprovar se existia representatividade, notou-se então que 80% do volume de venda já era conhecido antes do início do mês. Com isso o número que precisava ser usado nas primeiras semanas para antecipação agora era conhecido. Assim as três primeiras semanas do mês poderiam ser planejadas na construção do “fixo” e a última de acordo com as ordens reais, ou seja, a construção do “variável” se ele realmente acontecesse. A esse modelo de planejamento deu-se o nome de “*Produce to Demand Tropical*”. A figura 9 mostra o logo usado na divulgação interna e a representação de seu modelo híbrido de planejamento. Enquanto as primeiras três semanas tinham um sistema empurrado com a construção do “fixo”, caracterizadas por corridas longas e poucos setups, a última semana tinha um sistema puxado a partir da entrada de ordens, o “variável”, sendo caracterizada por corridas curtas e muitos setups. Essa nova forma de planejamento foi iniciada então no mês de maio de 2006.

Figura 9 - Logo do projeto e representação da estratégia



Fonte: Empresa CNI

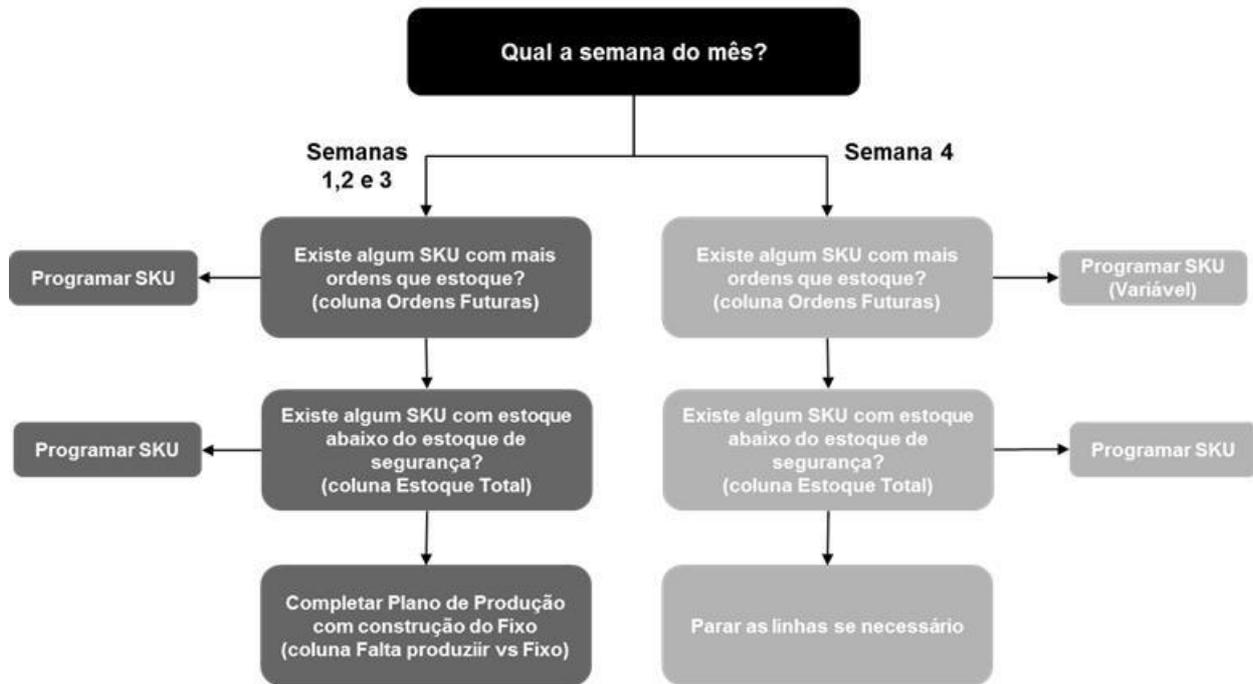
Para suportar essa nova estratégia diversos projetos de flexibilização e confiabilidade na cadeia foram implementados para garantir que realmente a redução do estoque de segurança fosse possível à medida que ao diminuí-lo o negócio ficava mais exposto aos riscos de possíveis falhas na cadeia. Um dos projetos mais importantes foi a implementação de um sistema DSS que modelasse essa estratégia pois com o SAP, que tem um modelo empurrado de MRP embutido, a implementação desse modelo híbrido não seria possível. A ideia foi desenvolver um sistema que integrasse e centralizasse informações diversas do SAP e as tabulasse no formato de um painel onde cada linha representasse um SKU. Além das informações trazidas, fórmulas foram implementadas para trabalhar alguns desses números e entregar outras saídas ao modelo. Códigos de cores, com regras de negócio, foram utilizados para alertar o planejador de desvios que requeressem uma ação. A figura 10 apresenta a tela do sistema. No quadro 3 pode-se ver as principais informações contidas no painel.

