

**Ferramenta de simulação de cargas produtivas baseadas em
previsões de vendas e estudo do impacto da sua variabilidade**

Swedwood Portugal

Tiago Gomes de Carvalho Silva Martins

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. Barros Basto

Orientador na Swedwood: Eng.^a Andreia Costa



FEUP

**Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
Mestrado Integrado em Engenharia Industrial e Gestão**

2010-07-05

Resumo

O presente projecto de dissertação dedica-se à descrição de uma ferramenta criada para simular planos de carga produtiva de acordo com previsões de encomendas recebidas externamente e em antecipação. A necessidade de tal ferramenta prende-se com a ausência de uma visão a médio longo prazo no planeamento produtivo. É também estudada a melhor forma de lidar com a grande variação existente nas previsões e o impacto que essa situação provoca no funcionamento produtivo da Swedwood. Destacam-se conceitos relacionados com o “bullwhip effect” e evidencia-se a importância da informação e da gestão de *stocks* ao longo de uma cadeia de abastecimento para combater incertezas na procura.

Na criação da ferramenta de simulação realçam-se noções relacionadas com eficiência operacional, cadência de produção e capacidade instalada. De grande utilidade é também a análise histórica das previsões de vendas recebidas e que tipo de consequências o seu estudo tem no planeamento da produção.

A conclusão principal do trabalho reflecte a importância que a utilização de previsões fiáveis tem para que se possa trabalhar num horizonte temporal mais alargado e se evitem situações de ruptura que conseqüentemente levam à descida dos níveis de performance da empresa. A colaboração entre empresas de uma mesma cadeia de abastecimento deve ser total e as diversas dinâmicas que a constituem devem fluir sem restrições para que o todo seja mais que a soma das partes.

Production load simulation tool based on sales forecasts and study of the impact of its variability

Abstract

The present dissertation project aims to describe a tool conceived to simulate production load plans according to the sales forecasts that are received externally and in anticipation. The urge for such tool has to do with the lack of a medium-long term vision in the production planning. It is also studied the best approach to deal with the great fluctuation manifested on the forecasts and the impact that such situation generates in the production system of Swedwood. Concepts related to the bullwhip effect, the importance of information and inventory management along the supply chain to tackle demand uncertainties, are highlighted.

In the designing of the simulation tool, notions associated with operational efficiency, production cadence and installed capacity, are emphasized. The historical analysis of the sales forecasts received is of great convenience as well as the study of its consequences on the production planning.

The main conclusion of this report reflects the importance that the employment of reliable forecasts have in the enlargement of the planning horizon and to the avoidance of disruption situations that may consequently lead to the drop of the performance levels of a company. The cooperation among corporations of the same supply chain must be thorough and the different dynamics that exist must flow freely so that the whole is greater than the sum of all its parts.

Agradecimentos

Agradeço especialmente ao Professor José Barros Basto pelo empenho e dedicação a esta causa. A sua constante preocupação e acompanhamento foram de grande importância para mim e creio exemplificarem na perfeição o papel que um orientador de estágio pode representar.

Agradeço à Swedwood por em primeiro lugar se ter disponibilizado para a realização desta dissertação e às suas pessoas que se mostraram sempre disponíveis para, de forma paciente, me ajudarem em tudo aquilo que necessitei, em especial à Eng.^a Andreia Costa e ao Eng.º Luís Vasques pelo acompanhamento feito.

Aos meus colegas de estágio que partilharam comigo 4 meses de aprendizagem importante para o fim das nossas vidas académicas e início das nossas carreiras profissionais.

Aos restantes colegas de curso e amigos por estes anos de convivência inesquecível e pela certeza de um futuro ao mesmo nível.

À minha família pelo apoio e pela compreensão.

Índice de Conteúdos

1	Introdução	4
1.1	Apresentação da Swedwood.....	4
1.2	Motivação e Objectivo	5
1.3	Método seguido no projecto	6
1.4	Estrutura do relatório.....	6
2	Fundamentação teórica	7
2.1	Cadeias de Abastecimento do tipo <i>Push</i> e <i>Pull</i>	7
2.2	Efeito Bullwhip.....	8
2.2.1	Causas Comportamentais	9
2.2.2	Causas Estruturais	9
2.3	Flexibilidade de produção	11
2.4	Procura atípica	12
2.5	Classificação de inventário ABC	13
2.6	O valor da informação.....	14
3	Enquadramento do projecto na situação actual da empresa	15
3.1	O processo produtivo	15
3.2	<i>Order Fulfillment Process</i>	Erro! Marcador não definido.
3.3	Geração de encomendas na IKEA.....	18
3.4	Medidas de performance e classificação de artigos.....	19
3.5	Gestão de <i>stocks</i> e planeamento da produção.....	20
3.6	A razão de ser do projecto	23
4	Apresentação dos resultados obtidos.....	24
4.1	Primeira abordagem.....	24
4.2	Introdução do factor produtivo.....	26
4.3	Análise de fiabilidade dos SPI's	29
4.3.1	A 52 semanas	29
4.3.2	A 24 semanas	30
4.4	Considerações sobre o efeito Bullwhip	32
4.4.1	Análise dos artigos de categoria A e B.....	32
4.4.2	Análise dos artigos Ibéria e Ásia e outras considerações	33
5	Conclusões e perspectivas futuras	37
	Referências	39

Siglas

ATP – Available to Promise

BOF – Board on Frame

ERP – Enterprise Resource Planning

EDLP – Everyday Low Price

HDF – High Density Fiberboard

HLP – High-Low Pricing

SPI – Supply Plan Information

Índice de Figuras

Figura 1.1 – Planta da unidade de Penamajor	4
Figura 2.1 – O efeito Bullwhip	8
Figura 2.2 - Geração do efeito Bullwhip através da existência de uma promoção	10
Figura 2.3 - Classificação ABC	13
Figura 3.1 - Processo de montagem das molduras na área dos <i>Frames</i>	15
Figura 3.2 - O processo global de <i>Order-Fulfillment</i>	17
Figura 3.3 - Interacção entre os departamentos logístico e de produção	20
Figura 3.4 - Visão geral do armazém	21
Figura 3.5 - Factores diferenciadores entre artigos destinados aos mercados europeu e asiático	22
Figura 4.1 - Exemplo da primeira abordagem para o artigo LACK 55x55	24
Figura 4.2 - Cálculos dos tempos de produção unitários	27
Figura 4.3 - Capacidade instalada (horas)	27
Figura 4.4 - Resultados para o SPI da semana 14 de 2010	28
Figura 4.5 - Capacidade necessária vs. Capacidade instalada	28
Figura 4.6 - Análise histórica das previsões a 52 semanas (área <i>Frames</i>)	30
Figura 4.7 - Análise histórica das previsões a 24 semanas (área <i>Frames</i>)	30
Figura 4.8 - Desvio percentual absoluto médio das previsões a diversos passos	31
Figura 4.9 - Desvio percentual absoluto médio para os artigos A e B	32
Figura 4.10 - Evolução das previsões e das vendas efectivas para localizações europeias	33
Figura 4.11 - Evolução das previsões e das vendas efectivas para localizações asiáticas	33

1 Introdução

1.1 Apresentação da Swedwood

A Swedwood foi fundada em 1991 como subsidiária da IKEA. A sua fundação está intimamente ligada à situação económica do leste europeu da altura. A IKEA tinha os seus principais fornecedores naquela região do globo, região essa que sofreu profundas alterações políticas e económicas no seguimento da queda do muro de Berlim. Nesse clima pós-comunista onde era comum a escassez de bens essenciais, distorções de preços e quedas acentuadas na produção, muito relacionadas com uma falta de eficiência sistémica, começou a pensar-se na ideia das privatizações (Blanchard, 1997). Foi nesse sentido que surgiu a Swedwood, para salvaguardar a IKEA contra a perda de fornecedores vitais e participar quando necessário nas suas privatizações e assim na sua integração vertical no processo produtivo

A unidade portuguesa da Swedwood começou a ser construída em 2007 em Penamaior, Paços de Ferreira e está previsto estar totalmente operacional em 2012. A unidade de produção BOF foi a primeira a iniciar operações, tendo os testes de produção começado em Dezembro de 2007. Em Fevereiro de 2008, a IKEA recebeu a primeira entrega de mesas LACK produzida na Swedwood Portugal – Indústria de Madeiras e Mobiliário Lda..

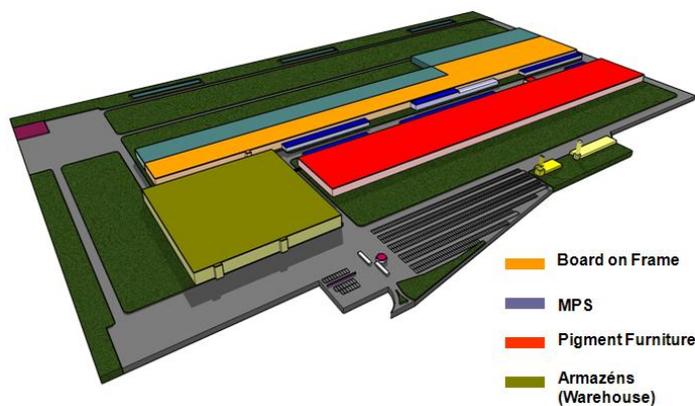


Figura 1.1 – Planta da unidade de Penamaior

O Grupo Swedwood possui uma estrutura organizacional descentralizada, ou seja, cada uma das suas unidades produtivas tem alguma liberdade no desenvolvimento dos seus próprios processos produtivos. No entanto, o desenvolvimento técnico é transversal sendo comum haver equipas de especialistas que visitam as diversas unidades no sentido de actualizar os colaboradores em relação a novas tecnologias ou melhores formas de abordar os processos produtivos. Do mesmo modo, é vulgar unidades singulares servirem de teste a um qualquer procedimento ou equipamento para que, no caso de melhorias visíveis, se proceda a um *benchmarking* nas restantes unidades e haja portanto um acompanhamento de todas no mesmo sentido, a melhoria contínua. A unidade de produção portuguesa é responsável pelo

abastecimento de 16 lojas e 1 centro de distribuição na Península Ibérica e 15 lojas e 4 centros de distribuição na Ásia.

A filosofia da empresa assenta numa focagem sobre a eficiência produtiva. Assim, de um modo geral, as unidades produtivas são bastante grandes e altamente dedicadas, produzindo em grande escala uma curta diversidade de artigos.

1.2 Motivação e Objectivo

A BOF, que foi desenhada tendo em conta os conceitos descritos acima, tem vindo a servir de teste a um alargamento do *mix* produtivo no sentido de uma maior flexibilização produtiva. Possuindo apenas três linhas de produção, sendo que uma delas está dedicada apenas à produção de um tipo de semi-produto, a médio-longo prazo é previsível que responder às exigências da IKEA se torne mais complexo. Isto porque o propósito primordial da Swedwood é garantir uma taxa elevada de *Security Service*, isto é, de fiabilidade nas entregas das encomendas pedidas pela IKEA, que por sua vez tem como derradeiro objectivo ter sempre disponível nos seus expositores os diversos artigos que transacciona. Para corresponder às exigências do seu cliente, a Swedwood opta por manter níveis de *stock* elevados o que por sua vez leva a custos elevados e menores margens. Por outro lado, manter níveis de *stock* baixos pode levar ao incumprimento do exigido, o que é uma situação inaceitável. Esta situação é atenuada pelo facto da IKEA garantir a compra de artigos que estejam armazenados até um período máximo de 5 meses. Não é portanto de estranhar que a forma de trabalhar na Swedwood se centre essencialmente em produção para *stock*. Contudo, com o já referido aumento do *mix* produtivo e localizações servidas será conveniente prestar atenção à temática da gestão de *stocks* dado que no futuro a escassez de espaço poderá ser uma realidade se se quiser evitar investimentos avultados em novos armazéns.

Além disso torna-se necessário que o planeamento da produção alargue o seu horizonte de acção para poder responder eficazmente a todas as exigências impostas pela IKEA. Esse é um dos principais problemas actuais dado que esse horizonte é reduzido e é utilizado sobretudo para responder a problemas ligados ao *down-time* produtivo e à variabilidade conhecida das previsões de vendas recebidas.

A questão das previsões é de facto uma das mais importantes e será focada constantemente ao longo deste relatório. De facto, este é um factor de grande importância num ambiente de cadeia de abastecimento como aquele que se encontra no grupo IKEA. A Swedwood não lida directamente com a procura, já que esta se encontra no fim da cadeia de abastecimento. Todo o fluxo de informação referente à procura do cliente final percorre um longo caminho por onde se distorce até chegar à empresa. Tendo em conta que é a partir destes valores que se pensa o planeamento da produção é natural concluir que uma fraca assertividade dessa informação acarrete dificuldades para a Swedwood.

Aliar a possibilidade de se alargar o horizonte temporal de pensamento ao nível produtivo bem como tirar maior partido das previsões relativamente fracas que chegam à Swedwood são os principais objectivos. Além disso, procura-se analisar algumas medidas que permitam mitigar os efeitos danosos que podem advir de se trabalhar em constante instabilidade.

1.3 Método seguido no projecto

A base de trabalho proveio essencialmente de dados existentes no sistema informático da empresa, tais como os ficheiros das previsões (SPI's) ou os dados da produção. Tratou-se sobretudo de estudar historicamente as previsões e de relacionar dados de produção. Foi principalmente um trabalho de escritório com algumas incursões na fábrica para perceber melhor o funcionamento da mesma. Num período inicial foi mesmo muito importante fazê-lo e também contactar activamente com os diversos colaboradores da empresa.

A ferramenta utilizada foi o *Microsoft Excel*®, que permite o tratamento de uma quantidade de informação considerável. Lidar com tamanha quantidade de informação foi um processo moroso mas de grande relevância dado que nada neste campo tinha sido efectuado até então na empresa.

Posteriormente, foi feito um estudo focado na variabilidade das previsões. Para tal, a manipulação dos dados voltou a ser fulcral bem como a consulta de diversas fontes especializadas na matéria.

1.4 Estrutura do relatório

O presente relatório constitui-se por quatro capítulos além deste. Depois desta pequena introdução, no capítulo 2 faz-se referência a vários fundamentos teóricos relacionados directa ou indirectamente com o projecto e com as circunstâncias actuais da empresa que levam ao estudo feito mais à frente, no fim do capítulo 4.

