

Melhoria do processo logístico com fornecedores locais, e desenvolvimento de estratégias de redução de *stocks*

José Pedro Gamboa Pinto da Cunha

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. Armando Leitão

Orientador na CaetanoBus: Eng. Andreia Milheiro



FEUP

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

2012-06-29

À minha Irmã, Pais e País

Resumo

O trabalho desenvolvido no projeto teve como objetivo desenvolver ferramentas e processos de redução dos níveis de *stocks*, bem como tornar a sua gestão mais eficiente.

Numa indústria com uma produção necessariamente flexível e que se adapta às necessidades dos seus clientes, torna-se importante desenvolver processos logísticos que permitam lidar com esta situação da forma mais rápida e eficiente possível.

Para tal, foram trabalhados métodos de cálculo de *stocks* de segurança que permitam garantir uma disponibilidade fiável dos materiais, e que ao mesmo tempo minimizam o mais possível o seu valor de *stock*.

Também neste projeto foram implementados sistemas de arrumação mais eficientes que permitem uma melhor utilização do espaço disponível reduzindo simultaneamente o tempo necessário para o abastecimento dos materiais, visto que são dispostos de forma mais organizada e em espaços de utilização intuitiva.

Foi ainda implementado um sistema de *Kanbans* que permite melhorar o fluxo de informação relativa ao abastecimento de um tipo de materiais, sendo por consequência padronizado todo o processo de gestão destes *stocks*, e minimizada a variabilidade e complexidade do processo existente.

Por último, foi também desenvolvido um sistema de abastecimento de materiais que tira partido da proximidade do fornecedor às instalações da empresa.

Com o aproveitamento desta característica, todo o processo de abastecimento pode ser aproximado da data da necessidade do material na linha, sendo minimizados os valores de *stocks* em armazém, bem como os passos de gestão destes no período entre a entrega pelo fornecedor e o seu abastecimento à linha.

Este trabalho, especialmente pelo tipo de indústria em que foi desenvolvido, exige que as soluções e melhorias sejam implementadas de forma progressiva e adaptada às circunstâncias de cada momento. Dito isto, torna-se importante referir que algumas áreas trabalhadas neste projeto não estão totalmente englobadas neste relatório, estando aqui representados apenas os passos iniciais de alguns sistemas e respetivas previsões de resultados, continuando o trabalho sobre estes a ser desenvolvido constantemente.

Improvement of logistics processes with local suppliers and development of *stock* reduction strategies

Abstract

This project was developed in an industrial setting, with the intent of developing tools and processes that would effectively allow the company to not only reduce the existing average stock, but also manage these stocks in a more efficient manner.

In an industry marked by the necessary flexibility of its production processes that allow companies to meet customer requirements, it becomes of paramount importance that competitive and efficient logistic processes and tools are developed.

With this in mind, one of the aspects of this project involved the development of new safety stock values according to a system that takes into account not only the reliability of supply, but also the lowest level of average stock possible.

Also, different methods of storing and managing these stocks were implemented in order to improve space utilization in the warehouse and at the same time reduce the time necessary to locate these materials due to a new, more organized and easy to use storage system.

In order to improve the information flow regarding the supply of some materials, it was implemented a new Kanban system that allows for a standardized stock management process, minimizing complexity and variability in supply.

Lastly, this project also involved the development of new supply system that takes advantage of the proximity of some suppliers to the company's plant.

Taking this characteristic into account, the supply process can be designed to reduce the time between material delivery to the warehouse and production line necessity, consequently reducing stock levels in the warehouse and all the activities regarding the management of these stocks in this period of time.

Due to the industry that this project was developed in, a steady and progressive improvement of the implemented solutions that adapt to the changing circumstances is very important. Having said that, some of the solutions developed in this project are in their initial phases of implementation, with the expected results presented, and with its success dependent on a constant development and monitoring.

Agradecimentos

Gostaria de agradecer à empresa CaetanoBus pela oportunidade que me deu de desenvolver um projeto em ambiente empresarial.

Gostaria também de agradecer ao orientador da FEUP, professor Armando Leitão, e a todos os professores que contribuíram para o meu desenvolvimento durante o curso.

Agradeço à orientadora na empresa, Eng. Andreia Milheiro, pelo apoio e ajuda, que foi para além da pura obrigação ou dever.

Agradeço aos colegas que também desenvolveram o projeto de estágio no mesmo período pela companhia e colaboração durante todo o percurso, em especial ao Juan Costa pela fiável ajuda, confiável opinião e consistente apoio.

Agradeço a todos os colaboradores da empresa com os quais trabalhei pela colaboração, abertura e disponibilidade para ajudar e ensinar, ao António Lopes pela pronta e honesta opinião sempre que necessário.

Finalmente agradeço aos meus pais e irmã por todas as razões que não cabem em anexo.

Índice de Conteúdos

1	Introdução	1
1.1	Apresentação da Empresa CaetanoBus.....	1
1.2	O Projeto de melhoria do processo logístico com fornecedores locais, e desenvolvimento de estratégias de redução de <i>stocks</i> na Empresa CaetanoBus	2
1.3	Método seguido no projeto	3
1.4	Temas abordados e a sua organização no presente relatório.....	3
2	Apresentação do estado da arte	5
3	Armazém de Materiais de Ferramentaria.....	10
3.1	Apresentação do problema.....	10
3.1.1	Questões relativas aos níveis de Stocks.....	10
3.1.2	Problemas de Layout	10
3.2	Apresentação das soluções propostas	12
3.2.1	Propostas de melhoria relativas a Stocks	12
3.2.2	Propostas de melhoria relativas a Layout	14
3.3	Implementação e resultados.....	15
3.3.1	Redução de stocks.....	15
3.3.2	Novo Layout.....	19
4	Gestão de <i>Stocks</i> no Tubo e Chapa	22
4.1	Apresentação do problema.....	22
4.2	Apresentação das soluções propostas e implementação.....	22
5	Projeto de Abastecimento com Fornecedores Locais.....	26
5.1	Apresentação do problema.....	26
5.1.1	Análise dos fornecedores, e respetivos materiais e valores de stocks	26
5.1.2	Análise dos processos iniciais.....	29
5.2	Apresentação das soluções propostas	31
5.3	Implementação e resultados.....	35
5.3.1	Potenciais ganhos com implementação aos fornecedores selecionados.	35
5.3.2	Implementação do sistema	39
6	Conclusões e perspetivas de trabalho futuro	42
	Referências	44
	ANEXO A: Painel de controlo do programa desenvolvido	46

Siglas

ERP – Enterprise Resource Planning

JIT – Just-In-Time

OP – Ordem Planeada

PC – Pedido de Compra

RC – Requisição de Compra

UM – Unidade Monetária

Índice de Figuras

Figura 1 - Organograma da CaetanoBus	2
Figura 2 - Organograma do departamento de Logística na CaetanoBus	2
Figura 3 - Corredores da Ferramentaria	10
Figura 4 - <i>Layout</i> inicial do espaço de Ferramentaria	11
Figura 5 - Locais de <i>stock</i> não dimensionados para o material	11
Figura 6 - Diferentes métodos de Identificação do local de <i>stock</i>	11
Figura 7- Processo de encomenda de material de ferramentaria	12
Figura 8 - Previsão de variação do valor de <i>stock</i> médio de materiais de ferramentaria	17
Figura 9 - Previsão de variação do valor de <i>stock</i> médio de materiais de ferramentaria (sem quantidades mínimas de encomenda)	18
Figura 10 - <i>Layout</i> final do espaço de Ferramentaria.....	19
Figura 11 - Exemplos dos novos métodos de arrumação de acordo com as características dos materiais	20
Figura 12 - Método de identificação de material <i>standard</i>	20
Figura 13 - Método de arrumação de equipamento de proteção e vestuário.....	21
Figura 14 - Sistema de identificação dos locais de <i>stock</i>	21
Figura 15 - Exemplo de <i>Kanban</i> da Chapa/Tubo	22
Figura 16 - Quadro de colocação dos <i>Kanbans</i> do tubo.....	23
Figura 17 - Armazém de tubo com identificação de cada local de <i>stock</i>	23
Figura 18 - Método de identificação do <i>stock</i> de segurança do tubo	24
Figura 19 - Quadro de disposição das chapas	25
Figura 20 - Armazém de chapa com identificação dos locais de <i>stock</i>	25
Figura 21 - Distribuição do valor médio de <i>stock</i> dos fornecedores com janela de descarga ..	28
Figura 22 - Processo de entrega de material atual de fornecedores com janela de descarga ...	29
Figura 23 - Processo de <i>Picking</i>	30
Figura 24 - Listagem de material a entregar pelo fornecedor A para a data definida	32
Figura 25 - Procedimento de abastecimento de materiais de fornecedores locais	33
Figura 26 - Procedimento para inserir dados de SAP no programa desenvolvido.....	39
Figura 27 - Menu de ajuda do programa	40
Figura 28 - Exemplo de sistema de caixas para teste do sistema de abastecimento	40

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Critérios para definição dos <i>stocks</i> de segurança	14
Tabela 2 - Redução do valor médio de <i>stock</i> potencial com os novos pontos de encomenda .	16
Tabela 3- Redução do valor médio de <i>stock</i> potencial com os novos pontos de encomenda (sem quantidades mínimas de encomenda)	18
Tabela 4 - Dimensão dos corredores da ferramentaria	19
Tabela 5 - Número de postos abastecidos por cada fornecedor com janela de descarga para cada modelo de carro fabricado (Fornecedores A a F).....	28
Tabela 6 – Número de postos abastecidos por cada fornecedor com janela de descarga para cada modelo de carro fabricado (Fornecedores G a L)	28
Tabela 7 - Redução do valor do <i>stock</i> médio para os fornecedores locais	36
Tabela 8 - Potencial de libertação de espaço na plataforma 9.9.....	37
Tabela 9 - Número de linhas de <i>picking</i> abastecidas por fornecedor e por modelo e respetivo tempo despendido (6 fornecedores com mais impacto)	38
Tabela 10 - Número de linhas de <i>picking</i> abastecidas por fornecedor e por modelo e respetivo tempo despendido (6 fornecedores restantes).....	38

1 Introdução

Este projeto foi desenvolvido no âmbito da dissertação do 5º ano do curso de Engenharia Industrial e Gestão na FEUP, que tem como grande objetivo permitir aos alunos integrar os conhecimentos adquiridos durante o curso na resolução de problemas numa empresa, sendo que, neste caso, o projeto decorreu na CaetanoBus.

O projeto teve uma duração aproximada de 5 meses, nos quais foi desenvolvido um projeto de redução de *stocks*, e melhoria dos processos logísticos existentes com abastecimentos de materiais de fornecedores locais.

1.1 Apresentação da Empresa CaetanoBus

O início da atividade da empresa remonta a 1946, ano em que Salvador Fernandes Caetano Fundou uma fábrica de carroçarias para autocarros, uma fábrica inovadora e pioneira em Portugal desde a sua origem, sendo exemplo disso o facto de ter sido a primeira a desenvolver estruturas totalmente metálicas em 1955.

O desenvolvimento da atividade desta empresa deu-se dentro do Grupo Salvador Caetano, formando-se em 2002 a CaetanoBus, Fabricação de Carroçarias, S. A. em parceria com a Daimler-Chrysler.

Esta parceria terminou em Janeiro de 2010, data em que o Grupo Salvador Caetano adquiriu a totalidade das ações na posse da Daimler, que representavam 26% do capital social da empresa.

A CaetanoBus produz carroçarias de autocarros, montando-as em chassis de várias marcas, resultando em diferentes modelos e especificações nas áreas dos transportes de Turismo, Interurbano e ainda de serviço de Aeroporto. Dentro desta área de negócio, a empresa procura adaptar-se às necessidades dos seus clientes, e tem uma grande fatia da produção destinada ao negócio de exportação.

Trata-se de uma empresa muito orientada para o cliente e as suas necessidades, sendo esta vontade clara e assumida na própria missão da empresa: “Produzir carroçarias e autocarros que satisfaçam os nossos clientes e utilizadores, melhorando continuamente os nossos produtos e serviços através da gestão eficaz dos processos e da utilização eficiente dos recursos.”

Esta preocupação com a qualidade dos seus produtos pode ser sustentada através da certificação da empresa segundo a norma NP EN ISO 9001: 2000 pela APCER. Também de salientar que aliada a esta preocupação com a qualidade dos seus produtos existe uma consciência ambiental, que pode ser representada pela certificação NP EN ISO 14001:2004.

A estrutura organizativa da empresa está representada na Figura 1.

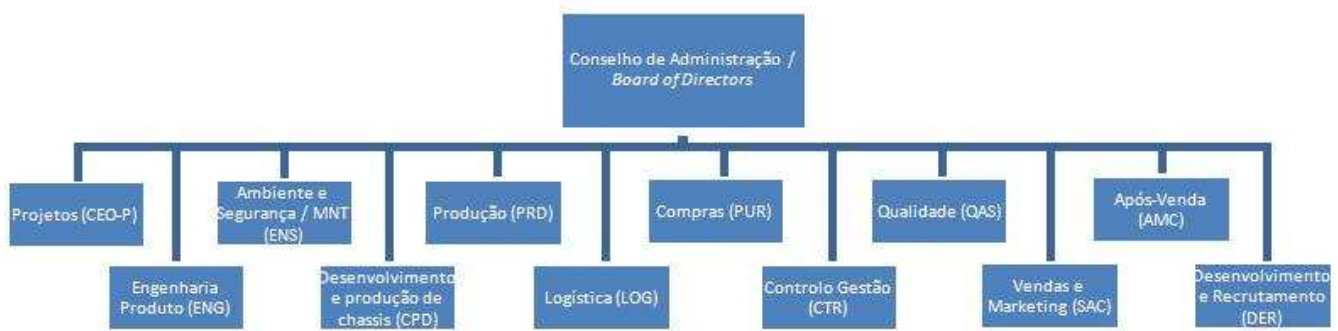


Figura 1 - Organograma da CaetanoBus

O projeto foi desenvolvido no departamento Logístico da empresa, que é responsável por todo o processo respeitante ao fluxo de materiais e de informação desde os fornecedores até ao ponto onde são aplicados no produto final, fazendo-o da forma mais fiável e eficiente possível.