Quadro 3 - Principais informações apresentadas no painel

BLOCO	COLUNA	DETALHE	FONTE	CÓDIGO DE CORES	PRINCIPAIS OBJETIVOS	PRINCIPAIS AÇÕES
EMBARQUE	SKU	Dados do SKU: Código, marca, tamanho, tecnologia	SAP	-	-	-
	Embarque Acumulado	Soma dos embarques do mês até a data do dia	SAP	-	-	-
	Embarque de Ontem	Volume embarcado no dia anterior	SAP	-	-	-
	Separação de Pedidos de Ontem	Pedidos separados no dia anterior para embarque no dia	SAP	-	-	-
	Ordens de Ontem	Entrada de ordens do dia anterior	SAP	-	-	-
	Ordens Abertas	Ordens com data de entrega futura	SAP	-	-	-
	Ordens Futuras	Ordens abertas descontadas dos embarques do dia	SAP	Vermelho: se maior que estoque atual	Verificar se existe estoque suficiente para cumprir com os pedidos já colocados	Verificar datas de entregas e agendar produção se necessário
INVENTÁRIO	Estoque	Estoque total e detalhe por cada centro de distribuição	SAP	Amarelo: se próximo do estoque de segurança / Vermelho: se menor que estoque de segurança	Verificar se estoque está dentro dos limites de segurança estabelecidos	Agendar produção
	Estoque de Segurança	Estoque de segurança calculado com uma ferramenta estatística	SAP	-	-	-
DEMANDA	S&OP	Previsão de Vendas (enviada no início do mês)	SAP	-	Número usado como referência	-
	WRF	Atualização semanal do S&OP (dividida por semana)	Excel	Amarelo: se menor que 25% do S&OP / Vermelho: se maior que 25% do S&OP	Número de demanda utilizado	Se amarelo diminuir produções e entrega de materiais. Se vermelho aumentar produções e compra material
	Embarque Mês Passado	Embarque do mês anterior	SAP	-	Número usado como referência	-
SERVIÇO	Serviço	Pedidos cortados (sem estoque)	Sistema Interno	-	-	-
PRODUÇÃO vs DEMANDA	Falta produzir vs Demanda	= WRF + Estoque de Segurança - Embarques - Estoque	Conta	-	Número usado como referência	-
ACELERAÇÃO	Embarque versus WRF	Volume embarcado versus WRF	Conta	Amarelo: se embarque próximo da demanda / Vermelho: se embarque maior que a demanda	Prever variação nos embarques	Aumentar produções e compra de material
PRODUÇÃO vs FIXO	Fixo	Estimado mensalmente da observação do histórico de embarques	Manual	-	Base para planejamento nas primeiras semanas	-
	Falta produzir vs Fixo	= Fixo + Estoque de Segurança - Embarques - Estoque	Conta	-	Número usado na antecipação das primeiras semanas	Se negativo produzir

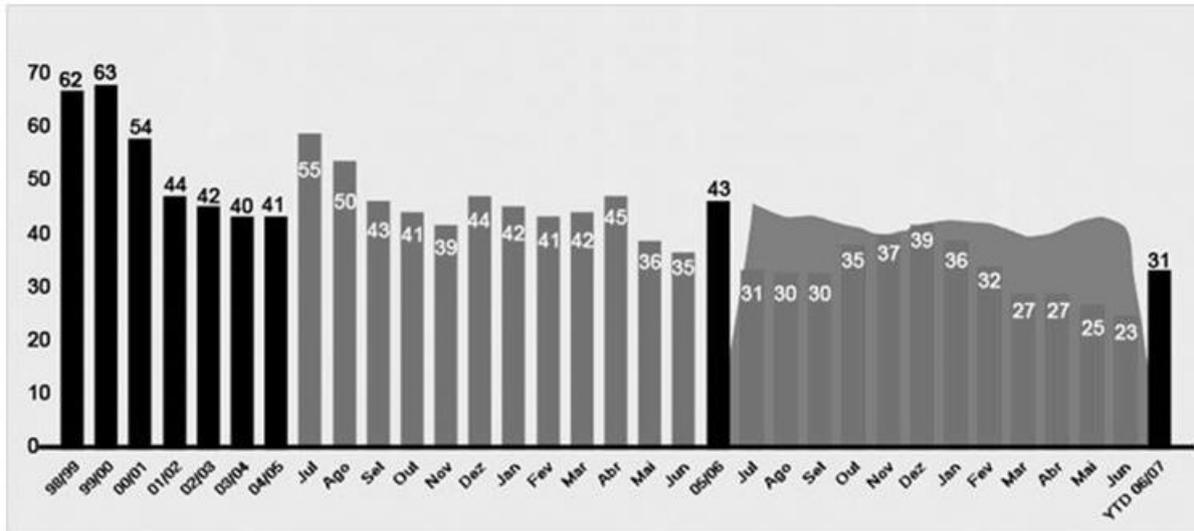
O processo de planejamento acontecia então conforme a figura 11 ilustra utilizando as informações, sugestões e alertas do painel que tinha além dessa função operacional, uma função gerencial pois os gestores acompanhavam nele as importantes informações do negócio (vendas, inventário, serviço) já que era muito visual, funcional e intuitivo.