No capítulo 3 faz-se a contextualização do projecto no actual momento da empresa. São descritas as principais características de funcionamento da Swedwood e fundamenta-se a necessidade da existência do projecto nesse enquadramento.

Em seguida no capítulo 4 é descrito o trabalho que foi desenvolvido, as suas diversas fases e os resultados obtidos em cada uma delas. Faz-se a sua interpretação bem como se realça que consequências deles advêm. São ainda estudadas medidas para mitigar os erros de previsão existentes.

Finalmente, no capítulo 5, são apresentadas sumariamente as conclusões finais do projecto.

2 Fundamentação teórica

2.1 Cadeias de Abastecimento do tipo *Push* e *Pull*

Em cadeias de abastecimento do tipo *push*, as decisões relativas à produção e à distribuição baseiam-se em previsões de longo prazo. Tipicamente o fabricante utiliza as encomendas feitas pelos retalhistas e pelos centros de distribuição para fazer as suas previsões. Demora por isso bastante tempo para um sistema *push* reagir a mudanças que ocorram no mercado. Além disso, e dado que as previsões tomam para este tipo de cadeias de abastecimento um papel fulcral, existem 4 princípios fundamentais que Sinchi-Levi e Sinchi-Levi (2000) mantêm como importantes:

1. As previsões estão **sempre** erradas
2. Quanto mais longo for o horizonte de uma previsão, pior é a previsão
3. Actualização de informação leva à actualização da previsão e,
4. Previsões agregadas são mais fiáveis.

Grosfeld Nir (Grosfeld Nir *et al.*, 2000) define que um sistema será *push* sempre que funcionar enquanto houver material para ser processado. Além disso referem que necessariamente, num sistema *push*, os *buffers* têm que ser considerados como infinitos já que doutra forma o sistema teria que ser considerado *pull* dado que a existência de um *buffer* finito à frente de uma fase produtiva bloquearia a operação anterior.

Masuchun (Masuchun *et al.*, 2004) estudou e comparou o impacto dos níveis de *stock* e dos erros de previsão nos dois tipos de sistema produtivo, *push* e *pull*. Para as mesmas condições, o sistema *push* resulta em maiores níveis de inventário visto que, contrariamente ao sistema *pull*, os *buffers* são usados unicamente para responder à variabilidade da procura e aos erros de previsão. Aliás, Masuchun concluiu que o sistema *push* é mais sensível aos erros de previsão devido a reagir não só às previsões de um dado período como também às previsões de períodos futuros.

Kim (Kim *et al.*, 2002) citando Krajewski, acrescenta que quando a influência do cliente é baixa o sistema *push* é aquele que fornece melhor serviço mas a um elevado custo enquanto quando a influência é elevada não há grandes diferenças ao nível de serviço, mantendo-se os elevados custos associados aos *stocks*.

A gestão de *stocks*, especialmente de *stocks* de segurança, é uma das mais difíceis tarefas inerentes à gestão de uma cadeia de abastecimento. As decisões relativas aos locais de *stockagem* e da sua posição relativa na cadeia têm um grande impacto nos níveis de serviço, tempos de resposta a encomendas, *lead-times* e no custo total da própria cadeia. (Sitompul *et al.* 2008)

Tipicamente numa rede de abastecimento, cada firma tem níveis-alvo (*target levels*) de *stocks* de segurança. Para cada um desses *stocks*, se o consumo fizer com que se desça abaixo dos

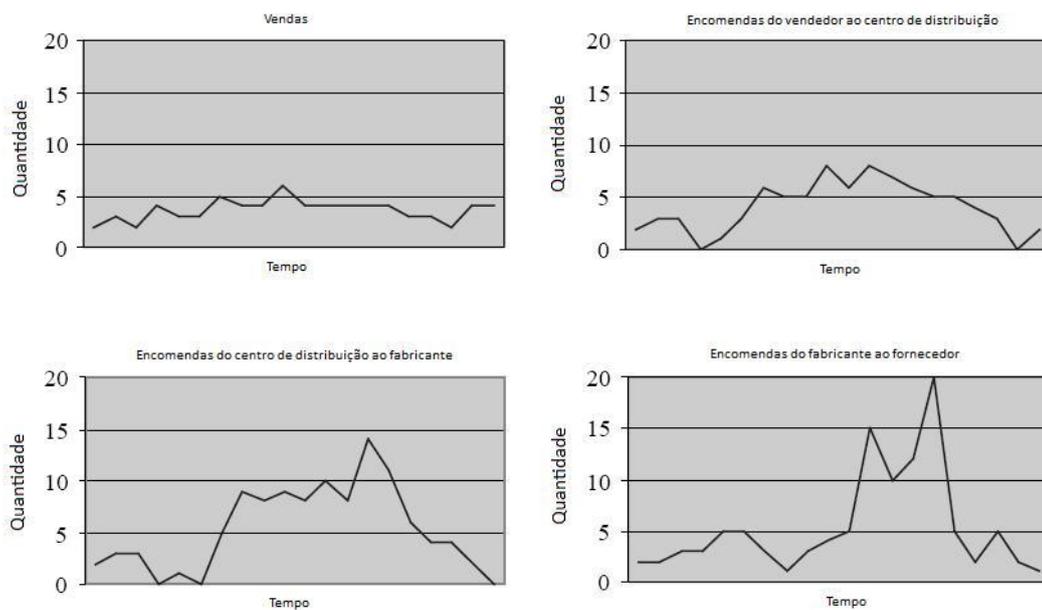
níveis-alvo, será feito o reabastecimento até se atingir o *target* novamente. Numa rede de abastecimento altamente integrada, onde as previsões ao nível mais baixo da cadeia são usadas para gerar os planos operacionais, os erros de previsão são ainda mais significativos do que numa empresa individual (Masuchun *et al.*, 2004).

2.2 Efeito Bullwhip

Uma cadeia de abastecimento (em inglês, *Supply Chain*) envolve quatro fluxos distintos mas inter-relacionados. Estes fluxos incluem o de materiais, o de informação, o de propriedade e o monetário. A gestão de uma cadeia de abastecimento não se cinge unicamente à optimização do fluxo de materiais. Uma gestão bem sucedida requer planear, gerir e controlar todos os quatro fluxos através da integração de processos chave desde os fornecedores primários, passando pelos fabricantes, retalhistas até aos utilizadores finais que criam valor para o consumidor (Lambert *et al.*, 1998; Bowersox *et al.*, 2003).

A gestão de uma cadeia de abastecimento implica portanto uma apertada coordenação entre todos os seus intervenientes. Estes estão de tal forma interligados que a performance de um deles afecta a performance dos outros membros dessa cadeia. Um exemplo bem conhecido deste tipo de dinâmica da cadeia de abastecimento é o efeito Bullwhip, um termo usado pela primeira vez pelos directores logísticos da Procter & Gamble (Lee *et al.*, 1997).

A figura 2.1 ilustra bem o fenómeno, onde uma pequena variabilidade da procura ao nível do cliente final é amplificada para os intervenientes acima na cadeia de abastecimento. Mesmo havendo uma procura relativamente estável no fim da cadeia as encomendas feitas pelo retalhista ao centro de distribuição tendem a variar mais do que aquilo que é percebido por aquele e assim sucessivamente e de forma crescente de jusante para montante na cadeia. O efeito Bullwhip causa invariavelmente um crescimento dos pontos de *stockagem* intermédios.



Fonte: Lee *et al.* (1997)

Figura 2.1 – O efeito Bullwhip

Isto deve-se ao facto de cada actor da cadeia se ver obrigado a fazê-lo para manter os níveis de serviço acordados. Tal leva a um acréscimo dos custos de *stockagem* devido aos excessos praticados, a uma ineficiência na utilização dos recursos, resultando eventualmente num pobre serviço ao cliente (Paik S-K., Bagchi P., 2007)

A ECR (*Efficient Consumer Response*), uma *joint trade* formada pelos executivos de um grupo de empresas inovadoras, tem vindo a tentar redefinir como é que a cadeia logística da indústria alimentar deveria funcionar. A motivação principal que os uniu tem a ver precisamente com o excesso de inventário ao longo da cadeia de abastecimento. Vários estudos realizados subsequentemente na indústria concluíram que a distorção da informação circulante levou a que cada entidade ao longo da cadeia acumulasse inventário devido ao elevado grau de incerteza e variações da procura. Isto traduziu-se, nos relatórios da ECR, numa estimativa de que o eliminar das ineficiências relacionadas com esta problemática equivalessem a uma oportunidade potencial de 30 mil milhões de dólares (Lee *et al.*, 1997).

2.3 Causas Comportamentais

O efeito Bullwhip é um fenómeno transversal a um grande número de indústrias desde a dos bens de consumo à do sector imobiliário e que Sterman (1989) tentou explicar recorrendo ao *beer distribution game* (jogo da distribuição de cerveja). Os participantes desempenham o papel de cliente, retalhista, gestor de centro de distribuição e fornecedor de uma popular marca de cerveja. Não podendo comunicar entre si, têm de tomar decisões quanto às suas encomendas baseando-se apenas no que o jogador anterior da cadeia encomendou. Sterman analisou-as e concluiu haver um curioso padrão: a variabilidade das encomendas de alguém acima na cadeia era sempre maior do que as de alguém abaixo. Esse padrão atribuiu-o parcialmente a comportamentos decisórios “irracionais” por parte dos participantes que subestimavam os atrasos das encomendas e sobretudo não encaravam a cadeia de abastecimento como um todo aquando das suas encomendas. As más decisões relativas a quando e quanto encomendar foram consideradas como provenientes da dificuldade de cada participante em avaliar complexos ciclos de *feedback* de outros participantes conjuntamente com os atrasos temporais.

Já antes Forrester (1958) havia demonstrado, recorrendo a modelos computacionais, a existência deste fenómeno, tendo chegado a conclusões semelhantes quanto à sua causa: a ausência da visão holística da cadeia como causadora da amplificação da procura.

2.4 Causas Estruturais

Lee *et al.* (1997) refere que, contrariamente ao até aí veiculado pelos autores anteriores, o efeito Bullwhip é consequência do comportamento racional dos intervenientes na cadeia de abastecimento. De acordo com este conceito, cabe às empresas, com o intuito de controlar o efeito Bullwhip, focarem-se em modificar a infra-estrutura da cadeia de abastecimento e os processos relacionados ao invés de alterar a forma como os decisores procedem. Assim são

identificadas quatro grandes causas para a existência do fenómeno: 1. Actualização das variações na procura; 2. Racionamento; 3. Formação de lotes de compra e de produção; 4. Flutuações de preço. Em seguida aprofundam-se cada uma delas.

i. Actualização das previsões da procura

O efeito Bullwhip é bastante potenciado por este factor principalmente devido à existência de *stocks* de segurança. Se um interveniente na zona inicial da cadeia (retalhista, por exemplo) sofrer um aumento no volume das suas vendas, este irá logicamente ajustar as suas previsões de vendas futuras tendo em conta esse acréscimo recente e aumentar o seu volume de encomendas para restabelecer os seus níveis de *stock*. No entanto, esse incremento no volume de encomendas é influenciado não só pelo aumento na procura mas também pela diminuição dos níveis de *stock* do retalhista. Desta forma, o aumento no volume das compras do retalhista é maior do que o aumento das suas vendas. Esta amplificação é reflectida nos dados da procura que o fornecedor utilizará na sua gestão. Este fenómeno repete-se ao longo da cadeia levando que a haja a amplificação da variação da procura desde o cliente final até ao fornecedor primário. Dado que o tamanho dos *stocks* de segurança contribui ainda mais para a existência do efeito Bullwhip, em situações em que o *lead-time* do produto é maior, mais significativa será a flutuação da procura.

ii. Formação de lotes de compra e de produção

As empresas tendem a agrupar pedidos com o objectivo de diminuir o custo do processamento das encomendas e o custo de transporte, que normalmente é fixo independentemente da quantidade transportada. De forma a otimizar o custo logístico associado ao transporte e utilizar ao máximo a capacidade dos mesmos (FTL), há um incentivo a que se encha o carregamento da unidade de transporte. Dada a variabilidade da procura ao longo do tempo no fim da cadeia a periodicidade das encomendas poderá variar. Estes fluxos irregulares de encomendas vão amplificar-se ao longo da cadeia de abastecimento causando o efeito Bullwhip.

iii. Flutuações de preço

As flutuações de preço a que aqui se refere têm a ver com promoções, descontos no preço, descontos de quantidade, cupões, em resumo práticas que as empresas executam com vista a atrair novos clientes ou à pura fidelização dos já existentes. Tais promoções podem ser bastante custosas para uma cadeia de abastecimento: quando um produto se encontra a um preço mais baixo do que o normal, o cliente tende a comprá-lo em maiores quantidades para tirar partido desse abatimento. Quando



Figura 2.2 - Geração do efeito Bullwhip através da existência de uma promoção (Fonte: Fisher *et al*, 1997)

o preço volta ao normal, esse mesmo cliente deixará de comprar esse produto até ter consumido as unidades que comprou anteriormente, desde logo modificando o seu padrão habitual de compra. Assim o seu padrão de compra não reflecte o seu padrão de consumo e a variação das quantidades compradas é significativamente maior do que a sua taxa de consumo – o efeito Bullwhip.

iv. Racionamento

As políticas de racionamento acontecem geralmente quando uma empresa ou um participante da cadeia de abastecimento sentem que não vão ser capazes, por algum motivo, de fornecer todas quantidades que serão encomendadas expectavelmente pelos seus clientes. Estes, sabendo da possibilidade de racionamento no recebimento dos produtos terão tendência a exagerar nas quantidades que encomendam para que possam receber o máximo possível. Isto pode levar a duas situações causadoras do efeito Bullwhip: em primeiro lugar o fornecedor não saberá se o valor excessivamente alto nas quantidades pedidas será fruto de uma resposta à política de racionamento ou se por outra será um aumento genuíno ligado a um aumento na procura abaixo na cadeia. Este é um sério problema que os fabricantes enfrentam especialmente nas primeiras fases de vida de um produto. Em segundo lugar, e quando as circunstâncias voltam à “normalidade”, ou seja, o fabricante ultrapassa os seus problemas internos e evita o racionamento dos seus produtos, a procura irá ser tendencialmente mais baixa do que o habitual, sobretudo devido às encomendas desproporcionadas antes feitas que levaram à existência de *stocks* excessivos nos níveis inferiores da cadeia e que serão necessariamente consumidos antes de haver novas encomendas.