Este departamento específico está organizado em 3 grandes áreas: Logística interna; Gestão de alterações/Preparação de trabalho; Planeamento de materiais/Após venda.

Estas áreas são encabeçadas pelo diretor logístico, estando esta organização representada na Figura 2.

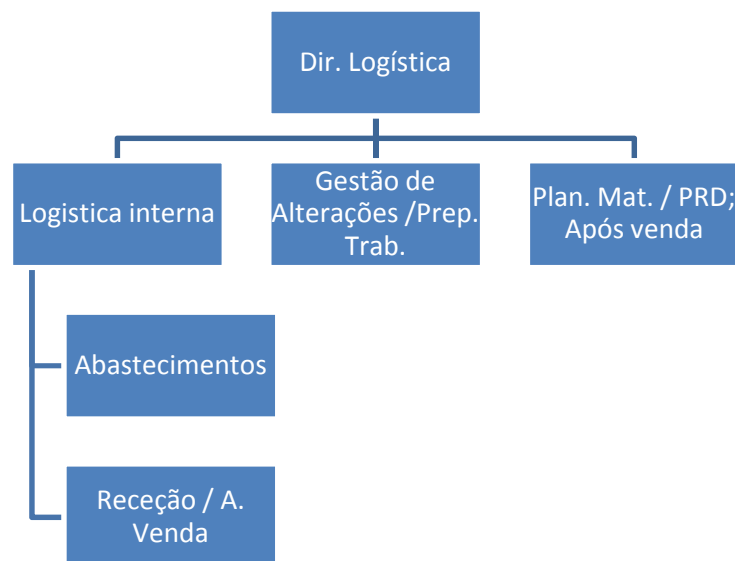


Figura 2 - Organograma do departamento de Logística na CaetanoBus

Apesar de ter envolvido outras áreas, a maior parte do projeto teve com base a Logística Interna.

1.2 O Projeto de melhoria do processo logístico com fornecedores locais, e desenvolvimento de estratégias de redução de stocks na Empresa CaetanoBus

Este projeto tem como objetivo implementar melhorias que permitam reduzir as quantidades existentes em *stock*, bem como, sempre que possível, facilitar o processo de manutenção e gestão destes *stocks* com simultâneo aumento de fiabilidade dos mesmos (reduções das discrepâncias entre o stock contabilístico e físico).

Idealmente, todos os materiais utilizados na produção, deviam chegar diretamente do fornecedor para o ponto onde são aplicados, minimizando-se os passos do processo logístico que não acrescentam valor ao produto final que está a ser produzido.

Um ponto de ação nesta direção passa pela eliminação de *stocks* sempre que possível, e todos os processos associados à gestão e processamento destes *stocks*.

Quando se fala em *stocks* excessivos de materiais, um dos problemas que imediatamente se associa a esta situação é a ocupação de espaço físico em armazém, mas existem muitos outros pontos negativos daí resultantes.

Além da ocupação de espaço valioso de armazém, deve-se destacar a depreciação do material, possibilidade de se danificar ou ficar obsoleto, a ocupação de recursos na gestão e manutenção desses *stocks* e ainda, numa perspetiva mais financeira, o custo de capital representado pelos *stocks*.

A liquidez de capital tem ganho cada vez mais importância na realidade das empresas, sendo um fator no qual tem havido crescente dedicação. Desta forma, uma das estratégias para aumentar esta liquidez passa pela redução de *stocks*, reduzindo assim o capital parado nestes materiais.

O projeto em questão vem portanto propor e implementar algumas medidas no sentido de alterar os procedimentos atuais da empresa por forma a conseguir reduzir diretamente os *stocks*, e conseqüentemente contribuir para a disponibilização de espaço de armazém, recursos e liquidez de capital.

Também neste projeto foram analisados alguns processos logísticos de manutenção e gestão dos *stocks*, onde foram identificados alguns pontos passíveis de melhoria, sendo que, em alguns casos, foram implementados novos procedimentos ou novas soluções de arrumação e gestão física destes *stocks*.

1.3 Método seguido no projeto

No desenvolver deste projeto, foram definidas áreas de atuação onde foram aplicadas, ou propostas, medidas de redução de *stocks* e melhoria de fluxos e processos de gestão dos materiais.

De uma forma geral, dentro de cada uma destas áreas de atuação, foi feita uma abordagem por passos, sendo que numa fase inicial se mapeou a situação atual de forma a compreender os procedimentos em vigor. Seguidamente foram identificados pontos com possibilidade de melhoria e propostas alterações. Por último, foram analisados os resultados obtidos na implementação, ou potenciais.

Desta forma torna-se mais evidente o real impacto das soluções desenvolvidas neste projeto nos processos existentes, e na realidade em que a empresa se insere.

Por último, é feita uma conclusão do projeto, onde são também mencionados alguns pontos que poderão ser trabalhados no futuro, pontos esses que poderão complementar e exponenciar os resultados do projeto desenvolvido.

1.4 Temas abordados e a sua organização no presente relatório

Este relatório vai incidir sobre temas como o dos *stocks* existentes em armazém e ferramentas de gestão destes, como *stocks* de segurança, *Kanbans*, entre outros. Vai tocar em algumas

Melhoria do processo logístico com fornecedores locais, e desenvolvimento de estratégias de redução de *stocks*

questões de relação e comunicação com fornecedores com o apoio de um *software* ERP (SAP), e ainda processos de gestão do fluxo de materiais de armazém segundo uma perspectiva *Lean*, de redução de desperdício nestas operações.

Neste projeto foram focadas 3 áreas diferentes, todas elas enquadradas no tema do projeto.

As três áreas de atuação foram:

- Materiais de ferramentaria;
- Armazéns de tubo e chapa;
- Abastecimento de materiais de fornecedores locais.

Este documento estará então dividido em 3 capítulos distintos, abordando cada um deles uma das áreas em profundidade, onde são descritos os problemas encontrados, seguidos de propostas de melhorias, e por último o resultado obtido ou esperado.

2 Apresentação do estado da arte

Cadeia de abastecimento

De uma forma geral, todos os intervenientes de uma cadeia de abastecimento, independentemente da indústria em que se inserem, procuram seguir sempre uma filosofia *Lean*, que permita tornar o seu processo de negócio mais eficiente de maneira a sobreviverem no mercado em que competem (Amirjabbari and Bhuiyan 2011).

Alguns autores subdividem a cadeia de abastecimento em 5 níveis, incluindo matérias-primas no fornecedor, fabricação, montagem, armazém e finalmente consumidor (Kreng and Wang 2004). Apesar disto, a maior parte da literatura subdivide a cadeia de abastecimento tradicionalmente em 3 partes fundamentais, nomeadamente abastecimento, produção e distribuição, que originalmente eram geridas separadamente, resguardando-se com elevados níveis de inventário.

Esta estratégia de gerir de forma independente os diversos intervenientes de uma cadeia de abastecimento pode resultar num comportamento e funcionamento ineficiente (Thomas and Griffin 1996).

Com o aumento da competição, da globalização de mercado, ainda segundo o mesmo autor, as empresas tiveram que desenvolver cadeias de abastecimento integradas capazes de responder às necessidades dos clientes. Estas cadeias de abastecimento envolvem todo o fluxo tanto de materiais como de informação existente entre as várias partes envolvidas, começando nas matérias-primas e acabando no cliente, podendo estar envolvidas várias áreas funcionais e corporativas, exigindo a existência de coordenação e comunicação entre elas.

Na construção de uma cadeia de abastecimento, de maneira a ser desenvolvida de forma sustentável, normalmente todos os membros envolvidos devem ter alguma vantagem com o sistema implementado (Dong, Carter et al. 2001).

Uma das formas de avaliar o funcionamento da cadeia de abastecimento é através da disponibilidade de produto, sendo que um obstáculo em qualquer ponto da cadeia de abastecimento pode resultar uma indisponibilidade indesejada de produto para o cliente (Amirjabbari and Bhuiyan 2011).

Ainda segundo o mesmo autor, existem diversos fatores que podem causar disrupções e consequente indisponibilidade de produtos na cadeia de abastecimento, como por exemplo a variabilidade tanto da procura como do *lead time*, problemas relativos à qualidade, problemas internos ou externos de baixa performance de entrega de material, planeamento inadequado, capacidade inadequada, manutenção inadequada, entre outros. Estes fatores existentes na cadeia de abastecimento vão afetar os custos, como os de *setup*, os de expedição, e afetam ainda o planeamento de material, resultando em excesso ou falta de componentes.

Controlo de Inventário

O controlo de inventário é um tema coberto extensivamente na literatura, existindo diversas ferramentas disponíveis para o fazer de forma eficiente. Alguns exemplos são modelos estocásticos de determinação das quantidades de encomenda, técnicas de previsão da procura ou ainda diferentes análises ABC (Zomerdijk and De Vries 2003).

Segundo o autor citado no parágrafo anterior, normalmente são identificados 3 pontos importantes no controlo de inventário, sendo eles: quantidades de encomenda, intervalos de encomenda e sistemas de controlo de inventário. Dito isto, o contexto da organização vai ter um papel importante no controlo de inventário.

Análise ABC

A classificação de inventário é uma forma eficiente de gerir um grande número de itens, pois permite destacar os que têm maior peso.

Em muitos projetos, 20% do esforço total representa 80% do resultado total. Este fenómeno é chamado de Princípio de Pareto 80/20, que separa os muitos triviais dos poucos que são críticos (Ultsch 2002).

Uma forma de fazer esta análise que normalmente é utilizada em otimização de processos por varias organizações, é através da utilização de uma análise ABC baseada no princípio de Pareto, que tradicionalmente divide os itens em 3 categorias diferentes de acordo com um critério (Chen 2011), como por exemplo os itens de classe A são os que representam o maior valor de inventário.

Na análise ABC, os objetos de estudo são organizados por ordem decrescente de importância, ou impacto que podem ter, sendo a Classe A os que têm maior impacto, a Classe B os de médio impacto e finalmente a classe C que engloba os que trazem menores impactos ao objetivo do estudo. Estas classes estão discriminadas nos pontos seguintes (Ultsch 2002):

Classe A:

Subprojectos com custo relativamente baixo e retorno desproporcionalmente elevado, como exemplo, um número reduzido de subprojectos na classe A devem resultar num retorno elevado a um baixo custo.

Classe B:

Subprojectos com um rácio médio de relação custo e beneficio. Os retornos dos subprojectos desta classe devem ser pelo menos proporcionais aos custos.

Classe C:

Engloba os restantes subprojectos, aqueles que geram baixos retornos com custos elevados.

As propostas mais típicas para as proporções de cada classe são normalmente as seguintes: para a classe A são incluídos entre 5% e 33% dos itens, para a classe B são incluídos entre 15% e 33% dos itens, para a classe C são incluídos entre 25% e 50% dos itens (Ultsch 2002).

Just-In-Time

Um dos objetivos do conceito de compras no modelo *Just-In-Time (JIT)*, é reduzir o *lead time* de reabastecimento através da utilização de fornecedores mais próximos das instalações da fábrica, encomendando quantidades mais pequenas (Gunasekaran 1999).

Neste conceito JIT, é dada ênfase ao “*zero concept*”, que significa a procura de obter zero defeitos, zero filas, zero inventários, zero falhas, procurando abastecer as peças corretas com a qualidade correta no sítio certo e na hora certa (Sendil Kumar and Panneerselvam 2006).

Um dos grandes benefícios de um sistema JIT é portanto a redução de inventários, e simultânea redução da ocupação do espaço de armazém (Min and Sui Pheng 2007), resultando também numa redução dos custos (Kreng and Wang 2004).

Ainda segundo Gunasekaran (1999), sendo este sistema dependente não só da empresa, mas também do fornecedor, torna-se importante que seja desenvolvida uma parceria entre estes, que permita o desenvolvimento de processos mutuamente benéficos, pois isto irá envolver a mudança dos processos utilizados não só pela empresa mas também pelo fornecedor.

Esta relação entre fornecedor e cliente tem que ser fomentada e mantida de forma a que o processo JIT seja bem sucedido do ponto de vista da cadeia de abastecimento, e permita o desenvolvimento de vantagens não só para a empresa, mas também para o fornecedor (Dong, Carter et al. 2001).

Alguns autores defendem que uma análise empírica é necessária para se poder avaliar os reais benefícios e custos de um sistema JIT (C.K. Hahn 1993).

Ainda, sempre que exista uma mudança para um sistema JIT, é necessário ultrapassar as dificuldades provenientes da resistência à mudança por parte de alguns colaboradores, sendo ainda importante que exista coordenação entre as diversas áreas de responsabilidade. Com a implementação de um sistema deste género, alguma perda inicial de produção aquando da mudança poderá ser ultrapassada com uma implementação gradual do processo (Gunasekaran 1999).

Alguns autores acreditam que o processo de compra JIT só traz um benefício claro quando existe uma procura baixa, mas segundo Min and Sui Pheng 2006, o sistema JIT pode também ser viável e rentável mesmo com procuras mais elevadas.

Reorder point

O *reorder point*, ou ponto de encomenda tem um papel importante no balanço dos custos de inventário com os custos inerentes a uma falha no abastecimento dos materiais, sendo que representa uma quantidade definida de inventário, que quando atingida despoleta uma encomenda para reabastecer o material. (Wang 2010).

Alguns fatores que são importantes na definição de um *reorder point* da forma mais correta incluem não só o *Lead time* e o consumo, mas ainda a sua variabilidade.

Lead Time

A definição do *lead time* e do tamanho dos lotes é um fator essencial para garantir um bom funcionamento e operação eficiente do sistema *Material Resource Planning* (MRP) existente.

Segundo alguns autores, um sistema de abastecimento JIT bem implementado além de reduzir os custos de inventário e melhorar a produtividade da organização pode ainda reduzir os *lead times* existentes (Dong, Carter et al. 2001).

O *lead time* é um fator que inclui tanto os tempos de espera como os tempos de processamento (Sendil Kumar and Panneerselvam 2006).