Figura 11 - Processo de Planejamento (simplificado)



O resultado desta implementação surtiu efeito rápido. Em julho de 2006 (três meses depois) o fechamento já havia caído para 31DOs como se pode ver na figura 12 à medida que os estoques de segurança foram gradativamente diminuídos. Em junho de 2007 o inventário fechou com seu melhor resultado, 23DOs, fechando o ano 2006/2007 em 31DOs. Assim, em pouco mais de três meses, a redução de 30% foi alcançada utilizando o conceito do “*Produce to Demand Tropical*”, um modelo híbrido de planejamento originado da combinação do sistema empurrado existente com o sistema puxado de “*Produce to Demand*”.

Figura 12 - Resultados de inventário



Fonte: Empresa CNI

Importante salientar que nenhum impacto foi causado ao nível de serviço que se manteve no mesmo patamar haja vista que a assertividade na antecipação era muito maior e tendo na última semana já construído o que muito provavelmente seria vendido (“fixo”). Além disso, as linhas de produção chegavam nessa semana com folga de capacidade aguardando as variações (“variável”).

Como resultado desse trabalho, mais de 3 milhões de dólares em fluxo de caixa foram reduzidos e economizado mais de 4 milhões de dólares/ano com despesas reais como armazenagem externa, descarte de obsoletos, perda de vendas, etc.

5. Análise do caso

Diferente dos modelos híbridos apresentados na literatura, verticalmente e horizontalmente integrado, o que se observou no caso foi o aparecimento de um modelo novo e eficaz para o planejamento no ambiente de demanda concentrada que não se enquadra em nenhuma das duas classificações. Enquanto essas classificações têm como a localização física o fator que define a parte que trabalha com o sistema puxado ou empurrado, o caso utiliza o fator tempo para essa definição. Em outras palavras, enquanto as classificações levam em conta a parte do processo, o caso leva em conta o período do mês para definir em qual sistema está trabalhando. Isto está alinhado com a conclusão de Karmarkar (1991) que aponta que diversas

variações poderão ser vistas à medida que os sistemas de controle podem ser desenhados para se adequar a características particulares em situações específicas.

Foi também observado no caso o aparecimento de um sistema DSS bastante útil de apoio à implementação dessa estratégia que, pelas observações deste trabalho, foi fator chave para os resultados obtidos.

Um ponto interessante observado durante a pesquisa é que a equipe que implementou o trabalho chegou ao modelo híbrido de certa forma intuitivamente. Eles não possuíam o conhecimento de que já existiam modelos na literatura que combinavam conceitos de sistemas empurrados com sistemas puxados. Esse conhecimento poderia tê-los ajudado na forma que essa estratégia foi implementada pois enfrentaram uma forte barreira por estar deixando de trabalhar com o SAP substituindo-o por um sistema paralelo. O conhecimento poderia agregar também ao trabalho alguns outros conceitos de sistemas JIT potencializando ainda mais o resultado.

6. Conclusão

Esse estudo exploratório investigou os ganhos da adoção de um sistema híbrido *push/pull* em um ambiente com concentração de demanda e estudou a contribuição do sistema DSS utilizado. A partir do estudo pode-se observar o aparecimento de um modelo eficaz para planejamento no ambiente estudado assim como o aparecimento de um sistema DSS hajam vistos os resultados expressivos alcançados e a base teórica por trás do modelo.

O artigo contribuiu na apresentação de mais um caso que mostra os benefícios da adoção de um sistema híbrido e possivelmente no aparecimento de um novo modelo, para este ambiente em específico, com um potencial interessante.