2.5 Flexibilidade de produção

No passado, a procura que uma qualquer empresa enfrentava era bastante estável, havia uma menor variedade de produtos oferecidos e os ciclos de vida e *lead-times* eram bastante mais longos do que actualmente. Nos dias que correm, a capacidade para economicamente absorver as flutuações da procura, de desenvolver e introduzir novos produtos a uma impetuosa cadência usando as instalações fabris já existentes é vista como uma questão muito importante em termos competitivos tendo-se vindo a catalisar o interesse nesta matéria (Gaimon and Singhal, 1992).

Uma primeira definição de *manufacturing flexibility* (flexibilidade de produção) é creditada a Mascarenhas (1981) tendo sido definida como a habilidade de um sistema de produção em lidar com circunstâncias de mercado em constante mutação ou instabilidade causada pelo ambiente empresarial. Do ponto de vista operacional, Upton (1994) define este conceito como sendo a capacidade para mudar ou reagir às mudanças de condições do mercado, com o mínimo de penalizações em tempo, esforço, custo ou performance. A principal razão vincada por muitos autores para que se adquira flexibilidade produtiva é a de combater os vários tipos de incerteza inerentes à actividade empresarial, desde a incerteza inerente a que produtos

serão mais aceites pelos clientes até à incerteza relacionada com a procura final dos artigos em termos de quantidade. Reconhecendo que a cada tipo de incerteza deveria estar ligada uma medida de flexibilidade que a acomodasse, Gerwin (1987) refere a flexibilidade ao nível de volume de produção como forma a combater a incerteza quanto à procura.

2.6 Procura atípica

Quando uma cadeia de abastecimento se encontra perante uma situação de procura atípica, a sua gestão torna-se desafiante. Este tipo de situações acontece durante eventos como saldos, promoções ou o início de vida de um produto com ciclo de vida reduzido. Nestas ocasiões, a procura é altamente incerta e como tal, muito difícil de prever (Baruah, 2006).

Os objectivos de um retalhista durante um período de promoções ou saldos sazonais é o de gerar tráfego na loja e ajudar a comunicar a imagem da marca, aumentando ao mesmo tempo o retorno e os *cash-flows* tanto a curto como a longo prazo. Estes períodos originam no entanto grandes variações na procura, havendo como consequência a fatalidade de se incorrer em grandes custos logísticos tais como excesso de *stock* ou ausência do mesmo (Blattberg *et al.*, 1990)

Os efeitos perniciosos estendem-se bem para além das fronteiras de acção do retalhista, propagam-se à cadeia de abastecimento e estão na origem, como já descrito anteriormente, do efeito Bullwhip. Uma das medidas prescritas e que começou a ser utilizada por algumas empresas, tais como a Procter & Gamble, Kraft e Pillsbury, foi o chamado *everyday low price* (EDLP) e que surgia como contra-medida do *high-low pricing* (HLP). Com o EDLP, a política de preços assentava na manutenção constante de preços agressivamente baixos sem grandes variações, mesmo em tempo de promoções ou saldos conseguindo-se desta forma amortecer a procura. Lee (Lee *et al.* 2004) refere mesmo que “ao se aplicarem medidas deste género as empresas conseguem influenciar a procura e assim melhor gerir as suas parcerias”.

Dadas as repercussões que este tipo de eventos têm nas cadeias de abastecimento, é conveniente adoptar medidas que possibilitem ao mesmo tempo a recolha de dividendos e o amortecimento das incertezas. O aumento dos níveis de colaboração entre os actores da cadeia principalmente ao nível da partilha de informação fiável, aperfeiçoamento dos métodos de previsão e introdução de políticas de reabastecimento especificamente desenhadas para poder responder a tais eventos, são algumas destas medidas. Apesar das oportunidades financeiras existentes neste tipo de situações, as empresas têm muitas vezes que enfrentar grandes problemas relacionados com a escassez de produtos para responder à procura (Baruah, 2006).

“Empurrar” maiores níveis de *stock* ao longo da cadeia não pode ser considerado como uma solução para este problema, já que originará com grande grau de probabilidade *overstock* e consequentemente deixará as empresas com níveis elevados de artigos obsoletos.

2.7 Classificação de inventário ABC

Os sistemas de classificação de *stocks* ajudam à alocação de tempo e dinheiro na gestão desses mesmos *stocks*. Bloomberg (Bloomberg *et al.*, 2002) refere que fazer este tipo de classificação ajuda as empresas a lidar com uma multiplicidade de linhas de produção e de *stocks* intermédios acrescentando que uma das mais usadas é a classificação ABC.

Bloomberg (Bloomberg *et al.*, 2002) menciona que esta categorização é feita com base num grau de importância, que pode advir, entre outros, do custo de *stockouts*, do volume de vendas ou até da rentabilidade do artigo.

A análise ABC é uma adaptação da Lei de Pareto dos poucos vitais e dos muitos triviais. De acordo com Orlicky (1974), numa lista de artigos os poucos vitais equivalem a apenas 20 por cento dos mesmos mas correspondem a cerca de 80 por cento do valor, designando-se artigos de categoria A. Dos restantes 80 por cento dos artigos, tipicamente 30 por cento correspondem a 15 por cento da importância total, sendo classificados como de categoria B. Os restantes 50 por cento dos artigos são de valor inferior (5%) denominando-se de categoria C. A figura seguinte representa graficamente esta concepção.

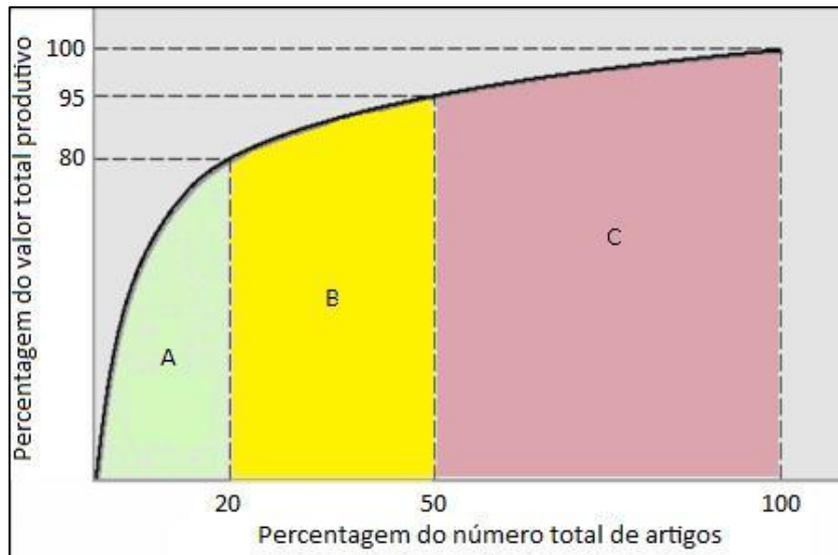


Figura 2.3 - Classificação ABC

Orlicky segue dizendo que a ideia por trás desta categorização é atribuir a maior parte dos recursos de controlo e planeamento aos artigos A onde o valor reside, às custas das outras classes que têm comprovadamente uma muito menor influência no total. O conceito é implementado quando se procede a um controlo mais apertado sobre os artigos da categoria A do que da categoria B e destes sobre os da categoria C.

2.8 O valor da informação

A boa relação entre os vários elementos de uma cadeia de abastecimento é um factor decisivo no seu sucesso. É com base nesta boa relação e num clima de confiança que preferencialmente se deve trabalhar numa situação destas dado que o bem individual significará certamente o bem global. Cachon e Lariviere (2001) estudam precisamente este fenómeno relacional referindo que em situações onde os níveis de confiança entre dois *players* da cadeia não sejam elevados, é comum um deles ou até ambos fazerem interpretações erradas de informações circulantes, nomeadamente das previsões de vendas.

Zhao e Xie (2002) concluem no seu estudo que a partilha de informação o mais precisa possível pode influenciar significativamente a performance de uma cadeia de abastecimento. Os principais ganhos surgem para o fabricante através da poupança nos seus custos de produção e de *stockagem* o que é lógico se pensarmos que à ampliação da variabilidade nas previsões estará conseqüentemente associada uma ampliação de custos. Dado que para eles os elementos da cadeia mais próximos do cliente final como os retalhistas não obtêm melhorias significativas na sequência de um esforço em tornar as previsões mais fiáveis, os dois autores sublinham a importância de haver incentivos por parte dos fornecedores para que a cadeia como um todo saia beneficiada.

Croson e Donohue (2004) com efeito vincam que é ao nível final da cadeia que a partilha de informação tem mais valor. A transferência dos direitos de decisão sobre encomendas é discutida com vista à total exploração dos benefícios da partilha de informação.

3 Enquadramento do projecto na situação actual da empresa

3.1 O processo produtivo

A unidade de produção da BOF compreende 6 etapas, cada uma delas operando numa área funcional específica. Funciona a três turnos, cinco dias por semana, não havendo actividade aos fins-de-semana. No futuro esta situação irá ser alargada também a esse período. Actualmente os fins-de-semana servem como almofada da produção já que é bastante comum a existência de horas extraordinárias.

Corte

No armazém de matéria-prima, junto à zona de corte onde começa o processo produtivo, estão armazenadas as placas de aglomerado de madeira (HDF, Melaminas e *Chipboard*). Na operação de corte são cortadas de acordo com um software de optimização do corte. Independentemente da procura existente as placas de matéria-prima são cortadas de forma a garantir o máximo aproveitamento das placas. Assim as taxas de desperdício nesta operação rondam os 3%.

Após a operação de corte dá-se a criação de dois fluxos de materiais. As placas de melamina, depois de cortadas, são encaminhadas para um *buffer* onde aguardam a operação seguinte. Por outro lado as placas de *chipboard* são cortadas em tiras de dimensões específicas e encaminhadas para a área das *Frames*.

Frames

Nesta zona o trabalho é feito manualmente e é executado, a título de curiosidade, apenas por pessoas do sexo feminino. Existem nove bancas de trabalho, em cada uma das bancas trabalham quatro operadoras cuja função consiste na construção dos caixilhos de madeira que são o esqueleto dos componentes do móvel final. As tiras de madeira são coladas a altas temperaturas de acordo com um esquema pré-definido. Os tempos de *setup* nesta área são relativamente curtos já que os *setups* são de fácil execução.

Depois de montados, os caixilhos de *chipboard* são preenchidos por um papel em forma de “favo de mel” que vai conferir à peça a resistência necessária. No seguimento desta operação segue-se a colagem manual de uma placa de HDF em cada face da moldura.



Figura 3.1 - Processo de montagem das molduras na área dos *Frames*

Cold Press

Para que a colagem seja feita correctamente as peças são sujeitas a uma prensagem a frio. Esta operação é feita em oito prensas e demora cerca de 20 minutos. O número de peças processadas por cada prensa depende da capacidade em altura da mesma. Após prensadas as peças aguardam em *conveyors*, no mínimo duas horas, para que se dê a cura da cola.

Edge Band & Drill

Esta área funcional é formada por três linhas. A Linha 1 encontra-se dedicada à furação e orlagem de semi-produtos em melamina. A Linha 2 e 3 são responsáveis por orlar e furar os semi-produtos BOF.

Cada uma das linhas é composta por 2 furadoras e 3 orladoras, intercaladas por mecanismos que vão rodando e reorientado as peças de modo a que as orlas sejam colocadas nas faces correctas e a furação seja feita no local exacto.

As peças que se encontram dentro das normas de qualidade estabelecidas são empurradas para o processo seguinte. Os semi-produtos melamina não necessitam de ser pintados sendo, no final desta operação, são colocados em *buffer*. Por outro lado os semi-produtos BOF são encaminhados para a zona de pintura.

Lacquering

Esta zona é formada por 2 linhas de pintura idênticas. Cada uma destas linhas apenas pode pintar uma cor de cada vez o que implica que apenas 2 cores diferentes podem ser pintadas em simultâneo.

Por razões estratégicas e na tentativa de se conseguir um melhor cumprimento dos planos de produção devido aos tempos de *setup* inerentes às trocas de cor, as duas linhas nunca pintam a mesma cor em simultâneo.

Packing

A zona de embalagem é a parte final do processo produtivo. Nesta zona os semi-produtos são agrupados formando produtos finais. A operação de embalagem só é iniciada se uma determinada quantidade mínima de todos os semi-produtos constituintes de um produto final se encontrarem disponíveis. Nesta zona existem três máquinas, duas *Genax* que fazem embalagem em cartão, e uma *Kalfass* que embala em plástico.

Antes de serem embalados os semi-produtos aguardam num *buffer* que se situa antes das linhas de embalagem. De acordo com o plano de produção, os semi-produtos são movimentados do *buffer* para as linhas de embalagem e colocados ao longo desta de acordo com a ordem de colocação na embalagem.

Enquanto um produto está a ser embalado, os semi-produtos constituintes do produto final que será embalado em seguida são movidos para junto da linha de embalagem de modo a minimizar o tempo de preparação da linha na mudança de produto. Após embalados, os produtos são colocados em paletes e transferidos para o armazém de produto final.

3.2 Processo de Preenchimento de Encomendas

Na Swedwood, a gestão de *stock* de produtos finais é feita de forma independente em relação ao processo produtivo. Essa gestão é feita pelo centro logístico que está encarregue do processo de *Order-Fulfillment* que, tem como objectivo a satisfação das encomendas feitas pelo cliente, no caso a IKEA.

Este processo pode ser considerado como tendo dois fluxos paralelos. Por um lado existe o fluxo inerente à geração de encomendas que no fundo fornece ao sistema produtivo um *input*. Por outro lado existe o fluxo de bens que irá condicionar a disponibilidade desses mesmos bens no processo de *Order-fulfillment*. Tanto a procura como a disponibilidade de artigos são conhecidos e é nestas condições que este processo deverá ser executado tentando-se maximizar a satisfação de pedidos por parte da IKEA.