A possível variabilidade do *lead time* é um fator que é importante ter em conta na definição de pontos de encomenda (Wang 2010).

O *lead time* é também uma característica importante na classificação dos inventários(Chen 2011).

Stock de segurança

Numa indústria orientada cada vez mais para metodologias *lean*, a gestão correta de inventários, e conseqüentemente a definição de *stocks* de segurança ganha um peso crescente.

Dentro do tema de gestão de inventários, para o fazer de forma eficiente, é importante gerir da forma correta os valores dos *stocks* de segurança, de forma a que seja possível proteger a cadeia de abastecimento dos eventuais desvios da norma.

De uma forma geral, o *stock* de segurança serve então como um *buffer* que combate as variações existentes entre o abastecimento de materiais e o seu consumo(Sendil Kumar and Panneerselvam 2006).

Os modelos tradicionais de cálculo do *stock* de segurança costumavam resultar em níveis de *stock* de segurança mais elevados do que o necessário, acarretando assim maiores custos de inventário. Como é dito na literatura, o valor do *stock* de segurança deve derivar da média e variabilidade de fatores da oferta e procura, bem como o desejado nível de serviço (Ruiz-Torres and Mahmoodi 2010).

A definição de *stocks* de segurança pode assentar em diversos objetivos, nomeadamente minimização de custos, maximização do nível de serviço, ou ainda uma agregação das duas. Estes *stocks* de segurança são então um fator que tenta garantir aos clientes internos a disponibilidade das peças corretas no tempo correto, e conseqüentemente entrega dos produtos ao cliente final de acordo com a data planeada. Ao mesmo tempo que o *stock* de segurança é desenvolvido para os objetivos referidos anteriormente, é também importante que estes acarretem o menor custo possível para a logística envolvida (Amirjabbari and Bhuiyan 2011).

As quantidades definidas dos *stocks* de segurança são função de 5 fatores: média e desvio padrão do *Lead time*, média e desvio padrão da procura e finalmente nível de serviço desejado(Ruiz-Torres and Mahmoodi 2010). O modelo tradicional de cálculo do *stock* de segurança é:

$$ss = Zs'$$

ss - *Stock* de segurança

Z - Proveniente de uma distribuição normal padronizada que representa o nível de serviço desejado

Na expressão anterior, a variável *s'* provém da seguinte formula:

$$s' = (Ls_d^2 + d^2s_L^2)^{1/2}$$

s_d - Desvio padrão da procura

s_L - Desvio padrão do *Lead time*

L - Valor médio do *Lead time*

d - Valor médio da procura

A definição do fator de serviço é um ponto importante, pois determina uma maior capacidade de lidar com as variações. Este valor é representado pela variável da distribuição normal padronizada Z no parágrafo anterior.

Quando existe uma procura e um *lead time* com grandes variações, resultantes do tipo de indústria que se está a analisar, vai ser necessário definir *stocks* de segurança mais elevados para garantir que a produção e a entrega do produto final é feita de acordo com o planeamento.

Estes valores de *stock* de segurança podem ainda ser utilizados como forma de identificar e focar os esforços de melhoria contínua dos valores de inventário (Natarajan and Goyal 1994).

Kanban

Um sistema de *Kanbans* é definido como um mecanismo de controlo de fluxo de material (*Material Flow Control Mechanism* ou MFC), controlando a quantidade e o tempo das necessidades (Lage Junior and Godinho Filho 2010).

Esta é uma ferramenta utilizada para controlar de forma eficiente um estilo de manufatura consistente, não sendo, segundo alguns autores, a mais apropriada para situações de produção mais variável (Huang and Kusiak 1996).

O sistema de *Kanbans* foi criado para indicar as necessidades em cada etapa da produção, sendo utilizado como forma de agilizar a produção diária (Benton and Shin 1998).

O processo de utilizações de *Kanbans* baseia-se num sistema de cartões que contém toda a informação necessária requerida para controlar inventários (Sendil Kumar and Panneerselvam 2006), recorrendo a métodos visuais de gestão de informação, ou contrário de outros sistemas (Benton and Shin 1998).

Ainda segundo Huang and Kusiak 1996, as funções do *Kanban* podem ser divididas em 3 categorias, nomeadamente:

- Função de visibilidade

Tanto o fluxo de informação como o de matérias estão ligados através de *Kanbans*.

- Função da produção

O *Kanban* é também uma forma de controlar a produção, através da indicação do tempo, quantidade e peças a ser produzida.

- Função de inventário

O número de *Kanbans* é utilizado para medir a quantidade de inventário.

3 Armazém de Materiais de Ferramentaria

Atualmente existe no armazém da empresa uma zona dedicada a materiais de ferramentaria, sendo estes materiais compostos por todo o tipo de ferramentas e equipamentos de apoio à produção e ainda de proteção dos colaboradores (equipamentos de segurança pessoal, vestuário específico, etc.).

Sendo esta uma área delimitada, visto que está separada do resto do material do armazém, foi possível usar este projeto como uma zona piloto de soluções que possivelmente se poderão estender a outras áreas do armazém.

Este foi um projeto desenvolvido em equipa, que viu envolvidos direta ou indiretamente diversos colaboradores de diferentes áreas de responsabilidade.

3.1 Apresentação do problema

3.1.1 Questões relativas aos níveis de Stocks

Apesar de serem materiais de consumo, de apoio à produção, existem materiais de valor significativo, e com inúmeras variantes (por exemplo, chaves, brocas, serras, materiais de proteção pessoal como sapatos de segurança, óculos de proteção, vestuário de segurança, etc.)

- Número de referências diferentes de material de ferramentaria: **1340**
- Valor do *stock* médio (dados de Abril de 2011 a Abril de 2012): **41.000€**

Estes valores de *stocks* vão representar não só ocupação de espaço de armazém, mas também a necessidade de maior trabalho de manutenção destes materiais, risco de ficarem obsoletos ou danificados, e ainda problemas relativos a existência de capital parado, o que pode ser estudado através de análises de custo de capital.

3.1.2 Problemas de Layout

Foram identificados alguns problemas relativamente ao *layout* e às condições de identificação e arrumação dos materiais neste espaço, nomeadamente:

- Problema relativo a espaço para movimentação dentro dos corredores.



Figura 3 - Corredores da Ferramentaria

Na situação inicial havia corredores muito estreitos, que dificultavam a movimentação dentro deste espaço, bem como as tarefas associadas ao abastecimento dos materiais, como é visível na Figura 3.

- Disposição das prateleiras não era *standard*, o que criava alguma confusão na utilização deste espaço.

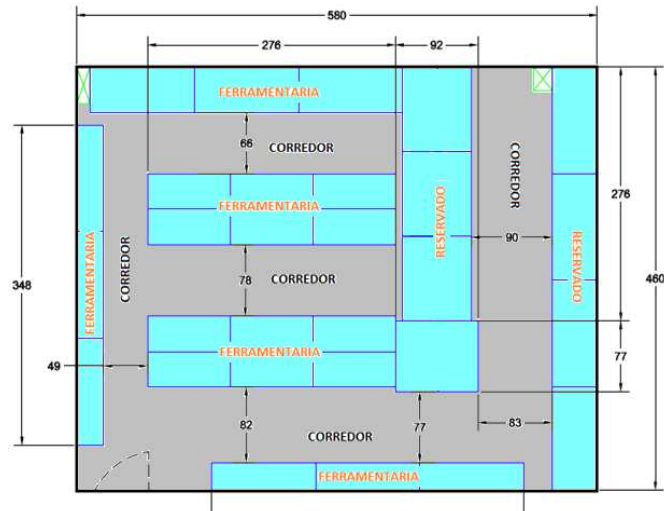


Figura 4 - Layout inicial do espaço de Ferramentaria

Inicialmente as estantes estavam dispostas de uma forma pouco metódica, havendo uma disposição de prateleiras pouco consistente e de acesso diferente das restantes, estando a situação inicial representada na Figura 4.

- Existiam alguns espaços de arrumação não dimensionados, ou dimensionados com desperdício de espaço.



Figura 5 - Locais de *stock* não dimensionados para o material

Esta situação resulta na necessidade de mais espaço para armazenar o mesmo material, como pode ser verificado nos exemplos da Figura 5.

- Identificação dos materiais não era feita de uma forma *standard*, como pode ser visto na Figura 6.



Figura 6 - Diferentes métodos de Identificação do local de *stock*

Esta situação levava a erros de leitura/identificação, bem como dificultava a leitura e a utilização das referências dos materiais.

3.2 Apresentação das soluções propostas.

3.2.1 Propostas de melhoria relativas a *Stocks*

Ponto de encomenda

O valor definido de ponto de encomenda é utilizado no processo de encomenda destes materiais de ferramentaria, sendo que o processo de encomenda atualmente é desencadeado quando o *stock* em SAP atinge este valor, gerando uma OP, ou ordem planeada, que posteriormente é transformada numa RC, ou requisição de compra, por um colaborador, ficando á espera de ser liberada. Após liberação¹, é gerado um PC, ou pedido de compra, a partir da RC.

Este processo está representado na Figura 7.

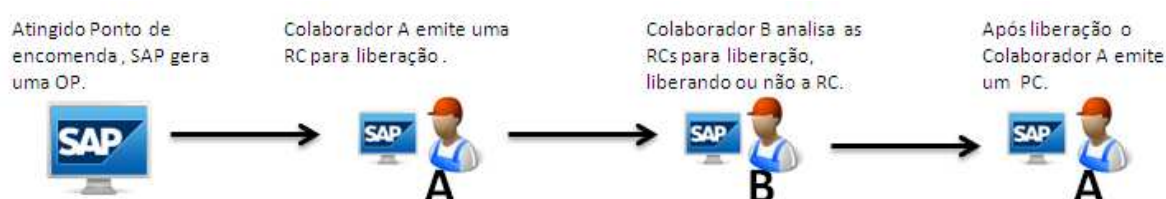


Figura 7- Processo de encomenda de material de ferramentaria

De forma a reduzir os valores dos *stocks* bem como o espaço ocupado por este tipo de materiais, foi calculado um novo ponto de encomenda com base em:

- *Lead Time* total
- Custo do material
- Consumos dos materiais

Foram então definidas algumas regras para a atribuição do ponto de encomenda a cada material, sendo que a regra geral foi:

$$PE = C_M * LT_T + S_S$$

PE – Ponto de Encomenda

C_M – Consumo médio por dia

LT_T – *Lead Time* total

S_S – *Stock de Segurança*

Os dados do consumo médio por dia foram retirados do ERP utilizado pela empresa (SAP). Foram retirados todos os valores relativos ao consumo total para todas as referências dos materiais de ferramentaria para 2011 e 2012.

O *Lead Time* total envolve diferentes fatores, nomeadamente Movimentação, Liberação, tempo de encomenda e *Lead Time* do Fornecedor.

Quanto à movimentação (1 dia), refere-se ao tempo dedicado a identificar a necessidade e a ser enviada essa informação para a encomenda puder ser liberada (1 dia). A liberação é feita

¹ Liberação consiste na autorização de compra que é dada pelo responsável pelo processo

para se poder aprovar a encomenda, sendo em seguida feita a encomenda ao respetivo fornecedor (1 dia). Por fim, para os fornecedores destes materiais, o *Lead Time* é em média 5 dias.

Todos os valores dos intervalos de tempo, referem-se apenas a dias úteis.

Assim resulta:

$$LT_T = T_M + T_L + T_E + LT_F = 8 \text{ dias Úteis}$$

LT_T – *Lead Time total*

T_M – *Tempo de movimentação*

T_L – *Tempo de Liberação*

T_E – *Tempo de Encomenda*

LT_F – *Lead Time do Fornecedor*

Com isto pode-se concluir que o *Lead Time* total vai ser de 8 dias úteis, ou aproximadamente 1,5 semanas.

De notar que o *Lead Time* do fornecedor definido é um *Lead Time* médio dos fornecedores que abastecem os materiais de ferramentaria.

Como os valores de consumo usados são valores médios com alguma variabilidade, torna-se importante calcular um *stock* de segurança que permita lidar com essa possibilidade. Para isso será calculado um *stock* de segurança que tem em conta o desvio padrão tanto do consumo como do *Lead Time*, sendo a estes ainda aplicado um fator relativo ao nível de serviço pretendido (Ruiz-Torres and Mahmoodi 2010).

$$S_s = Z * \sqrt{\mu_{LT} * \sigma_D^2 + \mu_D^2 * \sigma_{LT}^2}$$

Z – *Fator de Serviço*

μ_{LT} – *Média do Lead Time*

σ_{LT} – *Desvio padrão do Lead Time*

μ_D – *Média da Procura*

σ_D – *Desvio padrão da Procura*

A este critério geral foram ainda definidas algumas exceções, nomeadamente relativas a materiais com muito baixa rotação² e ainda materiais com elevado custo. As regras utilizadas estão definidas na Tabela 1.

² Materiais com consumo muito pouco frequente

Tabela 1 - Critérios para definição dos *stocks* de segurança

<i>Regra</i>	<i>Descrição</i>	<i>Ponto de encomenda</i>
Materiais com baixa rotação	Último consumo \leq a 2010	0
Materiais com custo elevado e baixo consumo	Consumo médio mensal ≤ 1 e valor unitário $\geq 30\text{€}$	0
Materiais de baixo consumo	Consumo médio < 6 unidades por ano	0

Quantidades de Encomenda

O valor calculado para quantidade de encomenda pode ser feito de forma a balancear as quantidades e a frequência com que são realizadas as encomendas.

Neste caso foi definido para ser igual ao consumo médio durante o processo de encomenda, o que resulta em encomendas que satisfazem 8 dias úteis de consumo.

Desta forma, as encomendas são feitas para cada material para uma semana e meia de consumo (8 dias úteis), reduzindo a carga administrativa relativa a todo o processo de encomenda, bem como a de liberação.

De salientar que alguns materiais estão limitados pelas quantidades mínimas de encomenda, pois o fornecedor só fornece o material em lotes maiores (como exemplo pode referir-se o caso das luvas, que vêm em embalagens de 100 unidades). Isto significa que em alguns casos, a quantidade de encomenda calculada pelo método anterior, não pode ser implementada, sendo apenas uma referência da quantidade de encomenda preferencial.