Como propostas de trabalhos futuros, deverão ser conduzidos trabalhos de pesquisa-ação aplicando esse modelo em outras empresas e mercados que estejam em um ambiente semelhante, permitindo generalização e construção de teoria já que esse trabalho se limitou à empresa e ao mercado do caso. Deverá também ser conduzido um estudo para verificar a utilização de outros conceitos de sistemas JIT como, por exemplo, o uso de *kanban* ou mesmo os conceitos de sistemas verticalmente e horizontalmente integrados, na potencialização ainda maior do resultado.

Referências bibliográficas

BENTON, W. C.; H. SHIN. Manufacturing planning and control: The evolution of MRP and JIT integration. **European Journal of Operations Research**. 110 411–440, 1998.

BERMUDEZ, J. Using MRP System to Implement JIT in Continuous Improvement Effort. **Industrial Engineering**, p. 37-40, novembro 1991.

CHIN, L.; RAFUSE, B.A. A Small Manufacturer adds JIT Techniques to MRP. **Production and Inventory Management**, vol. 34, no. 4, p. 18-21, 1993.

COCHRAN, J. K.; KIM, S. S. Optimum junction point location and inventory levels in serial hybrid push/pull production systems. **International Journal of Production Research**, 36(4), 1141–1155, 1998.

DAVENPORT, T.H. Putting the Enterprise into the Enterprise System. **Harvard Business Review**, v.76, n.4, p.121-131, Jul/Ago 1998.

DAVIS, M. M.; AQUILANO N. J.; CHASE, R. B. **Fundamentos da Administração da Produção**. Porto Alegre: Bookman, 2001.

GAITHER, N.; FRAZIER G. **Administração da Produção e Operações**. São Paulo: Pioneira, 2001.

GHRAYEB, O.; PHOJANAMONGKOLKIJ, N.; TAN, B. A. A hybrid push/pull system in assemble-to-order manufacturing. **Journal of Intelligent Manufacturing**, vol: 20, issue: 4, pag.: 379-387, Ago/2009

KARMARKAR, U.S. Integrating MRP with Kanban Pull Systems. Working Paper no.QM8615, University of Rochester. NY, 1986.

KARMARKAR, U.S. Push, Pull and Hybrid Control Schemes. **TijdschriftvoorEconornie en Management**. Vol. XXXVI, 3, 1991

KIM, S. H. ; FOWLER, J. W. ; SHUNK, D. L. ; PFUND, M. E. Improving the push-pull strategy in a serial supply chain by a hybrid push-pull control with multiple pulling points. **International Journal of Production Research**, vol.: 50, issue: 19, pag: 5651-5668, 2012

KLČOVÁ, H; ŠULOVÁ, D.; SODOMKA, P. Planning and Scheduling Methods and their Applications in ERP Systems on the Czech Market. In Innovation and Knowledge Management in Twin Track Economies: Challenges and Solutions. Cairo: **International Business Information Management Association**, 2009, Proceedings of the 11th IBIMA Conference, p. 852-862.

KREPCHIN, I.P. How MRP II and JIT Work Together at DuPont. **Modern Materials Handling**, vol. 41, no. 15, pp. 73-76, 1986.

KREPCHIN, I.P. Here, JIT and MRP II Work in Harmony. **Modern Materials Handling**, vol. 43, no. 7, pp. 87-89, 1988.

LAURINDO, F. J. B., MESQUITA, M.A. Materials Requirements Planning: 25 anos de história; uma revisão do passado e prospecção do futuro. **Gestão e Produção** v.7, p.320 - 337, 2000.

PAN, B. SVENSSON, N.; ALBERS. T. Forecast “push,” customer “pull,” and hybrid models. Module 1.1 Presentation for ESD.60 – Lean/Six Sigma Systems. **MIT Leaders for Manufacturing Program**, 2004.

PUN, K.-F.; CHIN, K.-S.; WONG, K.H. Implementing JIT/MRP in a PCB Manufacturer. **Production and Inventory Management**, vol. 39, no. 1, pp. 10-16, 1998.

RIVERA, F. A.; DURÁN, A. Tipología de sistemas combinados MRP-JIT. V **Congreso de Ingeniería de Organización Valladolid-Burgos**, 4-5 Setembro 2003.

SPENCER, M.S. How 'the Best' Companies use MRP and Just in Time for Successful Manufacturing. **Hospital Materiel Management Quarterly**, vol. 16, no. 1, pp. 27-34, 1994.

WEITZMAN, R.; RABINOWITZ, G. Sensitivity of 'Push' and 'Pull' strategies to information updating rate. **International Journal of Production Research**, 41:9,2057-2074, 2003.