Este processo é constituído por 5 sub-processos, ilustrados na figura abaixo.



Figura 3.2 - O processo global de *Order-Fulfillment*

O processo designado por *Inbound Put-Away* acontece quando os artigos acabados de produzir estão prontos a transitar da fábrica para o armazém. O transporte é feito por empilhadores que têm como função averiguar a qualidade da carga transportada. Ao mínimo sinal de defeito na carga é função do condutor do empilhador retorná-la à fábrica para análise posterior do defeito.

Segue-se o processo designado por *Order receive and confirm* (literalmente ‘recepção de encomendas e sua confirmação’) que, em traços gerais, começa com a recepção de encomendas e passa por confirmá-las de acordo com a disponibilidade de artigos e com a capacidade de despacho do armazém. Isto é feito actualmente apenas para alguns artigos e designa-se por ATP. Para estes artigos, o ERP utilizado – o *Movex* – faz a aferição da sua disponibilidade no armazém e, não estando disponível, automaticamente a aloca à semana onde proximamente irá ser produzido esse artigo. Se aí ainda houver indisponibilidade, a encomenda é alocada a um tempo indefinido no futuro que tenha a disponibilidade necessária para que a encomenda seja processada e despachada. Esta é uma situação que irá desaparecer pois não faz grande sentido que uma encomenda fique pendente por tempo indeterminado. No futuro todas as encomendas serão processadas da mesma forma: se houver disponibilidade a encomenda é aceite e todo o processo continua a fluir normalmente; se por outro lado se apurar que não é possível satisfazer a encomenda no período de tempo desejado, a encomenda é cancelada e a IKEA é informada disso mesmo.

No processo de *Dispatch Preparation* é planeado todo o procedimento de expedição, desde a criação e consolidação das cargas a despachar, da optimização da alocação das cargas no camião até à libertação da chamada *picking list*, lista dos artigos a serem carregados pelos colaboradores no armazém. O processo que se segue, *Dispatch*, é a pura continuação do anterior e começa assim que a *picking list* é libertada. Os colaboradores começam por carregar os artigos em primeiro lugar para o cais atribuído (*picking preparation*) e em seguida para o camião (*pick loading*). O processo de *Order-fulfillment* termina com o sub-processo *Invoice* onde se trata de confirmar à IKEA que todo o processo foi terminado e que se procedeu à expedição da carga.

3.3 Geração de encomendas na IKEA

A geração de encomendas é feita a vários níveis. Ao nível local, isto é, nas diversas lojas IKEA, a geração de encomendas é feita de forma descentralizada, sendo cada loja responsável por prever a procura e gerar encomendas conforme. A um nível superior, nos centros de distribuição regionais, a geração de encomendas é feita de forma centralizada sendo que depende de vários factores tais como as previsões de vendas das lojas servidas, o *stock* existente ou os bens em trânsito.

Apesar das previsões da procura serem feitas no final da cadeia de forma descentralizada, as previsões da procura que seguem para os fornecedores são feitas na sede da IKEA. Há dois tipos de situação que podem acontecer e que afectam de forma diferente este processo de formação das previsões que seguem para os fornecedores. A diferença está no percurso que é feito pelo fluxo de informação. Numa primeira situação estão as lojas que geram as suas encomendas aos centros de distribuição regionais e que as derivam das suas próprias previsões, tal como descrito acima. Em seguida os valores em causa são comparados com o *stock* de segurança existente no centro de distribuição, com as encomendas em trânsito e com os próprios *stocks* existentes nas lojas. O mesmo procedimento é feito para os centros de distribuição onde ao invés de se utilizarem como *input* as previsões de vendas das lojas se usa a procura inerente a cada loja afectada ao centro. Num segundo caso, estão as lojas que reportam as suas necessidades directamente aos fornecedores, já que também são fornecidas directamente por estes. Nesta situação, as lojas enviam as suas previsões de vendas para a IKEA sendo o fluxo de informação directo.

Todas estas previsões são depois consolidadas centralmente na IKEA numa única. São depois revistas em conjunto com cada fornecedor para que se chegue a um compromisso que tem em consideração a capacidade produtiva de cada um. Assim chega-se às previsões anuais (anos fiscais suecos) que são posteriormente enviadas aos fornecedores. Estas previsões são actualizadas semanalmente e chegam à Swedwood Portugal às segundas-feiras, cobrindo um período deslizante de 52 semanas.

3.4 Medidas de performance e classificação de artigos

O nível de serviço (*service level*) é uma medida que indica para cada loja a disponibilidade do artigo em questão nas suas prateleiras e que é mensurada pela própria IKEA. Esta é uma medida que serve não só para aferir da performance interna da IKEA como também dos seus fornecedores. Uma outra medida utilizada é a segurança de entrega (*delivery security*) que avalia a capacidade das entregas serem feitas dentro do período de tempo requerido. Para ambas as medidas referidas existe um *target* que é definido pela IKEA e que deve ser cumprido pela Swedwood. No caso da segurança de entrega os valores são calculados de quatro em quatro semanas e actualmente encontra-se em 98,9%, o que demonstra uma boa prestação. Os *lead-times* (tempo que vai desde a chegada da encomenda ao despacho da mesma) são diferentes de acordo com o destino dos artigos. Sendo que actualmente a BOF serve dois grandes grupos de destinos, Ásia e Península Ibérica, os *lead-times* são os seguintes:

- Ásia – 14 dias de *lead-time*
- Península Ibérica – 5, 7 ou 14 dias de *lead-time*

Como se pode constatar o *lead-time* para os destinos asiáticos é fixo o mesmo não acontecendo com os que têm como o destino as diversas lojas IKEA da Península Ibérica. A razão de ser prende-se com a importância do artigo em termos de volume de vendas nas lojas. De acordo com esse volume, o *lead-time* poderá variar: se o valor for acentuadamente maior para um dado período o *lead-time* poderá ser reduzido para que os carregamentos sejam feitos de forma mais regular e assim não haja sobrecarga ao nível dos *stocks* nas lojas. Apesar do *lead-time* para as localizações asiáticas ser fixo é de prever que no futuro também este possa vir a variar de acordo com as necessidades. A razão pela qual ainda não o é prende-se essencialmente com o facto de só desde meados de 2009 se ter iniciado o abastecimento dessas localizações e haver um período de adaptação.

Ainda a respeito desta temática deve ser referido que sempre que possível se tenta fazer a antecipação de encomendas, ou seja, fazer o seu despacho algum tempo antes do *lead-time* exigido. Isto permite como é lógico ganhar alguma margem de manobra para situações em que haja um maior volume de encomendas e seja imperativo uma resposta ao melhor nível por parte dos artigos em *stock*. Apesar disso, esta antecipação não deve ser usada de forma excessiva já que para as lojas não é conveniente que haja um grande número de encomendas a chegar por antecipação devido à *stockagem* excessiva que isso pode representar.

A classificação de cariz interno é referente à Swedwood Portugal já que no grupo Swedwood não existe uma política de classificação de artigos. A classificação utilizada, e que foi desenvolvida na BOF, serve primariamente o departamento logístico.

Foi baseada na classificação ABC (é de resto uma pequena variante) e compreende a seguinte distribuição:

- A – artigos que equivalem a cerca de 65% do valor total
- B – artigos que equivalem a cerca de 25% do valor total
- C – artigos que equivalem a cerca de 10% do valor total

O valor total é definido como sendo o produto da importância final do artigo em causa pelo seu volume de vendas, baseando-se este valor nas previsões dos anos fiscais. Esta classificação é usada no armazém para fins de localização física de artigos. Os artigos de maior valor estarão localizados em coordenadas que estejam mais acessíveis e mais próximas dos cais de despacho, dada a sua grande rotação, para que as rotas efectuadas pelos empilhadores sejam mais curtas. A produção apoia-se nesta classificação e faz a priorização do processo produtivo de acordo com esta classificação, fazendo maior rotação dos artigos de maior valor.

3.5 Gestão de stocks e planeamento da produção

Como já foi referido, todas as semanas a IKEA envia um ficheiro que contém a previsão das encomendas por artigo e por localização para as semanas seguintes, num período de 52 semanas, além de informação relevante como a classificação do artigo quanto à sua classe de serviço. O ficheiro (denominado SPI) provém da supracitada previsão anual, sendo uma partição desta. A previsão anual não é tão explícita quanto o SPI, ou seja, apresenta a informação de uma forma mais global sendo por isso mais fiável. A informação patente no SPI vai sendo actualizada ao longo do tempo. O motivo para a realização deste projecto advém precisamente deste facto, da excessiva variação da informação de uma forma relativamente injustificada de SPI para SPI, tal como foi descrito em 1.2.

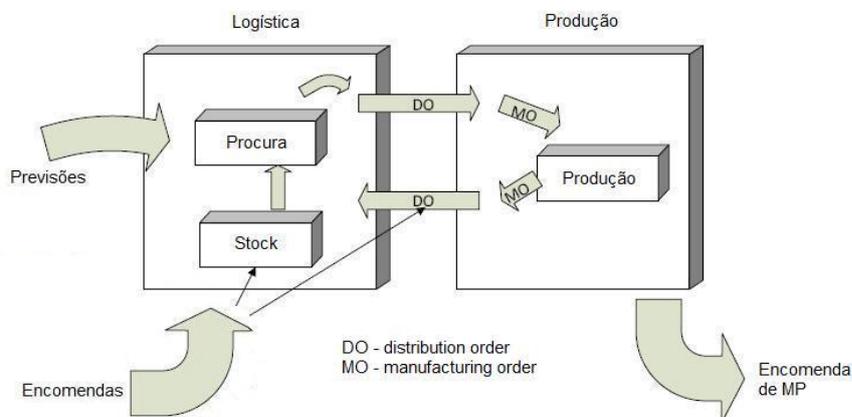


Figura 3.3 - Interação entre os departamentos logístico e de produção

Tal como documenta a figura acima, além da informação dos SPI's, a logística lida com as encomendas realmente colocadas por parte da IKEA. A efectiva resposta a essas encomendas é assegurada pelo armazém e pelos elevados níveis de *stock* existentes. Com efeito, a Swedwood apresenta uma filosofia de *build-to-stock*, ou seja, de produzir para *stock*. Isto deve-se ao facto da IKEA garantir a compra de artigos que estejam armazenados até 5 meses, assegurando portanto que os custos do risco associado à manutenção de tamanho nível de *stock* sejam inexistentes ou praticamente inexistentes.

Raramente são recusadas encomendas que venham da IKEA. Isto deve-se não só aos já referidos elevados níveis de *stock* como também ao facto de a diferenciação entre artigos que têm como destino a Península Ibérica e os que vão para a Ásia ser mínima. Com efeito, as únicas dissemelhanças são as seguintes:

- Etiqueta que é colocada na caixa do artigo respectivo e na palete (conjunto de artigos)
- Manuais que são colocados nas caixas dos artigos
- Paletes utilizadas



Figura 3.4 - Visão geral do armazém

Ainda em relação a este último ponto convém referir que ao sair da produção os artigos são paletizados de forma diferente. Os artigos asiáticos são duplamente paletizados, com uma paleta de cartão e uma paleta de madeira que serve apenas para fins de armazenamento. Depois, aquando dos despachos, apenas são expedidas as paletes de cartão. Isto deve-se ao facto de os carregamentos serem feitos em contentores e transportados por via marítima. Assim e dados os grande volumes transportados, a IKEA procura minimizar o elevado custo de transporte que está associado ao peso carregado. Desta forma a utilização de paletes de cartão possibilita que o peso total transportado seja reduzido já que este tipo de paletes é mais leve que as de madeira.



Figura 3.5 - Factores diferenciadores entre artigos destinados aos mercados europeu e asiático

Assim tendo em conta estes pormenores que diferenciam os dois tipos de artigo é possível que, numa situação em que não haja *stock* suficiente de um artigo de um dos tipos, se utilize o *stock* do artigo correspondente do outro tipo. Para isso tem que se proceder à despaletização dos artigos e alteração daquilo que foi acima descrito como díspar. Como já foi veiculado, os artigos são armazenados de acordo com a sua rotatividade. Assim, a Swedwood estipulou diferentes níveis de *stock* mínimos e que variam de acordo com o *service level* respectivo do artigo em causa. Dado que esta classificação vai alterando ao longo do tempo percebe-se que também o nível mínimo de *stock* necessário varia frequentemente. Além disto, os níveis de *stock* tomam em linha de conta (em menor escala) um factor de ponderação que avalia a variação do cumprimento dos planos de produção. Os níveis mínimos estipulados internamente são os seguintes:

- Artigos S0 – 3 semanas
- Artigos S1 – 2 semanas
- Artigos S2 – 1 semana
- Artigos S3 – 0,5 semanas

O nível de serviço S0 é o mais elevado e corresponde a 100% de disponibilidade nas lojas. Este nível não é actualmente utilizado para nenhum artigo produzido na BOF. Os artigos de categoria S1 correspondem a um disponibilidade de 99%, os S2 a 95% e a S3 a 90%. Apesar da classificação utilizada pela IKEA ter a ver com os níveis de serviço, a classificação de inventário e de cálculo de lotes de produção utilizada na Swedwood é a classificação ABC. Esta divergência será mais à frente analisada.

3.6 A razão de ser do projecto

Feito todo o enquadramento da forma como funcionava a empresa aquando do início do estágio, convém explicar o porquê da necessidade do mesmo. Foi devido a um problema ocorrido em Dezembro de 2009 com o semi-produto melanina que na empresa se teve a ideia de modificar um pouco a forma de trabalhar. Com efeito, sendo a época de Dezembro considerada uma época alta, muito por causa das actividades natalícias, houve um aumento da procura (encomendas vindas da IKEA), não previsto pelas previsões. Assim, dada a capacidade produtiva limitada (ver processo produtivo, *Edge Band & Drill*) a procura excedeu em larga medida as possibilidades de produção e não foi possível responder eficazmente aquilo que foi encomendado.