Outras questões relacionadas

Ainda dentro deste tema, pode-se salientar algumas propostas e melhorias que foram implementadas ao longo do desenvolvimento do projeto. Entre elas o ajuste e correção de algumas discrepâncias entre o *stock* físico e contabilístico em SAP de algumas referências, bem como o levantamento de uma listagem de possíveis referências que se encontravam obsoletas, visto que não tinham consumos registados desde, pelo menos, 2010.

Foi ainda proposto o desenvolvimento de um catálogo atualizado dos materiais deste tipo por categoria, para que fosse possível pesquisar nas referências existentes uma que pudesse satisfazer as necessidades da procura. Desta forma poderia ser evitado o eventual pedido de uma nova referência quando exista em *stock* uma outra capaz de satisfazer os mesmos requisitos.

3.2.2 Propostas de melhoria relativas a Layout

De forma a minimizar o problema do desperdício de espaço de prateleira, foi proposto:

- Utilização de prateleiras mais estreitas de forma a eliminar o espaço vazio entre as caixas que estavam em cada lado da prateleira;

- Standardização dos locais de *stock* de acordo com a dimensão e quantidade de material, havendo assim espaços desenhados para acomodar materiais maiores, bem como espaços desenhados para acomodar materiais que necessitam de menor área;
- Novo método de arrumação através de gavetas modulares para os materiais de menor dimensão, podendo ser guardado um maior número de referências em cada prateleira;
- Novo método de arrumação para o equipamento pessoal (vestuário), em que são usadas prateleiras com menor altura, de forma a eliminar o desperdício existente na arrumação desse material em caixas sem aproveitamento de toda a altura da prateleira.

Relativamente ao problema de espaço para deslocação, e disposição não *standard* dos corredores, foi proposto um novo *layout* em que os corredores são mais largos e paralelos entre si. Desta forma as deslocações serão mais fáceis e mais intuitivas.

De forma a facilitar a utilização deste espaço de arrumação, foi proposta também a utilização de uma etiqueta *standard* para todos os materiais, bem como um novo sistema de identificação dos locais de *stock*.

Neste novo sistema, este novo espaço de materiais de ferramentaria é todo identificado por um número (neste caso “8. “).

Dentro deste espaço, é atribuída uma letra a cada lado de um corredor (Ex.: “8.A”), estando cada um destes lados divididos por estante, a qual é atribuído um número (Ex.: “8.A1 ”). Cada uma destas estantes está dividida em prateleiras, sendo-lhe atribuída uma letra (Ex.: “8.A1.B ”), podendo ainda esta ser subdividida em colunas quando a prateleira está ocupada por caixas (Ex.: “8.A1.B2”).

De forma a planear o novo *layout* da forma mais fiável e realista possível, e tendo em conta as características do espaço disponível, bem como as estantes, foi utilizado *software* CAD para simular e validar as novas propostas de *layout*. Numa fase inicial recorreu-se ainda à elaboração de uma maquete, que desta forma permite rapidamente visualizar as diferentes hipóteses de *layout*).

3.3 Implementação e resultados.

3.3.1 Redução de *stocks*

Foram parametrizados os pontos de encomenda, bem como as quantidades de encomenda.

Neste cálculo foi utilizado um fator de serviço de 95% ($Z=1,64$), o desvio padrão do consumo mensal de cada material e, por último, não foi possível recolher informação relativa ao desvio padrão do *Lead Time* dos fornecedores, tomando esta variável o valor 0 (este facto foi tido em conta na definição do valor médio do *Lead Time* dos fornecedores).

Com os dados das novas quantidades do ponto de encomenda, e de quantidades de encomenda, torna-se possível calcular o *stock* médio que potencialmente seria atingido com esta reparametrização.

Este *stock* médio é calculado da seguinte forma:

$$S_M = S_s + \frac{1}{2} * Q_e$$

S_M – *Stock Médio*

Q_e – *Quantidade de Encomenda*

Para estes valores foi tida em conta a existência de quantidade mínima de encomenda, sendo que para todos os materiais em que a Qt. Mínima de encomenda > Qt. Proposta de encomenda, o valor que foi usado para o cálculo do *stock* médio foi a Qt. Mínima de encomenda.

Ex:

Qt. Mínima de encomenda = 30 Un.

Qt. Proposta de Encomenda = 23 Un.

Neste caso, o valor real da encomenda será igual a 30 Un., pois é o menor valor igual ou imediatamente superior à Qt. Mínima de encomenda e ao mesmo tempo maior ou igual à Qt. Proposta de Encomenda.

Para os materiais que só são fornecidos em lotes definidos, ou seja com tamanho mínimo do lote, o valor da Qt. Proposta de encomenda for arredondado ao menor valor múltiplo do tamanho mínimo do lote que seja maior ou igual à Qt. Proposta de encomenda.

Ex:

Tamanho Mínimo do Lote = 5 Un.

Qt. Proposta de Encomenda = 23 Un.

Neste caso o valor real da encomenda será igual a 25 Un., pois é o valor múltiplo de 5 igual ou imediatamente superior á Qt. Proposta de Encomenda.

Desta forma resultam os valores apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Redução do valor médio de *stock* potencial com os novos pontos de encomenda

	<i>Valor do stock médio (Aprox.)</i>	<i>Redução (€)</i>	<i>Redução (%)</i>
Atualmente	41.000 €		
Com novos pontos de encomenda	19.600 €	21.400 €	52%

Estes valores têm em conta o facto de alguns dos materiais terem quantidade mínima de encomenda e/ou tamanho mínimo do lote.

Ainda dentro desta previsão, seria importante compreender o comportamento do valor dos *stocks* no futuro, até serem atingidos estes novos valores.

A forma como o valor de *stock* vai tender para o esperado no futuro está assente num cálculo que envolve tanto o *stock* existente atualmente, como uma estimativa de consumo, o que resulta na variação no nível de *stock* com o tempo até ser atingido o valor do *stock* de segurança para cada referência, entrando o valor de *stock* num ciclo de valor médio.

Para cada material (m) e para cada período (n), é aplicada a seguinte fórmula:

Se $S_{m,(n-1)} - C_m > S_{M_m}$ **Então:**

$$S_{m,n} = S_{m,(n-1)} - C_m$$

(caso o *stock* existente – consumo seja maior do que o *stock* médio definido, simula-se o consumo nesse período)

Caso contrário:

$$S_{m,n} = S_{M_m}$$

(o *Stock* fica igual ao *stock* médio definido em *Loop*)

m – Material

n – Mês

C – Consumo

S – *Stock*

Aplicando a análise definida, o resultado obtido da previsão da variação do nível médio de *stock* será a representada na Figura 8.

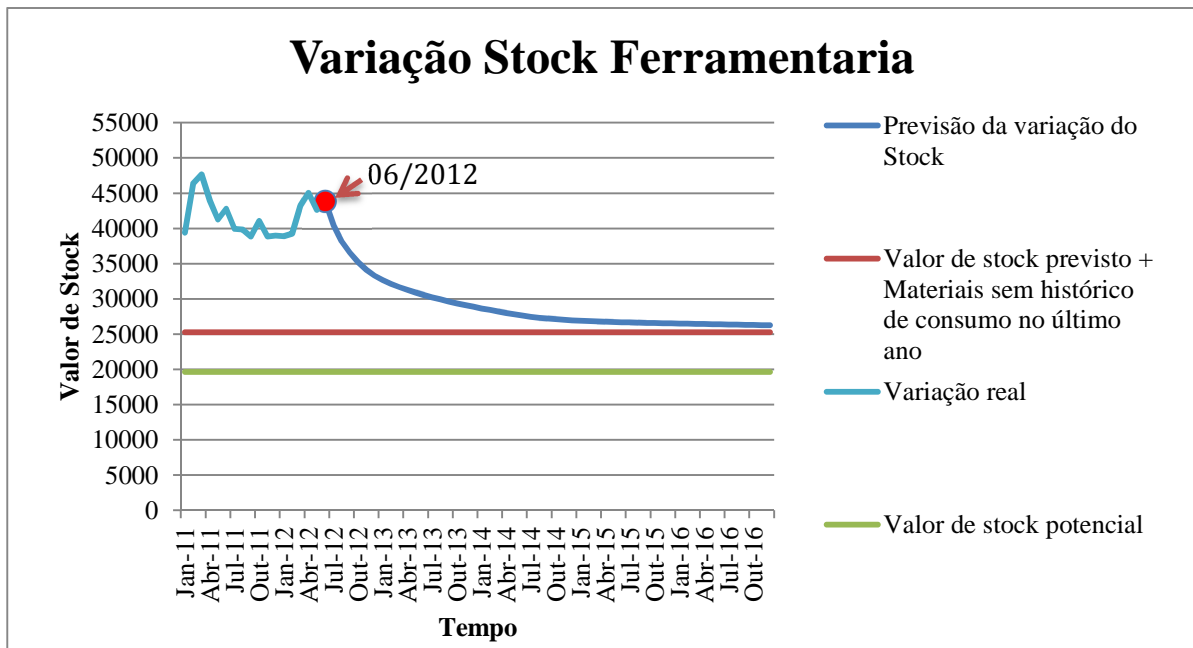


Figura 8 - Previsão de variação do valor de *stock* médio de materiais de ferramentaria

Como é possível ver no gráfico anterior, o valor tende para um nível superior ao esperado, isto deve-se ao facto de existirem materiais em *stock* que poderão ser obsoletos, visto que não têm previsão de consumo de acordo com os dados do histórico de consumo do último ano. Estes casos poderão ser avaliados mais à frente de forma a compreender se os materiais realmente não têm rotação, ou apenas rotação muito baixa, sendo um processo longo de redução dos níveis de *stocks*.

Estes níveis médios de *stock* podem ser reduzidos com a renegociação das quantidades mínimas de encomenda, e o tamanho mínimo do lote, estando o valor médio de *stock* sem limitações ao tamanho dos lotes representado na Tabela 3 e a sua variação prevista na Figura 9.

Tabela 3- Redução do valor médio de *stock* potencial com os novos pontos de encomenda (sem quantidades mínimas de encomenda)

	<i>Valor do stock médio (Aprox.)</i>	<i>Redução (€)</i>	<i>Redução (%)</i>
Atualmente	41.000 €		
Com novos pontos de encomenda	16.300 €	24.700 €	60%

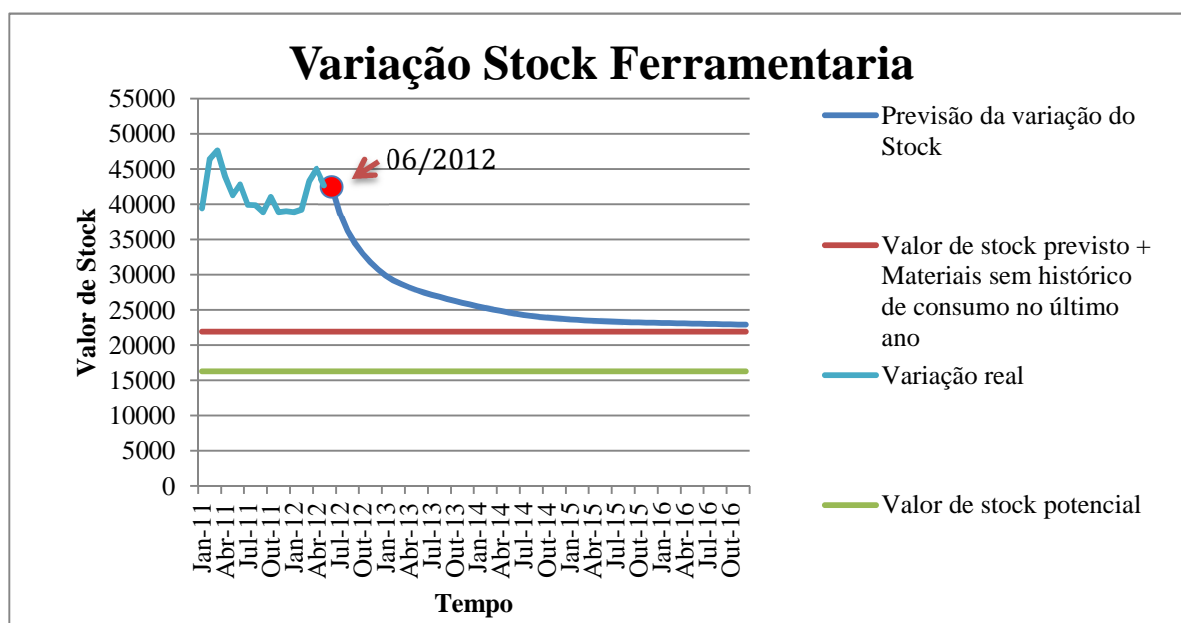


Figura 9 - Previsão de variação do valor de *stock* médio de materiais de ferramentaria (sem quantidades mínimas de encomenda)

Como estes valores variam sempre, esta análise pode ser futuramente melhorada e afinada para variações nas características de consumo de cada material, bem como para o *Lead Time* de cada fornecedor.

Um segundo passo de melhoria, passa por usar um *Lead Time* mais exato para cada fornecedor de cada material, e analisar o desvio padrão de cada um destes valores.

3.3.2 Novo Layout

-Novas prateleiras mais estreitas, corredores paralelos e mais amplos, estando o *layout* que foi implementado representado na Figura 10.

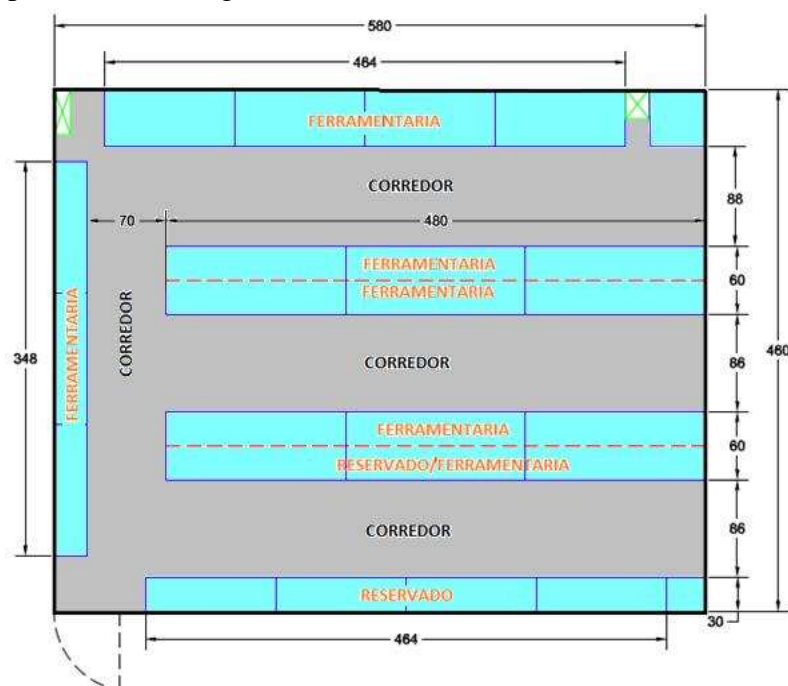


Figura 10 - Layout final do espaço de Ferramentaria

De notar que a abertura da porta foi alterada para abrir para o exterior por questões de segurança.

Foi possível aumentar o espaço disponível para deslocamentos com a utilização de estantes mais estreitas e a reorganização do *layout*, estando as dimensões iniciais e finais dos corredores, bem como a variação representadas na Tabela 4.

Tabela 4 - Dimensão dos corredores da ferramentaria

	<i>Dimensões Mínimas</i>	<i>Dimensões Médias</i>	<i>Dimensões Máximas</i>
Situação Inicial (mm)	490	716	830
Situação Final (mm)	700	825	880
Aumento (%)	43%	15%	6%

Melhoria do processo logístico com fornecedores locais, e desenvolvimento de estratégias de redução de *stocks*

- Redimensionamento e standardização dos locais de *stock* para os materiais com diferentes volumes e quantidades.



Figura 11 - Exemplos dos novos métodos de arrumação de acordo com as características dos materiais

Com esta melhoria existe um melhor aproveitamento de espaço, pois os locais de *stock* estão parametrizados para diferentes volumes de materiais, como pode ser visto nos exemplos da Figura 11.

Foi ainda desenvolvido um sistema de gavetas modulares para materiais de menores dimensões / menores quantidades (Figura 11).

- Standardização da identificação do material.



Figura 12 - Método de identificação de material *standard*

Todo o material ficou identificado da mesma forma, com a referência e descrição do material, estando isto visível na Figura 12.

Melhoria do processo logístico com fornecedores locais, e desenvolvimento de estratégias de redução de *stocks*

-Novo método de arrumação do vestuário.



Figura 13 - Método de arrumação de equipamento de proteção e vestuário

Resulta numa melhor utilização do espaço dedicado a este tipo de materiais, estando um exemplo do sistema representado na Figura 13.

- Novo sistema de identificação dos locais de *stock*.



Figura 14 - Sistema de identificação dos locais de *stock*

Este sistema resulta numa diminuição do tempo despendido a localizar o material, visto que a área em que se tem que procurar é mais restrita (Figura 14).

Dentro deste processo de remodelação deste espaço, houve sempre a preocupação de reutilizar os recursos já existentes na empresa de forma a minimizar a necessidade de investimento. Para isto, utilizou-se estantes e materiais considerados obsoletos e sem utilização, bem como produção interna (no caso do sistema de gavetas).

4 Gestão de *Stocks* no Tubo e Chapa

4.1 Apresentação do problema

Numa fase inicial do processo produtivo de autocarros, tanto para o fabrico da estrutura, como para o fabrico das tampas é utilizado tubo e chapa com características diferentes.

Inicialmente o processo de levantamento das necessidades e posterior encomenda era feito diariamente quando o planeador se reunia com o responsável da secção para discutir as quantidades necessárias.

Este procedimento assentava em definições de quantidades e critérios de encomenda não standard, e requeria a existência desta reunião para o planeador conseguir definir as quantidades de acordo com a previsão dos próximos dias de produção por parte do responsável da secção.

4.2 Apresentação das soluções propostas e implementação

De forma a tornar este processo mais standard e mais eficiente, foi proposta a implementação de um sistema de *Kanban* para gerir fisicamente os *stocks* deste tipo de materiais.

Para tal, de forma semelhante ao que foi feito no capítulo anterior para os materiais de ferramentaria, de acordo com os consumos destes materiais e o *lead time* do fornecedor, foi definido um valor de *stock* de segurança para cada uma das referências.

Após ser definido o ponto de encomenda e a quantidade de encomenda, de acordo com um template³ já utilizado pela empresa, foram impressos *Kanbans* com um lado verde e o outro vermelho para cada referência com a informação relativa ao material, local de *stock* e o respetivo ponto e quantidade de encomenda, podendo um exemplo ser visto na Figura 15.



O Kanban é um cartão verde com o logótipo CAETANOBUS no canto superior esquerdo. No canto superior direito, há um campo rotulado 'Stock Segurança' com o valor '5'. No centro, há uma faixa preta com o texto 'GESTÃO FÍSICA DE STOCKS' em branco. Abaixo disso, há dois campos: 'Referência' com o valor 'IP001427' e 'Qtd de Encomenda' com o valor '20'. Abaixo desses campos, há um campo contendo o texto 'TUBO AÇO EN 10305-5 E235+CR1 40X25X2'. No canto inferior direito, há um campo rotulado 'Armazém' com o valor 'C - E8'.

Figura 15 - Exemplo de *Kanban* da Chapa/Tubo

Aquando do consumo deste material, o colaborador que retira o material do local de *stock*, está incumbido de alterar o *Kanban* para o lado vermelho caso seja atingido o *stock* de segurança. No final do dia, o planeador verifica os *Kanbans* e regista as encomendas, e quando a encomenda é entregue, o abastecedor volta a trocar o *Kanban* para o lado verde e identifica de novo o *stock* de segurança.

³ Existe uma ferramenta utilizada na empresa que guarda os formatos de cada tipo de documento

Tanto para o tubo como para a chapa, foi criada uma norma de funcionamento que especifica todos os passos do procedimento de utilização do sistema de *Kanbans* de forma simplificada e de rápida interpretação. Estas normas foram impressas e encontram-se junto dos respetivos locais de *stock*.

Devido às diferentes características dos materiais, o tubo e a chapa exigem sistemas de armazenamento diferentes, e como tal o sistema de *Kanbans* teve que ser desenhado de forma diferente para cada um dos casos.

Caso do Armazém de Tubo

No caso do tubo, devido ao sistema de armazenamento deste material não ter espaço de fácil acesso para colocar o *Kanban*, este foi colocado num quadro (ver Figura 16) localizado na parede imediatamente adjacente ao sítio onde o material está localizado.



Figura 16 - Quadro de colocação dos *Kanbans* do tubo

O suporte onde é armazenado o tubo foi também identificado com o nome do local de *stock* de forma a facilitar a utilização do sistema (ver Figura 17).

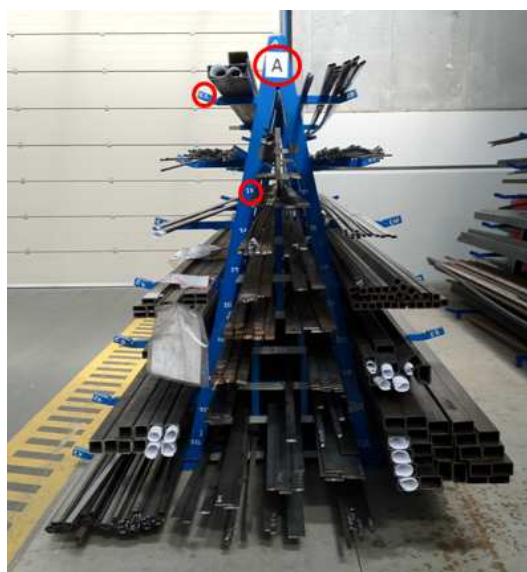


Figura 17 - Armazém de tubo com identificação de cada local de *stock*

Relativamente a identificação dos *stocks* de segurança do tubo, foi implementado um sistema (inicialmente para teste e depois implementado) que, com base na área ocupada pelo perfil de cada tubo, cobre o espaço ocupado pela quantidade definida de *stock* de segurança, servindo de guia para o operador saber quando este *stock* é atingido. Este sistema está representado na Figura 18.



Figura 18 - Método de identificação do *stock* de segurança do tubo

Cada identificador contém a informação relativa á referência, local de *stock* e *stock* de segurança do tubo.

Caso do armazém de chapa

No caso do armazém de chapa, em primeiro lugar optou-se por alterar a disposição dos materiais de acordo com os seguintes critérios:

1º Os locais de *stock* superiores foram atribuídos aos materiais com menos rotação.

2º As chapas foram organizadas de acordo com a espessura (devido ao peso), mais espessas em baixo.

3º Sendo que existem 3 estantes diferentes, a A foi dedicada a chapas de aço, a C a alumínio, a B (do meio) tem uma combinação dos 2 materiais (Alumínio e Aço).

Mais uma vez, foi também identificado de forma clara cada local de *stock* (Figura 20), e colocado junto do armazém de chapa um quadro com a disposição das chapas (Figura 19) sendo os *Kanbans* colocados diretamente na estrutura do armazém de chapa.

Melhoria do processo logístico com fornecedores locais, e desenvolvimento de estratégias de redução de stocks



Figura 20 - Armazém de chapa com identificação dos locais de stock



Figura 19 - Quadro de disposição das chapas

5 Projeto de Abastecimento com Fornecedores Locais

5.1 Apresentação do problema

Devido à CaetanoBus se inserir na indústria de fabricação de autocarros, que envolve uma grande diversidade de componentes, acaba por ter que gerir uma carteira de fornecedores de dimensão considerável.

Atualmente os *stocks* médios dos materiais têm um valor significativo, o que é afetado em parte, pelo facto dos materiais serem encomendados e entregues com uma antecedência significativa, em lotes para um período de consumo definido. Isto resulta num maior período de permanência dos materiais em armazém.

Com esta prática, é necessário alocar recursos à arrumação deste material no lote, à sua manutenção e gestão, e finalmente ao *picking* deste para ser abastecido antes da data de necessidade.

Dito isto, 26% do valor do *stock* médio existente na empresa é representado por materiais de fornecedores nacionais, sendo o restante valor de materiais de fornecedores internacionais.

Tendo em conta que os fornecedores nacionais representam uma fatia considerável dos materiais utilizados, torna-se necessário perceber qual a sua verdadeira dimensão, bem como estudar a possibilidade de tirar partido da sua proximidade às instalações da empresa. Uma forma de abordar esta questão é avaliando a possibilidade de sincronizar as entregas destes materiais com a data em que vão ser necessários na linha de produção.

Com isto os materiais seriam entregues mais próximo da data de necessidade, o que resultaria numa diminuição do seu tempo em armazém, na redução do volume de *stock*, e na redução das operações envolvidas no processo logístico.

Este procedimento poderia eliminar ainda algumas tarefas de gestão e manutenção destes materiais, pois como chegam próximo da data de necessidade, deixaria de ser necessário proceder á arrumação no lote deste material e depois ao seu *picking*, podendo ser logo colocados num carro específico que leva esse material para a linha.

Devido á natureza do projeto envolver fornecedores reais que abastecem atualmente diversos materiais para o desenvolvimento da atividade da empresa, alguns dos dados serão apenas representados em medidas de razão, como a percentagem (%), e os fornecedores quando referidos, serão referidos como “fornecedor A”, “fornecedor B”, etc.

5.1.1 Análise dos fornecedores, e respetivos materiais e valores de *stocks*

De forma a melhor compreender o problema, torna-se importante levantar os dados relativos à situação inicial.

Em primeiro lugar, foram levantados os valores dos *stocks* médios e o número de referências de materiais de fornecedores nacionais, bem como as respetivas proporções relativamente aos valores totais. Desta forma foi possível avaliar o peso destes fornecedores no que diz respeito aos valores de *stocks*.

Para o período de 2011/2012, aproximadamente 10 % de todas as referências dos materiais existentes eram provenientes de fornecedores nacionais, sendo que estes representavam 26,2% do valor do *stock* médio existente.

Dentro deste grupo de fornecedores nacionais, de forma a perceber onde estão concentrados os maiores valores de *stock*, pode ser utilizada uma análise ABC, tanto no que diz respeito a valores de *stock* médio por fornecedores, como no que diz respeito a valores de *stock* médio por referências, agrupando-os por classes, A, B e C (Ultsch 2002).

Desta forma consegue-se organizar os fornecedores de acordo com a fatia do valor médio de *stock* que representam, e como tal identificar os que representariam um maior impacto no caso de serem implementadas melhorias de redução deste valor de *stock*, bem como melhorias de gestão e manutenção deste.

Fazendo uma análise ABC com os *stocks* agrupados por fornecedores, é possível perceber que relativamente aos fornecedores nacionais, 80% do valor médio de *stock* é representado pelos materiais de 13% dos fornecedores.

Caso os dados não sejam agrupados por fornecedores, e os materiais sejam tratados como referências independentes, consegue-se também perceber que relativamente às referências dos fornecedores nacionais, 80% do valor do *stock* médio é representado por apenas 14% destas referências.

Com esta análise, são definidos os fornecedores e as referências que implicariam um maior impacto nos valores médios dos *stocks*, no caso de ser desenvolvido um novo sistema de abastecimento.

Após terem sido levantados os dados referidos anteriormente para todos os fornecedores nacionais, tendo em conta a flexibilidade e rapidez de resposta exigida por um sistema de entrega de material o mais próximo possível da data de necessidade, será importante focar o estudo nos fornecedores que se encontrem mais próximos das instalações da empresa.

Estes terão maior facilidade para deslocações mais frequentes e mais fiáveis, o que resulta numa capacidade de entrega mais flexível, e de resposta mais rápida, que são as características desejadas.