Fazendo uma análise interna, percebeu-se que mais situações destas poderiam vir a acontecer no futuro, sendo verdadeiramente intolerável que tal possa suceder. Percebeu-se que havia de certa forma algum distanciamento entre a forma como trabalhava o departamento logístico e o da produção em relação ao que deveria suceder. De facto, em ambos os departamentos se trabalhava e se pensava num horizonte temporal relativamente curto. Assim sendo, e naquele caso concreto das melaminas, apesar de possivelmente se ter recebido a informação de forma relativamente antecipada (algo que acontece normalmente em situações de alta procura como é o caso do Natal), o planeamento não tomou isso em consideração devido ao seu curto período de actuação e ao facto de do lado da logística essa necessidade não lhes ter sido transmitida.

O facto de este período ser tão curto não é infundado. De facto, teoricamente dever-se-ia proceder ao congelamento de duas semanas de produção. No entanto, não é o que acontece havendo muitas situações onde na própria semana são feitas alterações ao plano de produção. Isto deve-se sobretudo a paragens que ocorrem frequentemente na linha e que obrigam a tais alterações. No entanto, a problemática do não congelamento não pode ser atribuída apenas a esta situação já que a segunda semana também acaba por não ser congelada. Isto tem origem na constatação de que as previsões sofriam uma grande variação. Esta constatação feita pelo departamento de logística era apenas fruto da análise de semana para semana, nada de muito aprofundado. Em casos de grande variação, o procedimento contemplava o contacto com a IKEA para se perceber o seu motivo.

Foi no seguimento desta conjuntura desfavorável que surgiu a ideia da criação de uma ferramenta que permitisse simular o plano de cargas representativo das tendências de mercado a médio prazo tendo em conta o processo produtivo da fábrica BOF.

Este é um bom exemplo daquilo que é transversal à maioria dos artigos produzidos. As previsões são más mesmo em períodos em que a procura é estável como é o caso do reportado no gráfico que representa a procura do artigo, sensivelmente nas primeiras 20 semanas analisadas. No entanto nestes períodos o que se observa é que as previsões por defeito acabam por equilibrar com as previsões por excesso. Não sendo uma situação que favoreça o melhor funcionamento da produção, é algo que é fácil de ultrapassar dada a grande dimensão do armazém e das quantidades armazenadas.

Bastante diferente é a situação que se pode observar em picos de procura. Com efeito se se atentar na coluna mais à direita da figura, correspondente à semana 29 do ano de 2009, constata-se que as encomendas feitas para essa mesma semana ultrapassaram em grande escala as previsões que foram feitas sendo que esse desvio foi na ordem dos 700%. Numa análise alargada aos outros artigos percebe-se que infelizmente esta é uma situação vulgar, ou seja, os picos de procura são na maior parte das vezes subestimados. No caso demonstrado, o pico da procura ocorreu sensivelmente à volta da semana 30 como se pode observar no gráfico. Este é um período em que se constata uma grande simultaneidade de máximos na demanda em diversos artigos e que pode ser explicado de uma forma lógica. De facto, existem durante o ano dois períodos de grande procura nas lojas IKEA e que têm a ver com duas situações distintas: o lançamento do catálogo anual em Setembro e a época natalícia. Estes são os dois mais importantes eventos que acontecem anualmente, sendo que ocasionalmente ocorrem outros, como promoções ou lançamento de um novo artigo.

Assim, devido ao lançamento de catálogo em Setembro, a IKEA tem por hábito encomendar algumas semanas antes um grande volume de artigos e fá-lo essencialmente por dois motivos. Primeiro porque a fábrica BOF não está totalmente operacional em Agosto havendo um período de paragem para férias. Por outro lado a IKEA tem por hábito encomendar com alguma antecedência, principalmente quando se tratam dos já referidos eventos, não só para que por parte da Swedwood haja alguma margem de manobra para o planeamento da produção mas também para que seja feita atempadamente a distribuição dos artigos pelas lojas e centros de distribuição e se reponham *stocks*. Apesar disto, o facto de as previsões serem tão pouco fiáveis faz com que os períodos de grande procura sejam potencialmente alvo de uma grande sobrecarga produtiva que pode ter em última análise, um efeito negativo nos níveis de serviço. Apesar de a política da empresa ser o *build-to-stock* e o armazém ser a grande arma para responder a estas situações, o aumento da gama de artigos produzidos bem como o número de localizações servidas irá tornar mais complicada esta situação.

Completando aquilo que já foi referido em relação aos chamados eventos, a introdução de um novo artigo é meritória de uma análise mais profunda. De facto, esta é também uma situação onde há um grande volume de quantidades encomendadas. Quando há o lançamento de um novo artigo, a IKEA segue o procedimento de, com alguma antecedência, informar a Swedwood de forma externa, ou seja, fora do âmbito dos SPI's. Este período entre a comunicação por parte da IKEA e o início da expedição dos novos artigos, é denominado por período de *buy-in* e que é alargado (cerca 4 semanas normalmente) para que, mais uma vez, seja possível à Swedwood construir *stocks* para que possa, aquando das encomendas, responder da melhor forma. Isto foi algo que aconteceu bastante durante o ano 2009 dado que foi nesse ano que as localizações asiáticas foram introduzidas.

Este primeiro estudo realizado veio confirmar algo que já se tinha percebido na empresa, que a variabilidade das previsões recebidas é grande e a sua amplitude de variação elevada.

No entanto esta análise limitou-se unicamente a analisar artigo a artigo e a comparar quantidades previstas com quantidades efectivamente encomendadas. Assim foi considerado necessária a introdução do factor produtivo, não só pela perspectiva de uma análise mais real dos efeitos das previsões como também por ser esse o factor determinante na criação de uma ferramenta que permitisse simular o plano de cargas produtivas. Essa ferramenta é constituída essencialmente por duas partes. Uma de conversão de previsões em carga de produção e outra de análise de fiabilidade das previsões. Os subcapítulos seguintes aprofundam o seu desenvolvimento.

4.2 Introdução do factor produtivo

Para esta parte da ferramenta foi de grande importância a colaboração do Eng.º Luís Vasques e do Eng.º Vítor Carvalho. Aquilo que foi feito foi o levantamento de todos os dados referentes aos elementos produtivos relevantes para se proceder ao cálculo dos tempos teóricos de produção. O *software* utilizado como já foi referido foi o *Microsoft Excel*®, instrumento muito útil para reunir informação e trabalhá-la. A informação que foi necessária recolher numa primeira fase foi obtida através de:

- i. Um levantamento dos semi-produtos que constituem cada artigo final
- ii. Um rastreamento dos dados referentes às cadências de cada máquina de cada área produtiva
- iii. Uma listagem do tipo de embalagem usado para cada produto

No caso do ponto ii há uma nuance que teve de ser tomada em conta. Na primeira fase produtiva, correspondente ao corte (*Schelling*), a cadência da máquina não é obtida pelo número de peças processadas por minuto como nas outras áreas produtivas (exceptuando os *Frames*). A cadência é sim calculada como o volume (m^3) de matéria-prima cortada. Sabendo o volume que cada semi-produto ocupa e tendo sido feito o levantamento de que semi-produtos leva cada artigo final foi possível calcular o tempo teórico (em horas) que cada unidade de um artigo final necessita de passar nesta área funcional. O mesmo foi feito para todas as outras áreas. No caso dos *Frames* a diferença é que, tal como descrito no subcapítulo 3.5, o processamento é manual ao invés das outras áreas. Assim para se saber a cadência de produção foi necessário recorrer a métodos de medição manuais das diversas tarefas envolvidas na produção de cada subproduto nesta área funcional. Estes dados já estavam identificados no sistema informático interno se bem que estes tempos poderão ser alterados devido a acções por parte do departamento de melhoria contínua (denominado por SWOP – *Swedwood Way of Production*).

Ferramenta de simulação de cargas produtivas baseadas em previsões de vendas e estudo do impacto da sua variabilidade

				Calcular	Schelling	Frames	Cold Press	Edge band & Drill - BoF	Edge band & Drill - Mm	Lacquering	Packing - Kalfass	Packing - Genax
Ref	Description	Qty	Packing	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
11013	LACK wll shlf 190x26 white	1	Kalfass	0,0002	0,0065	0,0006	0,0008	0,0000	0,0004	0,0017	0,0000	
45560	LACK shelving unit 35x190 white	1	Genax	0,0009	0,0718	0,0039	0,0030	0,0000	0,0016	0,0000	0,0021	
71356	EXPEDIT BC 185x185 Black Brown	1	Genax	0,0040	0,0144	0,0018	0,0022	0,0090	0,0020	0,0000	0,0063	
95036	LACK N cff tbl 90x55 white	1	Kalfass	0,0003	0,0389	0,0012	0,0008	0,0009	0,0002	0,0010	0,0000	
103746	LACK NN shelving unit 35x190 black-brown	1	Genax	0,0009	0,0718	0,0039	0,0030	0,0000	0,0016	0,0000	0,0021	
104291	LACK NN cff tbl 118x78 black-brown	1	Genax	0,0007	0,0382	0,0012	0,0010	0,0009	0,0005	0,0000	0,0021	
105323	LACK TV bnch 149x55 white	1	Genax	0,0009	0,0653	0,0035	0,0027	0,0000	0,0009	0,0000	0,0021	
147726	Expedit Coffee Table 118x59 Walnut	1	Genax	0,0004	0,1040	0,0033	0,0026	0,0000	0,0007	0,0000	0,0021	
147733	Expedit coffee table 78x78 Walnut	1	Genax	0,0005	0,0920	0,0033	0,0026	0,0000	0,0012	0,0000	0,0021	
153074	LACK NN wll shlf 110x26 walnut effect	1	Kalfass	0,0001	0,0087	0,0006	0,0003	0,0000	0,0002	0,0010	0,0000	
153154	LACK NN bookcase 105x190 Black	1	Genax	0,0014	0,0708	0,0043	0,0030	0,0000	0,0025	0,0000	0,0021	
162224	VKA AMON T TP 120x60 White AP JP	1	Genax	0,0003	0,0321	0,0012	0,0009	0,0000	0,0003	0,0000	0,0021	
162484	VKA AMON T TP 150x75 Walnut	1	Genax	0,0004	0,0316	0,0012	0,0010	0,0000	0,0006	0,0000	0,0021	
171394	EXPEDIT Shelving Unit 79x79 Walnut AP CN	1	Genax	0,0008	0,0361	0,0024	0,0017	0,0012	0,0009	0,0000	0,0021	
185485	EXPEDIT BC 79x149 White AP CN	1	Genax	0,0014	0,0291	0,0024	0,0018	0,0028	0,0013	0,0000	0,0021	
185490	Expedit SU 89x149 White AP CN	1	Genax	0,0019	0,0219	0,0095	0,0019	0,0050	0,0013	0,0000	0,0021	
186183	LACK NN wll shlf 110x26 Black Brown AP CN	1	Kalfass	0,0001	0,0087	0,0006	0,0003	0,0000	0,0002	0,0010	0,0000	

Figura 4.2 - Cálculos dos tempos de produção unitários

Na figura acima estão exemplificados os cálculos feitos para alguns artigos produzidos. Os valores da tabela estão em horas de produção por artigo. As células que figuram a amarelo e apresentam o valor nulo significam que para esse artigo aquela operação não existe. A 5ª coluna da tabela refere-se à operação de orlagem e furação de subprodutos melanina e, como se pode constatar nem todos são constituídos por melamina. As duas colunas da direita são mutuamente exclusivas, isto é, um artigo ou é embalado na linha Kalfass ou na linha Genax.

Estes cálculos foram feitos tendo em conta uma eficiência operacional de 100% algo que, apesar de ideal, é utópico. Para tal é lógico afectar estes tempos teóricos não só de uma taxa de eficiência operacional como também, no caso da área dos *Frames*, da taxa de absentismo. Como estes são valores passíveis de variação ao longo do tempo, têm que ser manualmente introduzidos na ferramenta e são determinados tendo em conta os valores passados e aquilo que será expectável no futuro. Sabendo também a informação relacionada com a duração dos turnos de trabalho e dias de trabalho semanais, é possível determinar o número de horas de produção semanais disponíveis, por área funcional. Na figura seguinte apresenta-se precisamente aquilo que foi descrito.

		201014	201015	201016	201017	201018	201019	201020	201021	201022	201023	201024	201025	201026	201027	201028	201029	201030	201031	201032	201033	201034	
work days		5	5	5	5	5	5	5	5	3	4	5	5	5	5	5	5	0	0	2	5	5	
Frames	nb of operators	26	26	26	26	26	26	26	26	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	38	38	38	
	absenteeism	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%
	efficiency	75,0%	75,0%	75,0%	75,0%	75,0%	75,0%	75,0%	75,0%	65,0%	66,0%	67,0%	68,0%	69,0%	70,0%	71,0%	72,0%	73,0%	74,0%	65,0%	66,0%	67,0%	67,0%
	teams	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Cold Press	hours/shift	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
	available hours	1974	1974	1974	1974	1974	1974	1974	1974	1264	1711	2171	2203	2236	2268	2300	2333	0	0	1000	2539	2578	2578
	efficiency	85,3%	85,3%	85,3%	85,3%	85,3%	85,3%	85,3%	85,3%	85,3%	85,3%	85,3%	85,3%	85,3%	85,3%	85,3%	85,3%	85,3%	85,3%	85,3%	85,3%	85,3%	85,3%
	teams	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	5,5	5,5	5,5
Edge band & Drill - BoF	hours/shift	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
	available hours	119,3	119,3	119,3	119,3	119,3	119,3	119,3	119,3	71,6	95,4	119,3	119,3	119,3	119,3	119,3	119,3	0,0	0,0	47,7	119,3	119,3	119,3
	efficiency	62,1%	62,1%	62,1%	62,1%	62,1%	62,1%	62,1%	62,1%	62,1%	62,1%	62,1%	62,1%	62,1%	62,1%	62,1%	62,1%	62,1%	62,1%	62,1%	62,1%	62,1%	62,1%
	teams	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Edge band & Drill - Mm	hours/shift	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9	11,1	11,1	11,1	11,1	
	available hours	81,0	81,0	81,0	81,0	81,0	81,0	81,0	92,2	55,3	73,8	92,2	92,2	92,2	92,2	92,2	92,2	0,0	0,0	41,4	103,4	103,4	
	efficiency	23,4%	23,4%	23,4%	23,4%	23,4%	23,4%	23,4%	23,4%	23,4%	23,4%	23,4%	23,4%	23,4%	23,4%	23,4%	23,4%	23,4%	23,4%	23,4%	27,0%	27,0%	
	teams	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Lacquering	hours/shift	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	
	available hours	52,7	52,7	52,7	52,7	52,7	52,7	52,7	52,7	31,6	42,1	52,7	52,7	52,7	52,7	52,7	52,7	0,0	0,0	21,1	60,8	60,8	
	efficiency	64,9%	64,9%	64,9%	64,9%	64,9%	64,9%	64,9%	64,9%	64,9%	64,9%	64,9%	64,9%	64,9%	64,9%	64,9%	64,9%	64,9%	64,9%	64,9%	64,9%	64,9%	
	teams	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Packing - Kalfass	hours/shift	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	
	available hours	48,7	48,7	48,7	48,7	48,7	48,7	48,7	48,7	29,2	38,9	48,7	48,7	48,7	48,7	48,7	48,7	0,0	0,0	19,5	48,7	48,7	
	efficiency	65,9%	65,9%	65,9%	65,9%	65,9%	65,9%	65,9%	65,9%	65,9%	65,9%	65,9%	65,9%	65,9%	65,9%	65,9%	65,9%	65,9%	65,9%	65,9%	65,9%	65,9%	
	teams	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Packing - Genax	hours/shift	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	
	available hours	98,9	98,9	98,9	98,9	98,9	98,9	98,9	98,9	59,3	79,1	98,9	98,9	98,9	98,9	98,9	98,9	0,0	0,0	39,5	98,9	98,9	
	efficiency	65,9%	65,9%	65,9%	65,9%	65,9%	65,9%	65,9%	65,9%	65,9%	65,9%	65,9%	65,9%	65,9%	65,9%	65,9%	65,9%	65,9%	65,9%	65,9%	65,9%	65,9%	
	teams	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	

Figura 4.3 - Capacidade instalada a amarelo (horas)

No caso da Edge band & Drill – Mm (melaminas), as horas disponíveis por turno incluem uma linha adicional (mais pequena) onde também se pode realizar esta operação e que acrescenta capacidade de produção se necessário. A máquina lá existente é antiga sendo que por isso o seu rendimento é menor.