Dito isto, de forma a restringir a lista dos fornecedores aos que têm esta capacidade, foram selecionados para estudo aqueles que atualmente têm janela de descarga⁴, e entregas diárias, ou muito próximas disso.

Este grupo de fornecedores, representando apenas 7% dos fornecedores nacionais, são responsáveis pelo abastecimento de 57% das referências abastecidas por fornecedores nacionais, e de 29% do valor médio de *stock* destes.

Levantando então nos valores médios de *stocks* para materiais abastecidos por estes 13 fornecedores, torna-se necessário perceber qual o peso que cada fornecedor tem. Como tal foi desenvolvida uma análise de comparação do valor de *stock* médio de cada um dos fornecedores com o valor total do *stock* médio dos 13 fornecedores. Esta análise está representada na Figura 21, sendo que cada cor representa um fornecedor com janela de descarga diferente.

⁴ A janela de descarga diz respeito a um horário no qual o fornecedor pode vir diariamente fazer entregas, e atualmente é atribuída aos fornecedores com entregas mais frequentes.

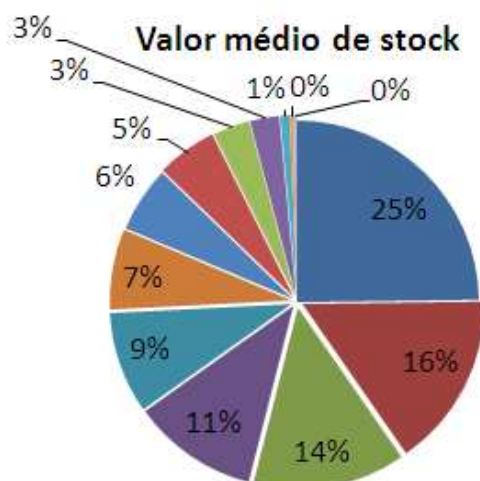


Figura 21 - Distribuição do valor médio de *stock* dos fornecedores com janela de descarga

Para estes fornecedores, é importante não só perceber qual o valor médio de *stocks* representados por materiais fornecidos, mas ainda o número de referências diferentes, bem como as diferentes características dos materiais. Desta forma poder-se-á perceber em quantos modelos de carros fabricados são usados, bem como o número de postos da linha que recebem esses materiais (ver Tabela 5 e Tabela 6), e ainda as exigências destes a nível de manipulação devido às suas características.

Isto é importante, pois a gestão atual destes materiais envolve diversas atividades logísticas, não sendo o seu impacto refletido apenas nos valores monetários dos respetivos *stocks* médios, mas ainda no tempo dedicado a estes materiais no atual fluxo da logística interna.

Tabela 5 - Número de postos abastecidos por cada fornecedor com janela de descarga para cada modelo de carro fabricado (Fornecedores A a F)

	<i>Nº de postos com material do fornecedor</i>					
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>F</i>
Cobus	10	9	10	6	5	6
Levante	11	11	13	9	4	5
Tourino	14	10	10	8	4	3
Winner	9	10	12	7	5	3
Total	44	40	45	30	18	17

Tabela 6 – Número de postos abastecidos por cada fornecedor com janela de descarga para cada modelo de carro fabricado (Fornecedores G a L)

	<i>Nº de postos com material do fornecedor</i>					
	<i>G</i>	<i>H</i>	<i>I</i>	<i>J</i>	<i>K</i>	<i>L</i>
Cobus	8	2	9	3	1	0
Levante	7	2	10	4	3	3
Tourino	7	2	7	4	4	2
Winner	6	1	9	4	2	1
Total	28	7	35	15	10	6

5.1.2 Análise dos processos iniciais

Processo atual de entrega dos fornecedores com janela de descarga

No processo existente, o fornecedor, dentro da sua janela de descarga, entrega os materiais de acordo com uma data que lhe foi fornecida aquando da encomenda, depositando-os num contentor que lhe é atribuído.

No caso de alguns fornecedores, os contentores são pequenos para os lotes de material que são entregues de cada vez, e como é um contentor por fornecedor, tanto as peças de pequena dimensão como as de maiores dimensões são postas no mesmo local.

Seguidamente entrega a guia de remessa ou a fatura a um colaborador, que está incumbido de introduzir esta informação em SAP.

Depois de este processo estar finalizado, é impressa uma lista deste material e entregue a um outro colaborador, que confere o material de acordo com a lista, e identifica manualmente uma peça do conjunto, tanto com referência, como com local de *stock*.

Todo este processo está representado de uma forma esquemática na Figura 22.

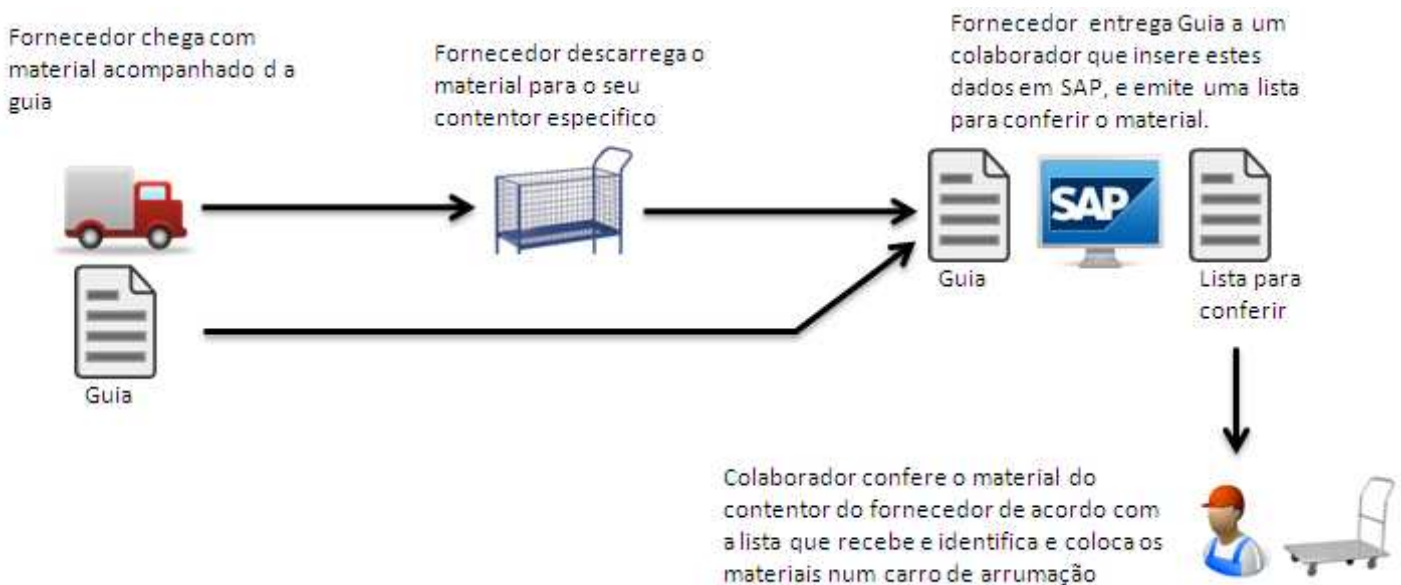


Figura 22 - Processo de entrega de material atual de fornecedores com janela de descarga

Após ser conferido, coloca então os materiais num carro/contentor de arrumação, seguindo-se o processo de arrumação no lote.

Processo de arrumação no lote.

Neste processo, um colaborador percorre o lote com os materiais conferidos no carro de arrumação, colocando cada material no respetivo local de *stock* com que os materiais estão identificados.

Neste ponto existem duas exceções ao processo descrito anteriormente. A primeira situação é a inexistência de local de *stock* atribuído a esta referência, sendo que neste caso, o colaborador terá que criar esse novo local de *stock*. A segunda situação é a inexistência de espaço suficiente no local de *stock* atribuído à referência para armazenar o novo lote de

material que chegou, sendo que neste caso o colaborador terá que realocar o material para um local com o espaço apropriado.

Processo de abastecimento

De acordo com o planeamento de produção, onde são definidos os postos onde vai estar cada PEP⁵ em determinado dia, são geradas listas de *picking* para abastecimento de 2 PEP's em cada posto para uma data 3 dias úteis anterior à data de necessidade.

Estas listas são colocadas num quadro onde é feito o balanceamento da carga de *picking* alocada a cada colaborador.

Um colaborador irá então iniciar a atividade de *picking*, seguindo a lista que lhe foi atribuída no balanceamento.

Este processo de abastecimento está esquematizado na Figura 23.

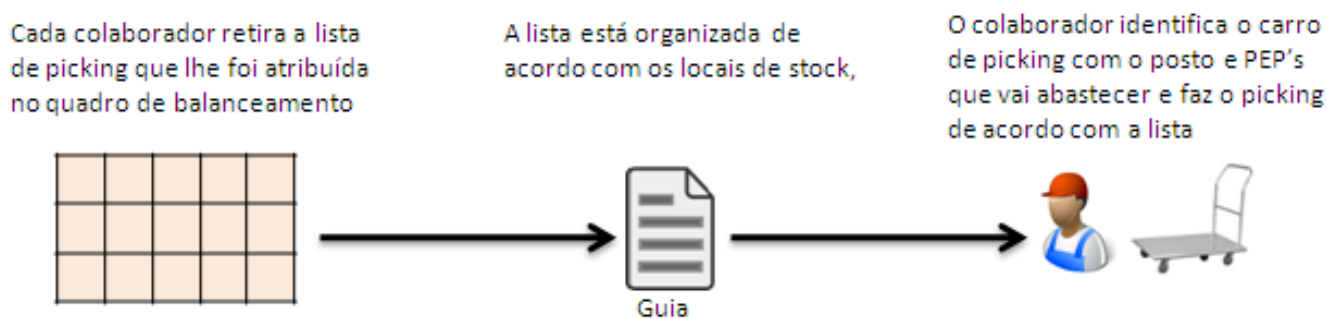


Figura 23 - Processo de Picking

A lista de *picking* está organizada de acordo com os locais de *stock*, mas não têm em conta a existência de materiais de diferentes dimensões, peso e fragilidade. Isto poderá ser importante para definir a ordem de arrumação do carro de *picking*, sendo feita de uma forma mais cuidada e criteriosa, tendo em conta as características dos diferentes materiais.

Processo dos cortes

Cortes são referentes a materiais que não existem em *stock* aquando da sua necessidade na atividade de *picking*. Estes materiais são assinalados na lista de *picking*, e são posteriormente inseridos numa base de dados dedicada a este tipo de situações (designada de base de dados dos cortes).

Quando é feita uma entrega de material, as primeiras referências a serem conferidas são as que se encontram registadas como estando em corte na base de dados dos cortes, para desta forma poderem ser colocadas num carro dedicado a abastecer estes materiais diretamente ao ponto de necessidade com prioridade.

⁵ PEP é um código utilizado para designar cada carro

5.2 Apresentação das soluções propostas.

Após descrito o processo inicial, torna-se então necessário encontrar formas de aumentar a eficiência, através da redução de desperdícios e da redução do valor médio de *stock* que se encontra em armazém.

Para o desenvolvimento deste projeto, foi estudada a mais-valia representada pela existência de fornecedores que têm instalações próximas das da empresa, e desenvolvidas hipóteses de soluções que tirem partido disto.

Após serem destacados os potenciais fornecedores aos quais poderiam ser aplicadas estas melhorias, foi desenvolvida uma proposta de abastecimento diferente da atual com vista a reduzir o tempo que o material passa em armazém, bem como o reduzir o tempo despendido em operações relacionadas com a gestão e manutenção destes *stocks*.

A base do processo desenvolvido passa por manter o método atual de encomenda do material, mas alterar todo o processo de entrega e gestão desse material a partir deste ponto.

Para tal, seria reduzido o tempo de antecedência com que são feitas as entregas (atualmente são, teoricamente, 5 dias antes), e estas deixariam de ser entregas de quantidades agregadas, para vários dias de consumo (como acontece atualmente).

Comunicação com o fornecedor

A ordem de entrega será então comunicada ao fornecedor com o envio semanal de um documento, onde são discriminados todos os materiais a serem entregues, bem como as respetivas quantidades e datas de entrega. Este documento será referido deste ponto em diante como Documento 1.

A data de entrega definida para este processo será de 2 dias úteis anteriores à necessidade, e potencialmente poderá ser reduzida para um dia, pois a informação da entrega é enviada para o fornecedor na semana anterior, de forma a este ter o tempo necessário de organizar todo o seu processo.

De forma a obter este documento seria desenvolvida uma transação⁶ que acede a todos os dados necessários, cruzando-os e organizando-os de acordo com o pretendido.

Esta transação, a ser desenvolvida, teria que receber a informação relativa ao fornecedor para o qual se quer emitir o documento, bem como as datas de início e fim do período para o qual se pretende obter a lista de abastecimentos discriminada.

Exemplo:

Fornecedor: Fornecedor A

Período de abastecimentos:

07/05/2012 a 11/05/2012

Com estes dados, e recorrendo à base de dados do sistema, seria feito o levantamento do plano de produção para o período definido.

⁶ Transação é constituída por um formulário desenvolvido em SAP onde ao ser inserida certa informação, retornar a informação pretendida

Melhoria do processo logístico com fornecedores locais, e desenvolvimento de estratégias de redução de *stocks*

Neste passo é necessário ter em atenção que o período de produção está desfasado do período de abastecimento por 2 dias úteis.

Do passo anterior resulta uma lista de todos os carros e postos a abastecer nesse período e respetivas datas.

Com esta informação, é possível aceder a lista de materiais que cada carro consome em cada posto nas datas definidas, sendo esta filtrada para materiais do fornecedor para o qual se pretende obter a informação.