As células assinaladas a amarelo indicam a capacidade instalada em termos de horas de produção e são estes os valores a comparar com a projecção dos valores previstos nos SPI's (em nº de peças) traduzidos em horas de produção para se aquilatar da carga produtiva ao longo do horizonte do SPI. Para a conversão das quantidades de peças previstas nos SPI's em horas de produção, foi criado um procedimento que, ajustando-se ao formato do SPI, faz o somatório das quantidades nele previstas, por artigo e por semana. Em seguida, cruzando esta informação com os supracitados tempos de produção unitários chegam-se aos valores da carga produtiva semanal necessária para cumprir com aquilo que se prevê serem as encomendas da IKEA. Na figura abaixo apresentam-se os resultados exemplificativos deste cálculo para o SPI da semana 14 (início de Abril) de 2010, compreendendo um horizonte de 20 semanas.

Horas de produção no SPI	201014	201015	201016	201017	201018	201019	201020	201021	201022	201023	201024	201025	201026	201027	201028	201029	201030	201031	201032	201033	201034
Schelling	3	26	37	25	29	29	30	32	42	53	52	56	52	46	48	49	51	49	51	53	57
Frames	113	1143	1939	1166	1398	1465	1551	1638	1963	2253	2301	2421	2351	2149	2254	2291	2373	2334	2412	2527	2657
Cold Press	7	70	102	69	80	82	85	91	112	136	137	147	138	125	130	132	136	134	139	146	154
Edge band & Drill - BoF	5	49	74	48	56	57	60	64	78	94	96	101	96	86	91	92	96	93	97	101	107
Edge band & Drill - Mm	4	36	50	35	40	39	40	43	60	78	77	82	76	63	66	68	72	68	71	73	76
Lacquering	3	26	36	26	29	29	30	32	41	51	51	55	51	45	47	48	50	49	51	53	57
Packing - Kalfass	1	26	36	25	28	30	32	36	38	38	38	43	40	41	42	42	43	44	42	46	53
Packing - Genax	6	49	83	49	60	61	64	67	86	107	108	113	108	93	99	100	106	102	109	111	118

Figura 4.4 - Resultados para o SPI da semana 14 de 2010

O resultado final desta parte da ferramenta é uma visualização gráfica do cruzamento destes dois tipos de valores: por um lado a capacidade instalada em cada semana e por outro a carga produtiva que se prevê ir acontecer. Para cada área produtiva resulta um gráfico. Abaixo e a título exemplificativo, está representado o plano de cargas para a área dos *Frames*. A linha vermelha representa a capacidade disponível enquanto a linha azul indica a capacidade necessária ao cumprimento do encomendado.

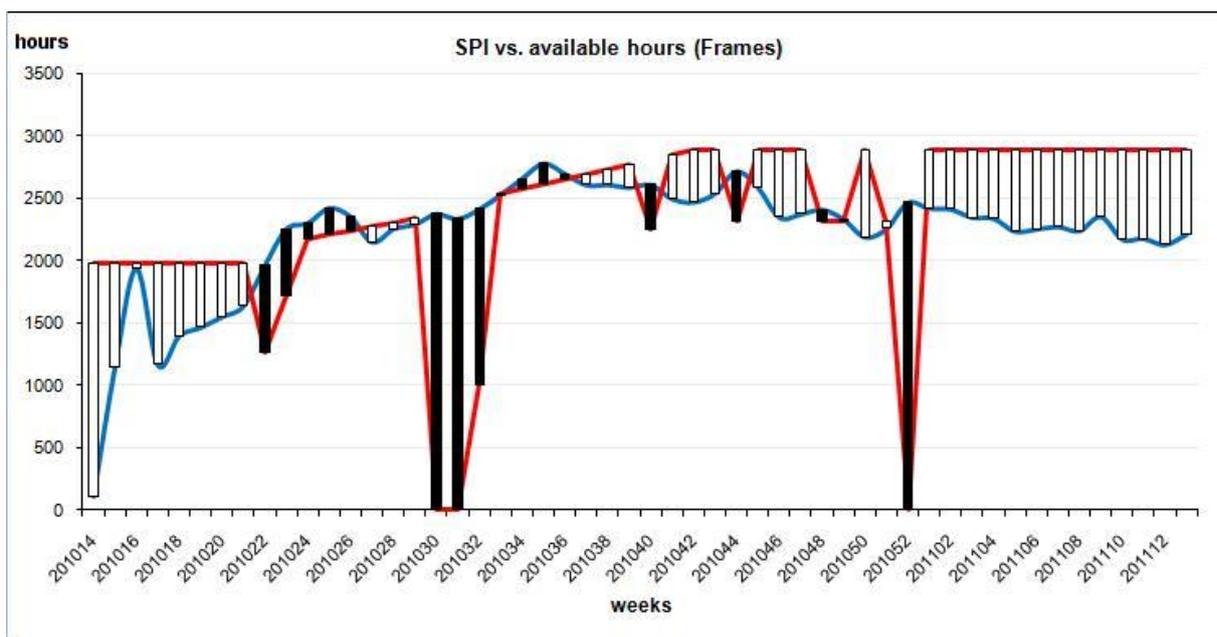


Figura 4.5 - Capacidade necessária vs. Capacidade instalada

Ainda em relação aos gráficos e para que a análise dos mesmos seja de fácil interpretação, estes estão preenchidos por barras verticais. Estas barras quando não preenchidas indicam capacidade por utilizar; ao invés as barras a preto significam que a capacidade existente é insuficiente para responder às necessidades. Três destas barras partem do valor zero já que correspondem ao período de férias: duas semanas em Agosto e uma no período natalício.

A visualização destes gráficos é de grande utilidade pois indica, para um horizonte temporal alargado, a forma como, no plano produtivo, irá ser a resposta da BOF. Desta forma, nos períodos em que seja expectável a inexistência de capacidade para satisfazer a produção desejada, o planeamento poderá ser feito de forma a diluir toda a produção não satisfeita por períodos onde está disponível essa mesma capacidade.

A ferramenta de simulação do plano de cargas estaria assim completa não fosse a já referida pouca fiabilidade das previsões que chegam da IKEA. Deste modo, decidiu-se que seria pertinente incorporar na ferramenta a capacidade de, através de dados históricos, ser feita uma análise de fiabilidade dos SPI's, no fundo a forma como estes se comportam ao longo do tempo, em relação ao que depois realmente acontece.

4.3 Análise de fiabilidade dos SPI's

Para perceber a forma como factualmente as previsões se comportaram e que carga produtiva foi efectivamente requerida foi criado um outro instrumento para tratar essa grande quantidade de informação. Para tal, tirou-se partido da ferramenta descrita em 4.2. Assim pretendeu-se simular aquele procedimento com cada um dos SPI's recebidos no ano de 2009. Depois procedeu-se de igual forma para os dados semanais de encomendas efectivas desse ano. Posteriormente foi possível juntar mais alguma informação proveniente das últimas semanas do ano de 2008 e assim alargar o estudo. O que se pretendeu com este procedimento foi estabelecer, dentro de um limite estabelecido, os valores máximos e mínimos previstos para uma dada semana pelos sucessivos SPI's anteriores a essa semana e depois comparar com os valores efectivos. O limite que foi estabelecido foi de dois desvios padrões por ser uma medida de dispersão estatística bastante comum. Assim foi possível eliminar valores pontuais que por alguma razão se tivessem afastado significativamente do valor esperado. Num primeiro momento foram utilizados todos os valores relativos a cada semana, ou seja, a comparação foi feita usando 52 semanas de valores (já que esse é o horizonte temporal de cada SPI).

4.4 A 52 semanas

Os resultados encontram-se no gráfico seguinte. As linhas verde e vermelha representam os valores máximo e mínimo previstos para cada semana, respectivamente. A linha preta representa a procura real que houve em cada uma dessas semanas. Como se pode ver, para o período estudado as previsões situaram-se quase sempre bem abaixo daquilo que acabou por acontecer. De salientar que o intervalo entre máximo e mínimo cresce ao longo do tempo. Isso tem sobretudo a ver com o facto de as previsões a longo prazo serem ainda menos fiáveis e por isso a disparidade de valores ser maior.

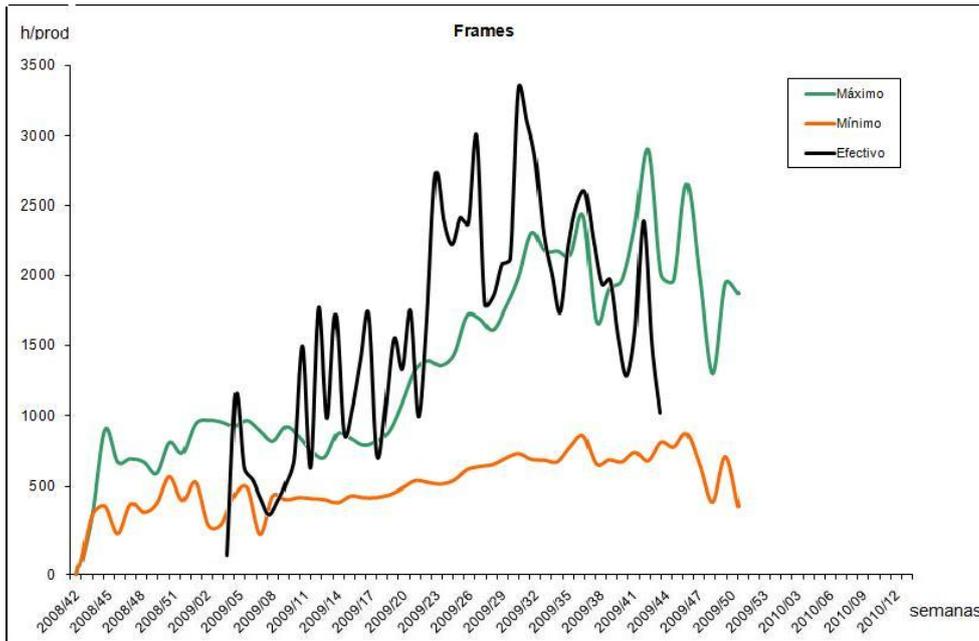


Figura 4.6 - Análise histórica das previsões a 52 semanas (área *Frames*)

4.5 A 24 semanas

Após a análise a 52 semanas e apesar dos limites estatísticos impostos percebeu-se que faria sentido refiná-la dado que, tendo em conta que a variação nas previsões era algo bem conhecido, aquilo que um SPI antevia a longo prazo seria logicamente bem menos fiável do que o previsto para curto prazo. Assim seria lógico reduzir o número de semanas a comparar para se estabelecer o intervalo de previsão e torná-lo, dentro do possível, mais estável. A figura abaixo representa exactamente esse refinamento feito, no caso está representada a área dos *Frames*.

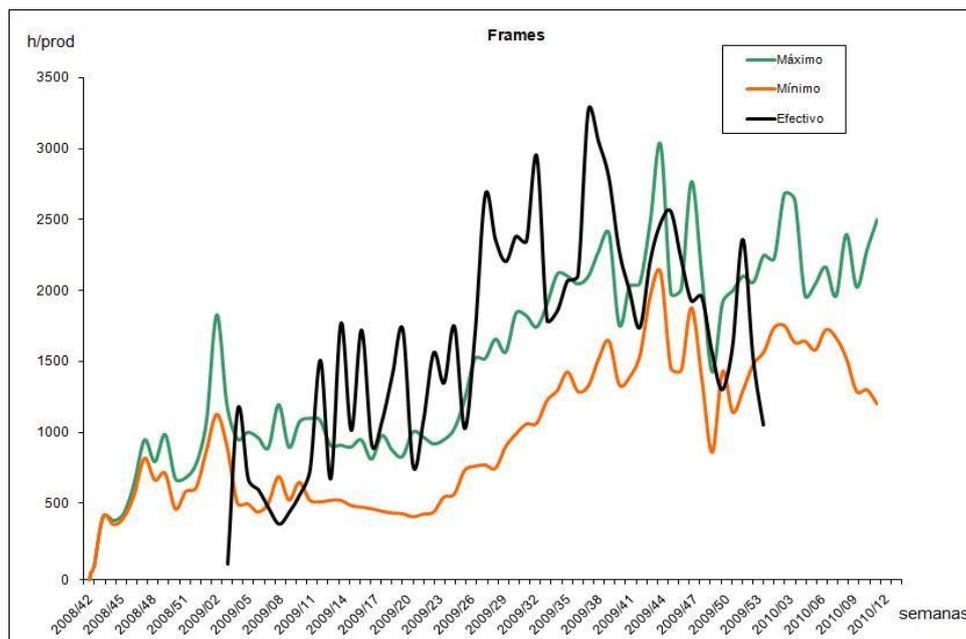


Figura 4.7 - Análise histórica das previsões a 24 semanas (área *Frames*)

Como se pode observar, com esta redução do número de semanas o intervalo dos valores de previsão é bastante mais estável e o intervalo bem mais reduzido. A linha que representa a procura efectiva mantém-se logicamente com uma variação considerável e quase sempre acima do máximo previsto. Esta é uma situação preocupante já que o planeamento da produção se baseia precisamente nestes dados e como tal torna-se bastante complicado fazer um planeamento que possa responder eficazmente às necessidades reais da IKEA. Denota-se sobretudo o período entre as semanas 29 e 38, período associado ao lançamento anual do catálogo. Esta redução faz com que as previsões, se bem que errando sobretudo por defeito, acompanhem melhor a evolução da procura efectiva estabilizando o erro.

Este tipo de análise permite por isso que, tendo em conta o comportamento histórico dos SPI's, se ajustem os seguintes em concordância. Para o período analisado, um incremento médio de 20%, em relação aos valores previstos, parece que seria razoável e tornaria as previsões mais fiáveis.

Para além deste tipo de análise foi também considerado pertinente apurar-se a fiabilidade temporal dos SPI's, ou seja, em que medida é que o intervalo temporal entre o SPI e a semana para a qual os valores são previstos são relevantes. Seria lógico pensar que quanto mais próximo uma previsão estivesse da semana em causa, mais fiável essa previsão seria. No entanto, tal como se pode observar no gráfico ao lado, para o período estudado, isso não acontece. Nele está representado o desvio percentual médio absoluto das previsões a vários passos. Curiosamente as previsões a 8 passos parecem ser as mais acertadas com um desvio percentual médio absoluto na ordem dos 13%. Ou seja, para uma dada semana, as quantidades que a IKEA irá encomendar estarão mais próximas dos valores previstos 8 semanas antes do que os valores previstos na semana anterior. De referir que foram utilizados valores absolutos para melhor compreensão gráfica já que todos os valores eram negativos o que de resto vem corroborar a ideia que de as previsões se situaram quase sempre bem abaixo do posteriormente pedido pela IKEA.

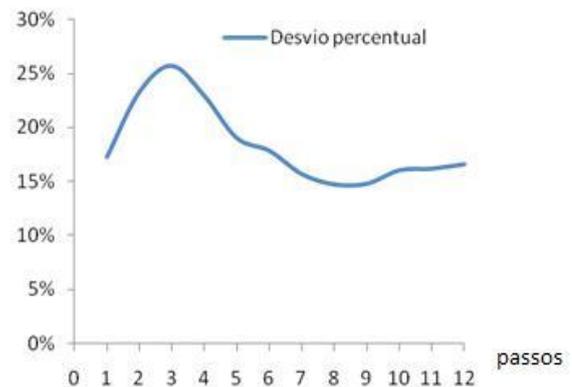


Figura 4.8 - Desvio percentual absoluto médio das previsões a diversos passos

Esta situação contraria toda a lógica inerente à existência e utilidade de previsões num contexto industrial. Não havendo uma análise deste género, os responsáveis pela produção utilizariam sensatamente os valores mais recentes para efectuarem o seu planeamento, algo que actualmente se constata não ser o mais acertado. Dado que a parte da ferramenta já descrita, que simula planos de carga produtiva, tem por base um único SPI, este tipo de estudo garante uma maior segurança na sua utilização já que permite escolher o SPI que tem maior probabilidade de ser o mais próximo do que realmente acontecerá.

4.6 Considerações sobre o efeito Bullwhip

Como já foi várias vezes referido a variabilidade das previsões é um dos principais problemas que foi encontrado. Não só existe uma grande amplitude na variação das previsões como também estas erram sistematicamente por defeito. Se por um lado esta sistematização do erro permite que se procedam a correcções nas previsões e esse problema seja minimizado, por outro a constante variação pode ter um impacto bem mais nocivo. Este é de resto um dos maiores problemas que as cadeias de abastecimento enfrentam actualmente e onde mais ganhos se podem atingir. Tal como descrito em 2.2 estamos perante um típico caso do efeito Bullwhip. O percurso do fluxo de informação já descrito potencia em larga medida a distorção daquilo que é percebido ao mais baixo nível da cadeia. Além disso, um factor importante nesta situação e que em nada a beneficia é o facto do fluxo de informação ser unidireccional. Com efeito a Swedwood não transmite o seu *feedback* em relação às previsões directamente a quem nas faz, tendo sido definido como “quase impossível” contactar os responsáveis por tais previsões. Ora o valor inerente à partilha de informação numa cadeia de abastecimento não deve ser visto apenas num sentido mas como advindo de um circuito integrado. É esse o fundamento do conceito de partilha e é nesse aspecto que há uma falha grave como é constatável pelos resultados apresentados. Se de facto houvesse a possibilidade de *feedback* muito possivelmente teria havido um esforço por parte da IKEA em tornar mais fiáveis as suas previsões. Assim sendo, a IKEA, dados os bons níveis de serviço até agora apresentados pela Swedwood age como nada se passasse, o que do seu ponto de vista acaba por ser uma actuação natural.

Para melhor se perceber o impacto negativo que o efeito Bullwhip poderá ter na Swedwood apresentam-se nos próximos subcapítulos apresentam-se os resultados do seu estudo e algumas propostas para a mitigação do seu efeito nefasto.

4.7 Análise dos artigos de categoria A e B

A análise até aqui apresentada contemplou todos os artigos que são produzidos na BOF. No entanto, ao limitar a análise aos artigos mais relevantes em termos produtivos poder-se-á perceber melhor o impacto do efeito Bullwhip. Assim e recorrendo à classificação de artigos utilizada pela empresa procedeu-se a um estudo semelhante ao já feito anteriormente. A classificação utilizada é uma versão da classificação ABC. Decidiu-se juntar os artigos A e B que equivalem a cerca de 83% do valor da produção, valor semelhante ao descrito por Orlicky. É muito interessante reparar principalmente no gráfico que mais uma vez documenta o desvio



Figura 4.9 - Desvio percentual absoluto médio para os artigos A e B

percentual absoluto médio das previsões. Apesar de a tendência ser semelhante a análise anterior os seus valores são inferiores e as previsões a 8 passos erram apenas por curta margem (pouco mais de 5%). Deste modo conclui-se que apesar da pouca assertividade das previsões, os artigos considerados mais relevantes em termos produtivos são de certa forma previstos de forma mais fiável. Esta situação pode estar a ajudar à diminuição do efeito Bullwhip.

4.8 Análise dos artigos Ibéria e Ásia e outras considerações

Dados os dois tipos de mercado distintos servidos pela fábrica da BOF foi considerado de grande relevância perceber se, para o período de dados existentes, era possível distinguir de

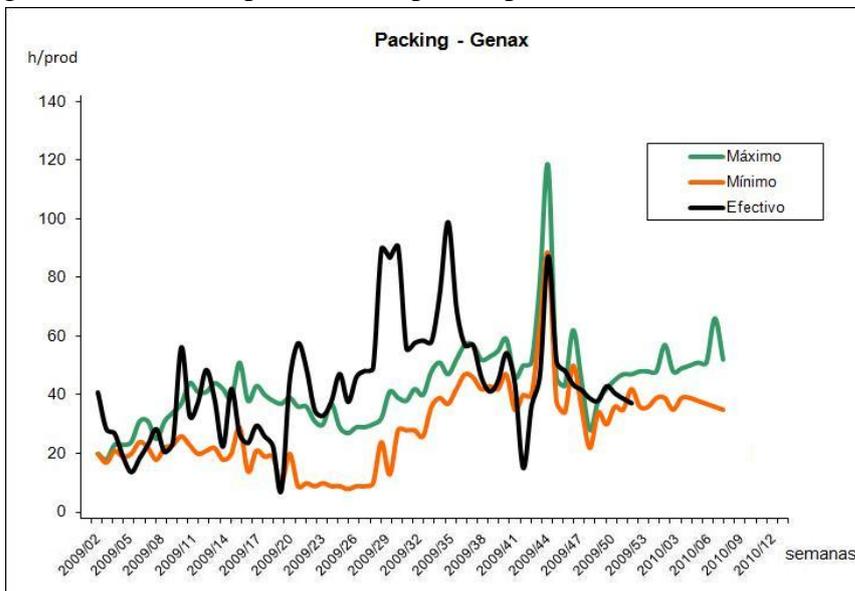


Figura 4.11 - Evolução das previsões e das vendas efectivas para localizações europeias

alguma forma um padrão que pudesse ajudar a explicar em parte a variabilidade sentida nas previsões. Apesar dos poucos meses de dados de artigos asiáticos, que só começaram a ser despachados em meados de 2009, procedeu-se uma análise semelhante às anteriores. Apenas se contabilizaram artigos que são distribuídos

simultaneamente para a Península Ibérica e para a

Ásia e que se distinguem unicamente pelo que foi descrito em 3.5. A área produtiva representada é a do *Packing* na sua linha *Genax*. O gráfico ao lado representa os artigos europeus. Pode-se constatar uma certa estabilidade ao nível das previsões que é no entanto contraposta por uma variabilidade relativamente grande ao nível da procura efectiva. Principalmente no período que antecedeu o lançamento de catálogo percebe-se que as previsões

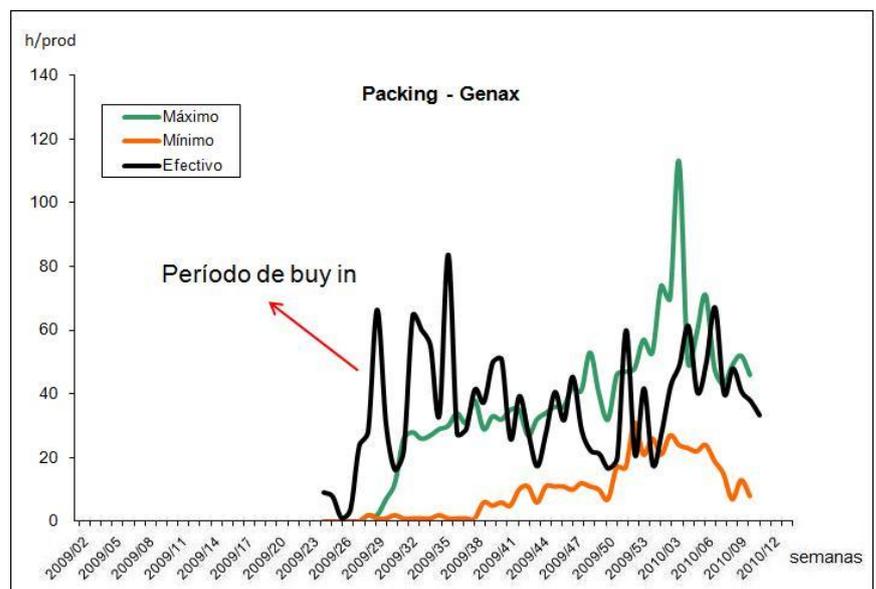


Figura 4.10 - Evolução das previsões e das vendas efectivas para localizações asiáticas

foram extremamente conservadoras. Já no caso dos artigos asiáticos (gráfico da direita) verifica-se que exceptuando o período inicial de introdução dos artigos, já descrito anteriormente, onde se confirma que são feitas encomendas fora do contexto dos SPI's, a procura é bem mais estável e está quase sempre confinada ao intervalo das previsões. Apesar da quantidade de dados analisados não ser grande parece que da análise destes dados se podem tirar algumas ilações interessantes.

Com efeito esta situação poderá permitir que se repense a forma de operar ao nível da produção e dos *buffers* intermédios. Dadas as pequenas diferenças entre os produtos europeus e asiáticos e que apenas se tornam efectivamente diferentes na área do *Packing* toda a produção até lá é exactamente a mesma e é de um único *buffer* que são alimentadas as linhas de embalagem de um dos dois tipos de produto a embalar em cada momento. Assim e dada a maior estabilidade aparente da procura de artigos asiáticos o tamanho dos *buffers* antes do embalagem poderá potencialmente diminuir. A utilização da palavra 'potencialmente' não é inocente. Actualmente não há um critério definido para a utilização desse espaço já que apesar da cadência produtiva da área do *Lacquering* ser maior do que a do *Packing*, o *bottleneck* produtivo encontra-se actualmente na área do *Edge Band & Drill*. Assim não é ainda dada grande importância a esta temática.

As linhas do *Packing* quando o planeado é embalar artigos constituídos por mais de um subproduto apenas o começa a fazer quando o último destes começa a sair da produção. Isto implica que quanto maiores forem os lotes de produção maior o espaço necessário no *buffer* à espera do embalagem. Não é incomum o *packing* para não estar parado alterar o seu plano e começar a embalar artigos finais individuais que estejam também disponíveis. Daqui se pode perceber a importância da redução do tamanho dos lotes de produção e do trabalho que tem vindo a ser desenvolvido pelo departamento de melhoria contínua na redução dos tempos de *setup* na área da orlagem e furação para que os planeamentos sejam cumpridos. Os artigos asiáticos, ao terem uma procura bem mais estável e dentro dos limites previstos, também poderão contribuir para a diminuição do espaço ocupado neste *buffer* já que as necessidades no armazém são também mais estáveis. Isto será algo a ter em conta sobretudo devido ao aumento do número de artigos e localizações servidas. Um dos principais problemas existentes é o de sobras de produção, ou seja, subprodutos que sobraram do embalagem de artigos constituídos por vários subprodutos. As sobras devem-se essencialmente a problemas de qualidade (chamada sucata) e são uma das principais dores de cabeça devido à grande quantidade de espaço que neste momento ocupam.