Exemplo do documento resultante:

Data de entrega	Referência do Material	Descrição	Qt. a entregar	Unidade	PEP	Posto	Quantidade em corte
07-05-2012	51762301	TAMPA TR TIRANTE FECHO	1	PC	F123043090	G05.01.1	
07-05-2012	51762301	TAMPA TR TIRANTE FECHO	1	PC	F123043091	G05.01.1	
07-05-2012	51868501	LIMPA VIDROS SWF MODIFICADO	1	PC	F123043090	G05.01.1	
07-05-2012	51868501	LIMPA VIDROS SWF MODIFICADO	1	PC	F123043091	G05.01.1	
07-05-2012	59101973	ORGÃO LIMPA ANILHA AJUSTAMENTO	2	PC	F123043090	G05.01.1	
07-05-2012	59101973	ORGÃO LIMPA ANILHA AJUSTAMENTO	2	PC	F123043091	G05.01.1	
07-05-2012	59109514	TAMPA LAT-LINGUETE	2	PC	F123043090	G05.01.1	
07-05-2012	59109514	TAMPA LAT-LINGUETE	2	PC	F123043091	G05.01.1	
07-05-2012	51309501	MONT BANCO FIXAÇÃO BANCO PFC	94	PC	F123043086	G05.05.1	
07-05-2012	51309501	MONT BANCO FIXAÇÃO BANCO PFC	94	PC	F123043087	G05.05.1	
07-05-2012	51946401	MONT BANCOS-CASQUILHO-FIX.PLACAS"NMI"	24	PC	F123043086	G05.05.1	
07-05-2012	51946401	MONT BANCOS-CASQUILHO-FIX.PLACAS"NMI"	24	PC	F123043087	G05.05.1	
07-05-2012	59105878	TAMPA PAVIM PATILHA FIXAÇÃO	12	PC	F123043086	G05.05.1	

Figura 24 - Listagem de material a entregar pelo fornecedor A para a data definida

Este documento seria então enviado semanalmente ao fornecedor, e contém a informação das entregas a serem feitas em cada dia da semana, as quantidades e os postos e carros a que se destinam.

Processo de entrega dos materiais

Após a fase de envio da informação para o fornecedor, será importante definir todo o processo de receção e manuseamento dos materiais.

Para tal, em cada dia de descarga, com acesso à mesma informação de que resultou o Documento 1, é gerado um outro documento (referido como Documento 2) que é entregue ao responsável da receção, onde estão discriminados os materiais que cada fornecedor vai entregar e as respetivas quantidades.

Cada fornecedor, na sua janela de descarga definida descarrega o material, estando este acompanhado da guia e do Documento 1 que lhe foi enviado.

O responsável da receção acompanha a descarga do material conferindo-o com a informação do Documento 2, onde consulta as quantidades e referencias do material, assinalando os que por alguma razão não foram entregues como estando em corte.

Durante este processo, o colaborador consulta a informação relativa ao carro e posto a que a peça se destina, colocando-o logo no carro respetivo.

No caso de algum dos materiais trazidos pelo fornecedor não se encontrar na lista de receção nem na de cortes, o fornecedor terá que levar a peça para trás, pois não é suposto ser entregue nesta data.

Após finalizado este processo, o fornecedor segue acompanhado do Documento 1, onde é também registado o eventual caso de algum dos materiais que se encontravam na lista não ter sido entregue, tendo o fornecedor que corrigir a situação na próxima entrega, entregando o material pelo procedimento de entrega dos materiais em corte.

Em seguida, o Documento 2 com os cortes registados, juntamente com a guia, é entregue a um outro colaborador para esta informação poder ser inserida no sistema.

O procedimento descrito foi mapeado e representado no diagrama da Figura 25.

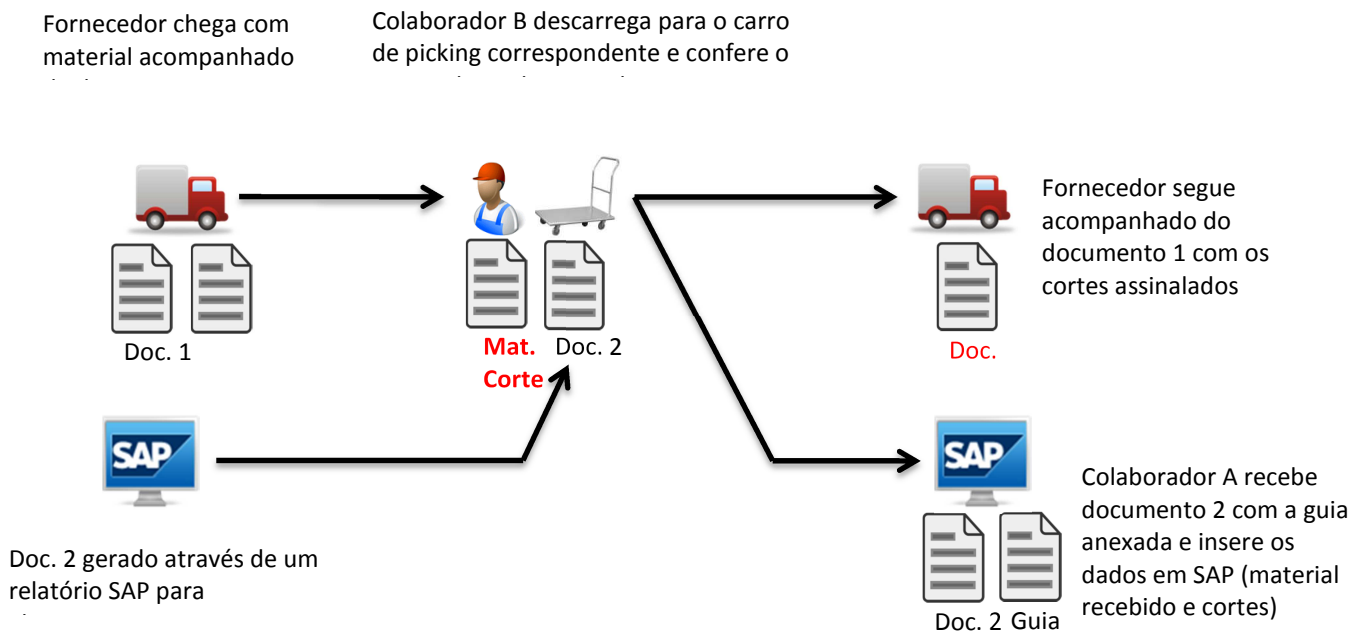


Figura 25 - Procedimento de abastecimento de materiais de fornecedores locais

Processo de transporte desses materiais à linha

O procedimento foi idealizado para ser paralelo às restantes atividades de *picking*, não interferindo, ou estando dependente destas.

Após terem sido feitas as entregas diárias destes fornecedores, e os carrinhos de cada posto que vai receber materiais destes estar abastecido, estes carros serão entregues á linha pelo sistema de *mizusumashi*⁷ existente, sendo ao mesmo tempo recolhidos todos os carrinhos cujos materiais já foram consumidos e se encontram no bordo de linha.

⁷ Palavra japonesa para aranha d'água, mas neste contexto refere-se ao comboio de abastecimento de material à linha

Possibilidade de abastecimento por *Milk-run*

Para este processo, foi também estudada a possibilidade de implementar uma situação em que os materiais em vez de serem entregues pelo fornecedor na sua janela de descarga, são recolhidos diariamente das instalações dos fornecedores por via de um sistema de *Milk-Run*.

Neste estudo foram selecionados os 3 fornecedores locais com janela de descarga que têm os maiores volumes de *stocks* médios, e de acordo com a localização das suas instalações e consequentemente a rota que seria feita todos os dias, foi calculado o custo diário de combustível, acrescido de outros custos extra associados a este processo.

No final foi avançada uma estimativa de custo anual de um abastecimento tipo *Milk-Run* para estes fornecedores. Com estes valores calculados, torna-se interessante perceber em média em que medida teriam que ser ajustados os preços praticados atualmente por estes fornecedores de forma a este sistema não representar um custo acrescido para a empresa.

O método utilizado para estimar este valor mínimo de redução dos preços praticados pelo fornecedor pode ser exemplificado da seguinte forma:

Exemplo:

- Consumo anual médio do fornecedor A e B: 800.000 U.M.⁸
- Custo anual de um Sistema *Milk-Run* para o fornecedor A e B: 1.800 U.M.
- Redução mínima do Custo dos materiais do fornecedor A e B consumidos anualmente
= $1.800/800.000 * 100 = 0.23\%$

Dependendo dos fornecedores a que for implementado o novo sistema de abastecimento, e de acordo com os valores resultantes do cálculo exemplificado anteriormente, poderá ser negociada com os fornecedores esta hipótese de abastecimento por *Milk-Run*. O transporte será então feito com meios da empresa, representando uma vantagem para o processo sem acrescer aos custos.

Processo de gestão dos cortes

Como já foi referido anteriormente, este procedimento foi desenhado para poder lidar com a eventualidade de alguma peça não ser entregue na data prevista.

No caso de uma peça não chegar na data definida, o fornecedor leva essa informação no documento que tem na sua posse com a listagem do material a entregar (Documento 1), de forma a saber que têm que fazer esta entrega com prioridade. Esta informação é também inserida na base de dados dos cortes, sendo depois utilizada na emissão das listas de receção para os dias seguintes.

Quando é feita a entrega de materiais no dia seguinte, no topo da lista utilizada para conferir os materiais que vão ser entregues, estão os materiais que se encontram em corte, sendo conferidos em primeiro lugar, e colocados num carro dedicado aos materiais em cortes, que vai diretamente ao bordo de linha entregar estes materiais.

⁸ U.M. (unidades monetárias)

5.3 Implementação e resultados.

5.3.1 Potenciais ganhos com implementação aos fornecedores selecionados.

Redução do *stock* médio

De forma a perceber em que medida se poderia reduzir os *stocks* médios dos materiais fornecidos por este grupo de fornecedores, foi feito um levantamento do *stock* médio destes materiais com base em dados de 2011 e 2012.

Estes dados foram então comparados com uma estimativa dos valores médios de *stock*, caso estivesse em vigor o novo sistema de abastecimento com 2 dias de antecedência relativamente a data de necessidade para o mesmo período.

Para se obter este valor, foi levantado o consumo total dos materiais de cada fornecedor, e simulada a sua existência em *stock* durante 2 dias. Para tal multiplicou-se o valor do consumo total de cada material, e multiplicou-se por 2, sendo depois este valor dividido pelo tempo da análise (1ano) de forma a obter o valor do *stock* médio existente de materiais de cada fornecedor.

$$S_M = C_T * T_S / T_T$$

S_M – Valor de Stock Médio

C_T – Consumo Total

T_S – Tempo (número de dias úteis) em Stock

T_T – Tempo (número de dias úteis) total da análise

Com esta análise concluiu-se que para o período entre o ano de 2011 e 2012, os *stocks* médios de materiais destes fornecedores poderiam ser reduzidos em 88% caso o abastecimento fosse feito com 2 dias úteis de antecedência relativamente à data de necessidade do material na linha, estando a redução discriminada por fornecedor na Tabela 7.

É importante notar que esta simulação é afetada pelo facto de alguns dos materiais existentes em *stock* nesse período não terem tido consumo, ou terem um consumo muito baixo. Desta forma, os valores de *stocks* destes materiais com baixa ou mesmo sem rotação vão influenciar os valores do *stock* médio relativo ao período em análise.

Nesta simulação, sendo que os materiais chegariam apenas nas quantidades necessárias para o consumo 2 dias úteis depois da entrega, cada entrega seria específica a um consumo e não destinadas a refazer valores de *stock*. Deixariam portanto de existir em *stock* materiais sem rotação, deixando também de haver permanência de alguns materiais em armazém durante um longo período de tempo devido á baixa rotatividade destes.

Tabela 7 - Redução do valor do *stock* médio para os fornecedores locais

<i>Fornecedor</i>	<i>Valor médio de stock no último ano</i>	<i>Stock médio com abastecimento a 2 dias úteis</i>	<i>Redução de stock médio(%)</i>
A	71.728 €	6.973 €	90%
B	39.422 €	11.934 €	70%
C	32.451 €	2.012 €	94%
D	26.176 €	2.693 €	90%
E	20.691 €	571 €	97%
F	45.085 €	6.581 €	85%
G	17.015 €	376 €	98%
H	15.626 €	1.624 €	90%
I	9.496 €	1.257 €	87%
J	7.504 €	600 €	92%
K	2.420 €	223 €	91%
L	971 €	54 €	94%
M	937 €	53 €	94%

Esta redução não representa só uma libertação de capital, e com ela a redução de custos associados a custo de capital, mas também redução do tempo que os materiais passam em armazém suscetíveis a extravio ou dano, redução espaço ocupado no lote por este material, e ainda tempo dos colaboradores dedicados a atividades de arrumação dos matérias no lote e posterior *picking*, visto que os materiais passariam a ser colocados diretamente no carrinho que vai ser levado para o bordo de linha pelo *mizusumashi*.

Redução do espaço ocupado em armazém

Com o abastecimento feito diretamente ao carro atribuído a um posto de uma determinada PEP, deixaria de haver necessidade de existir local de *stock* permanente atribuído a este material, sendo libertado espaço de arrumação no lote.

O espaço que potencialmente poderia ser libertado vai depender não só das quantidades existentes em *stock* de cada material, mas ainda do volume que cada peça ocupa.

Para os materiais dos fornecedores com janela de descarga, foi calculada a redução potencial de área de prateleira na plataforma 9.9⁹, que pode ser consultada na Tabela 8.

⁹ Plataforma do armazém ocupada por prateleiras de arrumação

Tabela 8 - Potencial de libertação de espaço na plataforma 9.9

<i>Área da plataforma 9.9</i>					
Fornecedores Seleccionados					
Tipo de prateleiras	Largura (m)	Comprimento (m)	Quantidade	Área total por tipo de prateleira (m²)	Área Total (m²)
1	2,5	0,8	25	50	61,75
2	2,5	4,7	1	11,75	
Total					
Tipo de prateleiras	Largura (m)	Comprimento (m)	Quantidade	Área total por tipo de prateleira (m²)	Área Total (m²)
1	2,5	0,8	52	104	115,75
2	2,5	4,7	1	11,75	

Neste espaço a implementação do novo sistema de abastecimento pode representar uma libertação de até 53% do espaço de prateleira.

Este cálculo foi desenvolvido através da comparação da área total de prateleiras na plataforma 9.9, com a área ocupada por materiais destes fornecedores com janela de descarga nesta plataforma.