A produção actualmente trabalha sobretudo para repor *stocks* de segurança, priorizados de acordo com níveis de serviço e data de encomenda. Os níveis mínimos dos *stocks* de segurança são de resto definidos tendo por base as previsões daí serem também sujeitos a variações eles próprios. Artigos que sejam de menor importância podem ver a sua produção adiada mas subindo na lista de prioridades futuras. A grande variabilidade das previsões pode também levar a que artigos de menor importância, ao serem sucessivamente adiados, ganhem prioridade sobre artigos bem mais importantes e em maior necessidade de serem repostos pelo seu maior nível de serviço.

A questão da classificação é outro ponto em que há alguma desconformidade. De facto e como já vimos, há dois tipos de classificação de artigos que são usados, um pela IKEA e outro pela Swedwood. Por um lado a classificação usada pela IKEA, o nível de serviço, que classifica os artigos pela disponibilidade do mesmo nas diversas lojas IKEA, tem vindo

tendencialmente a abranger na classificação de maior importância (S1) um maior número de artigos (por localização). Isto deve-se essencialmente à cada vez maior exigência perante os consumidores e aos volumes de venda que continuamente têm vindo a aumentar.

Assim, 75% dos artigos produzidos, em termos de valor, são pertencentes à categoria S1. Por outro lado existe a classificação usada internamente na Swedwood que é a uma variante da classificação ABC. Os artigos abarcados pela letra A correspondem aproximadamente a 65% dos artigos. Este desfasamento é claramente funesto para a Swedwood e em última análise para a IKEA. O facto de haver artigos que estão no mais elevado nível de serviço na classificação da IKEA e que não são considerados como artigos da maior importância na categorização da Swedwood faz com que, em termos produtivos, os artigos não sejam revisitados o número de vezes suficiente para que os *targets* sejam atingidos. Deste modo exigir-se-á muito mais do armazém e dos seus *stocks* de segurança. A variabilidade nas previsões só vem agravar esta situação e tornar ainda mais complexa a gestão do armazém e do planeamento produtivo. Mais uma vez, com o aumentar do número de artigos produzidos (quer em quantidade quer em qualidade) e de localizações servidas esta gestão será cada vez mais complicada de se fazer.

A solução poderá passar por uma forma diferente de trabalhar. Tal como é feito actualmente é possível que um artigo que seja da categoria S1 mas que tenha uma frequência de encomendas baixa ganhe prioridade sobre artigos de categoria S2 com frequência de encomendas mais elevada. O resultado da utilização de tal sistema poderá ser uma ineficaz gestão de inventário no armazém com um potencial efeito negativo na fiabilidade das entregas. Uma possível solução para este problema poderá passar por uma evolução no sistema de classificação, para um sistema de classificação múltiplo. Este sistema, representado na tabela abaixo, combina os níveis de serviço com a frequência de encomendas. A utilização de um critério múltiplo permitirá que seja criada uma plataforma comum para a logística e para a produção que simplifica a tarefa da prioritização. Esta adopção levará por seu turno a que uma gestão do inventário no armazém mais ajustada às reais necessidades dos consumidores.

Tabela 1 - Dupla classificação de inventário

Nível de Serviço	Frequência		
	Alta	Média	Baixa
S1	A	A	B
S2	A	B	C
S3	B	C	C

É também importante fazer referência a um outro factor muito relevante para o futuro próximo da Swedwood. Actualmente a fábrica da BOF trabalha apenas cinco dias por semana, vinte e quatro horas por dia. O objectivo a médio prazo será passar a funcionar ininterruptamente. Daí que o facto de que actualmente existem um grande número de horas extraordinárias em dias complementares (fins de semana e feriados) seja algo preocupante. Com efeito, no ano de 2009, só na área dos *Frames* onde é possível calcular directamente o

número de horas extraordinárias já que é mão de obra manual, foram utilizadas 33 mil horas extraordinárias em dias fora do contexto normal de trabalho. Esta situação deve-se não só aos tempos de paragem inesperados nas linhas de produção que obrigam a tempo suplementar para o cumprimento dos planos de produção mas também à grande necessidade existente de repor os níveis de *stocks* para que na segunda feira seguinte não haja grandes sobressaltos no despacho das encomendas pedidas pela IKEA. Com o alargar do período de trabalho semanal esta almofada que existe actualmente e que pode ser usada (se bem que tendo o seu custo extra), irá desaparecer.

Assim se percebe o ênfase que deve ser dado na gestão de *stocks*, na redução de tempos de *setup* ligados à flexibilização produtiva bem como na fiabilidade das previsões para que os níveis de serviço não venham a ser prejudicados. É bom ressaltar que a Swedwood apesar de ser um dos principais fornecedores da IKEA não é o único e portanto o factor competitivo obriga a que seja de extrema importância o cumprimento do que é pedido por parte do grande motor deste grupo, a IKEA.

Além do alargamento do horário semanal de trabalho previsto, poderá ser necessário no futuro que o período de férias seja extinto já que o facto de este acontecer precisamente antes de um dos períodos de maior procura ao nível da IKEA, o lançamento de catálogo anual, faz com que esse período seja um dos mais difíceis de lidar já que os níveis de inventário são baixos devido às férias e a procura é bastante elevada. A utilização do período de férias (3 a 4 semanas em Agosto) possibilitaria uma suavização ao nível produtivo daquilo que actualmente é praticado principalmente na altura que antecede as férias e uma gestão mais eficaz ao nível logístico.

5 Conclusões e perspectivas futuras

O objectivo inicial do projecto, tal como foi proposto pela empresa à FEUP, foi atingido. A criação de uma ferramenta simuladora de cargas produtivas foi conseguida e será num futuro próximo de utilidade relevante para quem faz o planeamento da produção com vista ao alargamento do horizonte temporal no qual se trabalhará. Este alargamento permitirá que, ao se contemplar um maior período de análise, se possa precaver atempadamente e reagir de forma suave a picos de carga produtiva garantindo uma alta utilização da capacidade instalada. Um plano temporal mais longo permitirá ao planeador sequenciar a produção de tal forma a que os tempos de *setup* sejam reduzidos a um mínimo absoluto.

A origem de uma boa parte dos problemas existentes na BOF advém das previsões que chegam da IKEA. Esta é uma situação da qual a IKEA tem consciência apesar do problema relacionado com a falta de partilha de informação. Nesse sentido a IKEA tenciona alterar a forma como são feitas as previsões. Ao invés de estas serem feitas localmente e manualmente em cada uma das lojas e centros de distribuição, a ideia é centralizar todo este processo e evitar a intervenção manual que é um dos factores potenciadores da variabilidade nas previsões. Tendo uma visão centralizada e holística de toda a procura pretender-se-á contornar este problema e estabilizar a procura. O novo sistema de geração das previsões está a ser testado e apenas funciona ainda para um parco número de artigos e só para localizações europeias. Apesar disso, nota-se já uma melhoria ao nível da estabilidade dos valores previstos.

Apesar de muitas vezes ter sido referida a palavra “previsão” ao longo deste relatório nada foi feito ao nível da melhoria dos métodos de previsão ou a alguma forma de previsão sobre as previsões da IKEA. Isto deveu-se essencialmente a dois factores: a grande variabilidade existente e o histórico relativamente curto. A variação constante nos ficheiros recebidos inibiu que um qualquer método de previsão pudesse ser implementado e tornou claro que qualquer que fosse o utilizado pela IKEA, este deveria ser questionado. Por outro lado tem-se o curto historial de ficheiros recebidos, já que a BOF só desde o início de 2008 é que começou a laborar e só começou a arquivá-los no fim desse mesmo ano. A implementação de um ferramenta que pudesse de forma mais fiável prever valores futuros implicaria um histórico mais longo, devido ao ciclo e sazonalidades anuais.

Em relação ao problema do efeito Bullwhip, este é um problema grave que precisa de ser bem analisado e tratado. O novo sistema de geração de encomendas permitirá com grande grau de probabilidade a estabilização das previsões e a mitigação em parte do efeito. Outras medidas como a análise separada das previsões por localização, a mudança do sistema de classificação de inventário e a redução dos tempos de *setup* poderão levar à amortização dos efeitos negativos do fenómeno que, mesmo num cenário perto do ideal, existirão.

A ênfase na flexibilidade produtiva tem que ser grande e a redução dos tempos de *setup* têm que ser uma das prioridades na empresa. Apesar disso a forma como internamente se tende a olhar para esta temática é de certa modo diferente do habitual. Com efeito o objectivo actual patente na redução dos tempos de *setup* é baseado no aumento da cadência produtiva. Ao se perder menos tempo na mudança de ferramentas consegue-se produzir mais no mesmo período de tempo. Não é, no entanto, esta a filosofia por detrás do conceito de

flexibilização produtiva. Este está relacionado com a possibilidade de se poder responder mais facilmente às variações inerentes às condições do mercado, permitindo maior rapidez nessa mesma resposta e menores necessidades ao nível de *stocks*. Será importante portanto, que haja uma maior focalização nesta direcção por forma a que se tire o máximo partido do esforço realizado pelo departamento de melhoria contínua no combate ao efeito Bullwhip.

Será essencial perceber em toda a sua extensão a problemática relacionada com este efeito. Assim é, porque o volume de produção tem tendencialmente vindo a crescer a uma velocidade de cerca de 10-20% ao ano. Juntando-se a este crescimento o número crescente de artigos produzidos bem como a ampliação das localizações servidas percebe-se que os problemas focados neste relatório podem vir a crescer exponencialmente.

As perspectivas futuras deverão centrar-se em duas esferas de actuação essenciais. A primeira prende-se com as previsões. A nova predisposição da IKEA em alterar a forma como trabalha a este nível não deve ser a única acção a tomar neste campo. Nesse sentido poderia ser lançado um projecto conjunto entre as duas entidades com vista à identificação dos parâmetros que afectam a qualidade das previsões. Neste projecto também poderiam idealmente ser determinados que factores chave contribuem para os artigos que melhores previsões apresentam de forma a transferi-los na medida do possível para os restantes artigos. Em segundo lugar a interacção entre IKEA e Swedwood. Muitos dos problemas existentes prendem-se com a falta de percepção que ambas as empresas têm em relação à forma como a outra trabalha. É insofismável que a relação entre ambas deve ser o mais transparente possível. Seria interessante aprofundar até que ponto melhores formas de comunicação poderiam potenciar a performance global do grupo.

Referências

- Baruah, P. (2006). *Supply chains facing atypical demand: optimal operational policies and benefits under information sharing*. Detroit, Michigan: Graduate School of Wayne State University.
- Blanchard, O. (1997). *The Economics of Post-Communist Transition*. Oxford: Clarendon Press.
- Blattberg, R., & Neslin, S. (1990). *Sales promotion: concepts, methods, and strategy*. New Jersey: Prentice-Hall Inc.
- Bloomberg, D. J., LeMay, S. B., & Hanna, J. B. (2002). *Logistics*. Prentice Hall.
- Bowersox, D. J., Closs, D. J., & Stank, T. P. (2003). How to master cross-enterprise collaboration. *Supply Chain Management Review*, Vol. 7 No. 4 , 18-27.
- Cachon, G., & Lariviere, M. (2001). Contracting to Assure Supply: How to Share Demand Forecasts in a Supply Chain. *Management Science*, 47(5) , 629-646.
- Croson, R., & Donohue, K. (2005). Upstream versus downstream information and its impact on the bullwhip effect. *System Dynamics Review*, Vol. 21, 3 , 249-260.
- Forrester, J. W. (1958). Industrial dynamics: a major breakthrough for decision makers. *Harvard Business Review*, July/August , 37-66.
- Gaimon, C., & Singhal, V. (1992). Flexibility and the choice of manufacturing facilities under short product life cycles. *European Journal of Operational Research* 60 , 211-223.
- Gerwin, D. (1987). An agenda for research on the flexibility of manufacturing processes. *International Journal of Operations and Production Management*, 7 (1) , 39-49.
- Grosfeld-Nir, A., Magazine, M., & Vanberkel, A. (2000). Push and pull strategies for controlling multistage production systems. *International Journal of Production Research*, 38 (11) , 2361 – 2375.
- Kim, K., Chhajed, D., & Palekar, U. S. (2002). A comparative study of the performance of push and pull systems in the presence of emergency orders. *International Journal of Production Research*, 40 , 1627–1646.
- Lambert, D. M., Cooper, M. C., & Pagh, J. D. (1998). Supply chain management: implementation issues and research opportunities. *International Journal of Logistics Management*, Vol. 9, No. 2 , 1-19.

- Lee, H. L., Padmanabhan, V., & Whang, S. (1997). The bullwhip effect in supply chains. *Sloan Management Review*, 38 (3) , 93–102.
- Lee, H., Padmanabhan, V., & Whang, S. (2004). Information distortion in a supply chain: the bullwhip effect. *Management Science*, 50 (13) , 1875-1886.
- Mascarenhas, B. (1981). Planning for Flexibility. *Long Range Planning* 14 (5) , 78-82.
- Masuchun, W., Davis, S., & Patterson, J. W. (2004). Comparison of push and pull control strategies for supply network management in a make-to-stock environment. *International Journal of Production Research*, 42 (20) , 4401– 4419.
- Orlicky, J. A. (1974). *Materials Requirements Planning*. McGraw-Hill.
- Paik, S.-K., & Bagchi, P. (2007). Understanding the Causes of the Bullwhip Effect in a Supply Chain. *International Journal of Retail and Distribution Management*, 35 (4) , 308.
- Sinchi-Levi, D., & Sinchi-Levi, E. (2000). *The Effect of e-Business on Supply Chain Strategy*. Obtido de Engineering Systems Division, Working Paper Series: <http://esd.mit.edu/WPS/>
- Sitompul, C., Aghezzaf, E. H., Van Landeghem, H., & Dullaert, W. (2008). Safety stock placement problem in capacitated supply chains. *International Journal of Production Research*, 46 , 4709-4727.
- Sterman, J. D. (1989). Modeling managerial behavior: misperceptions of feedback in a dynamic decision-making environment. *Management Science*, Vol. 35 No. 3 , 321-99.
- Upton, D. (1994). The management of manufacturing Flexibility. *California Management Review*, Winter , 72-89.
- Zhao, X., & Xie, J. (2002). Forecasting errors and the value of information sharing in a supply chain. *International Journal of Production Research*, 40 , 311-335.