Redução das atividades de gestão de *stocks*

Com o abastecimento feito diretamente ao carro de abastecimento de um posto para materiais de uma determinada PEP, todo o processo de arrumação dos materiais no lote, e posterior *picking* seriam eliminados.

Isto verifica-se pois a entrega do material passaria a ser direta ao carro que vai para o bordo de linha, não tendo que ser primeiro arrumado no lote, e posteriormente abastecido a este carro pelo processo de *picking*.

No caso do sistema ser implementado para os fornecedores com janela de descarga, o tempo que poderia ser poupado em operações logísticas foi calculado para cada modelo produzido atualmente na empresa.

Para obter estes valores, foram utilizados dados relativos ao número de referências abastecidas por cada fornecedor a cada posto, para cada modelo. Multiplicou-se o valor obtido pelo tempo que demora a realizar uma linha de *picking* (que diz respeito ao abastecimento de uma referência para um posto e para 2 PEP's) dividido por 2, somado com o tempo despendido na arrumação de uma linha de material aquando da sua entrega.

É então possível levantar o tempo dedicado aos materiais que cada fornecedor abastece em cada modelo nas atividades de arrumação e *picking* (Tabela 9 e Tabela 10).

Tabela 9 - Número de linhas de *picking* abastecidas por fornecedor e por modelo e respetivo tempo despendido (6 fornecedores com mais impacto)

	<i>Fornecedor</i>											
	<i>A</i>		<i>C</i>		<i>B</i>		<i>D</i>		<i>I</i>		<i>G</i>	
	Nº de Linhas	Tempo (min.)	Nº de Linhas	Tempo (min.)	Nº de Linhas	Tempo (min.)	Nº de Linhas	Tempo (min.)	Nº de Linhas	Tempo (min.)	Nº de Linhas	Tempo (min.)
Cobus	124	303,8	49	120,05	44	107,8	22	53,9	20	49	35	85,75
Levante	47	115,15	87	213,15	54	132,3	26	63,7	28	68,6	21	51,45
Tourino	96	235,2	42	102,9	27	66,15	29	71,05	16	39,2	31	75,95
Winner	29	71,05	70	171,5	83	203,35	30	73,5	40	98	11	26,95
Total Geral	296	725,2	248	607,6	208	509,6	107	262,15	104	254,8	98	240,1
TOTAL em Horas	12,1		10,1		8,5		4,4		4,2		4,0	

Tabela 10 - Número de linhas de *picking* abastecidas por fornecedor e por modelo e respetivo tempo despendido (6 fornecedores restantes)

	<i>Fornecedor</i>											
	<i>E</i>		<i>F</i>		<i>K</i>		<i>H</i>		<i>J</i>		<i>L</i>	
	Nº de Linhas	Tempo (min.)	Nº de Linhas	Tempo (min.)	Nº de Linhas	Tempo (min.)	Nº de Linhas	Tempo (min.)	Nº de Linhas	Tempo (min.)	Nº de Linhas	Tempo (min.)
Cobus	18	44,1	14	34,3	1	2,45	2	4,9	7	17,15		0
Levante	16	39,2	7	17,15	8	19,6	7	17,15	8	19,6	3	7,35
Tourino	8	19,6	4	9,8	11	26,95	6	14,7	4	9,8	2	4,9
Winner	19	46,55	7	17,15	9	22,05	8	19,6	4	9,8	3	7,35
Total Geral	61	149,45	32	78,4	29	71,05	23	56,35	23	56,35	8	19,6
TOTAL em Horas	2,5		1,3		1,2		0,9		0,9		0,3	

É importante ter em conta o possível aumento de carga nas operações da receção, pois os materiais chegariam em quantidades mais pequenas. Dito isto, sendo quantidades mais pequenas seria mais fácil de conferir, e este passo seria feito em simultâneo com a descarga.

Estes valores, apresentados na tabela anterior, podem ser utilizados para estimar as potenciais reduções em termos de colaboradores necessários para fazer as tarefas de *picking* e arrumação. Para tal, são cruzados com os fornecedores a que se pretende implementar o sistema e as quantidades produzidas de cada modelo.

5.3.2 Implementação do sistema

Processo administrativo

Numa fase inicial, devido à inexistência da ferramenta em SAP necessária para gerir todo o processo administrativo do novo sistema de abastecimento, e de forma a se conseguir avançar com testes iniciais ao novo processo de abastecimento com um fornecedor piloto, desenvolveu-se uma ferramenta em EXCEL que fará a ponte entre os dados existentes em SAP e o output pretendido.

Para tal, esta aplicação EXCEL tem a capacidade de receber informação do plano produtivo existente, e gerar uma listagem das PEP's e postos que vão ser abastecidos num determinado período. Esta informação é colada numa transação já existente em SAP, que a partir destes dados retorna uma listagem de material e respetivas quantidades a abastecer.

Com esta lista de materiais são também retirados de SAP, através de uma outra transação, os respetivos fornecedores de cada um destes materiais.

Este processo está descrito na Figura 26.



Figura 26 - Procedimento para inserir dados de SAP no programa desenvolvido

A aplicação EXCEL é então capaz de armazenar e gerir toda esta informação de forma a automaticamente gerar os 2 documentos necessários ao funcionamento do sistema.

Esta aplicação foi desenvolvida de raiz com o cuidado de ser de utilização intuitiva e com minimização da possibilidade de serem inseridos erros, estando o painel de controlo desenhado conforme está representado no Anexo A.

Para este programa poder ser usado de forma correta por vários colaboradores, foi desenvolvida uma ajuda (ver Figura 27) onde o procedimento de utilização da aplicação está descrito, foram ainda criados passos intermédios de confirmação da informação de ajuda e de aviso de erros introduzidos, com a explicação de como os corrigir.

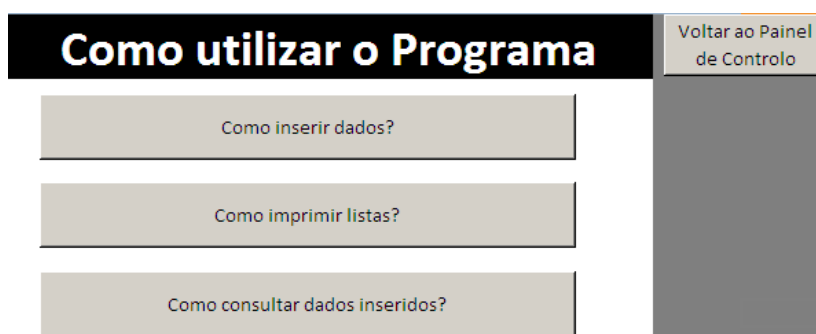


Figura 27 - Menu de ajuda do programa

Esta aplicação permite tratar os dados existentes de forma a obter os documentos necessários sem ter que desenvolver uma nova transação SAP para avançar com a fase piloto do projeto. Posteriormente, estando o processo testado e pronto a ser implementado de uma forma *standard* a outros fornecedores, será então benéfico o desenvolvimento da ferramenta SAP de apoio ao sistema, que permita gerir o processo sem ter que ser utilizado um meio intermédio, sendo neste caso a aplicação EXCEL.

Processo físico

Também foi tido em conta o processo físico na seleção do fornecedor piloto, pois foi selecionado um fornecedor que geralmente abastece peças de menores dimensões e peso, não sendo portanto necessário investir nesta fase em grandes meios auxiliares para gestão e manipulação destes materiais, nomeadamente no que diz respeito aos carros de abastecimento à linha.

Numa primeira fase, o material será descarregado para caixas de menores dimensões que se encontram identificadas com o posto e carro a abastecer, sendo portanto o material conferido e colocado diretamente nestas. De momento, como existem caixas disponíveis, não será necessário nenhum tipo de investimento extra.

Posteriormente, estas serão todas transportadas para o bordo de linha num carro já existente com diversas prateleiras, onde estas caixas podem ser arrumadas, e as estantes serão identificadas com a posição de cada caixa específica.



Figura 28 - Exemplo de sistema de caixas para teste do sistema de abastecimento

Outras considerações

Tendo em conta que este se tratou de um projeto com o objetivo de melhorar a cadeia de abastecimento, um próximo passo no desenvolvimento deste passa por envolver mais intensamente outros setores, como as compras e o planeamento, para que a dinâmica e a filosofia do projeto desenvolvido seja compreendida e partilhada por todos no desenvolver das suas atividades, e as soluções implementadas sejam eficientes e sustentáveis.

Um conhecimento geral do funcionamento de outros departamentos, bem como dos seus processos, ajuda a minimizar os problemas ou ineficiências na implementação de um novo procedimento que possam surgir devido a incompatibilidades ou a dificuldades existentes noutros pontos da cadeia de abastecimento que não estejam diretamente relacionados com o departamento onde o projeto foi desenvolvido.

6 Conclusões e perspectivas de trabalho futuro

Durante o desenvolvimento do projeto, foi notório o impacto da realidade da empresa em que este é desenvolvido, no sucesso e eficácia dos modelos desenvolvidos. Num projeto como este torna-se extremamente importante levar sempre em conta todos os fatores particulares à empresa em causa, e desenvolver os sistemas de acordo com esta.

Numa realidade em que os processos existentes estão enraizados, é importante fomentar a mudança de forma incremental e sustentável, garantindo que todos os intervenientes estejam abertos à mudança e são apoiados na transição. Por vezes as organizações têm que ser capazes de delegar e atribuir responsabilidades, dando algum poder aos envolvidos, mas ao mesmo tempo mantendo um acompanhamento colaborativo que permita ultrapassar algumas das dificuldades encontradas sem que exista uma exaustão ou desmotivação dos colaboradores na tentativa de alcançar os objetivos estabelecidos.

Por vezes os esforços de melhoria na cadeia de valor podem não retornar os resultados esperados imediatamente. Isto pode dever-se aos problemas por vezes existentes nas relações entre as diferentes áreas funcionais, não havendo entre elas a integração necessária de processos, pois funcionam de uma forma mais sequencial e isolada.

Para a resolução destes problemas é importante não só desenvolver as soluções práticas, mas simultaneamente alinhar todas as áreas funcionais envolvidas, para que a solução implementada não seja só bem sucedida inicialmente, mas também sustentável.

Na resolução de problemas com a implementação de novas soluções e processos, um fator que pode afetar as suas possibilidades de serem bem sucedidos, é ainda o envolvimento da gestão de topo, de forma a fomentar esta colaboração interdepartamental e o trabalho de equipa, que devido á sua limitação de tempo disponível deve sempre priorizar as questões de maior importância, focando-se nestas.

Este projeto foi desenvolvido na logística interna, e permitiu testar soluções de melhoria em diversos problemas com características e desafios diferentes. O desenvolvimento destas soluções envolveu diversos intervenientes, e exigiu um constante trabalho de equipa e uma capacidade de discussão e gestão de todas as opiniões, de forma a obter o melhor resultado macro possível, ainda que tivessem que haver alguns compromissos a um nível mais micro.

O projeto abrangeu 3 pontos de melhoria diferente, nomeadamente o espaço de arrumação de materiais de ferramentaria, que foi totalmente reorganizado num esforço que envolveu vários intervenientes, pois estas mudanças podem servir como base de testes de melhorias a implementar a uma mais larga escala no restante espaço do armazém. Foi ainda implementado um novo sistema de gestão física de *stocks* através de *Kanban* para a chapa e o tubo. Por fim, foi desenvolvido um novo sistema de abastecimento de materiais de fornecedores locais que aproveita a proximidade destes às instalações da empresa para fazer abastecimentos mais frequentes, de menores quantidades, e mais próximos da data de necessidade, reduzindo assim o valor médio de *stock* existente em armazém, e algumas atividades de gestão destes *stocks*, como a arrumação e *picking*, indo o material diretamente para o carrinho que vai para a linha.

Devido ao tempo limitado em que decorreu o projeto, ainda que em alguns processos foi já possível implementar e medir os resultados obtidos, noutras apenas foi possível desenvolver os processos e prever o seu impacto, não tendo sido possível acompanhar o seu progresso e medir os seus resultados reais, como é o caso do novo processo de entrega de materiais de

fornecedores locais. Este foi preparado para receber os testes com um fornecedor piloto de forma analisar a sua eficácia e fazer as alterações necessárias para posteriormente se passar este procedimento para uma mais larga escala abrangendo mais fornecedores e consequentemente um maior volume de *stocks*.

Futuramente será interessante tanto planear o acompanhamento das soluções implementadas como analisar as propostas feitas, de forma a aprofundar o estudo já realizado e adaptar algumas questões pendentes à realidade da empresa em cada momento, garantindo assim que as soluções são o mais eficientes possíveis a cumprir os objetivos a que se propõem.

De acordo com o objetivo principal deste tipo de projeto de dissertação numa empresa, foi possível ver não só uma realidade diferente, mas também os diversos fatores que entram em jogo quando se aplicam os conhecimentos técnicos e académicos desenvolvidos ao longo do curso a uma realidade atual de uma empresa.

Foi possível perceber que existem fatores específicos á realidade da empresa em causa que afetam os processos *standard* desenvolvidos, exigindo uma solução híbrida em que são tão importantes os conhecimentos técnicos, como as características singulares da empresa.

Por fim, um dos fatores que confere a esta fase do progresso académico uma importância significativa, é o contato indispensável com todas as pessoas e colaboradores envolvidos no funcionamento de uma empresa, pois este é um ponto que não é possível replicar durante o período académico.

Referências

Amirjabbari, B. and N. Bhuiyan (2011). "An application of a cost minimization model in determining safety stock level and location." World Academy of Science, Engineering and Technology **79**: 797-806.

Benton, W. C. and H. J. Shin (1998). "Manufacturing planning and control: The evolution of MRP and JIT integration." European Journal of Operational Research **110**(3): 411-440.

C.K. Hahn, P. A. P., D.J. Bragg (1993). "just-in-time production and purchasing." Journal of Purchasing and Materials Management **19**(2-10).

Chen, J.-X. (2011). "Peer-estimation for multiple criteria ABC inventory classification." Computers & Operations Research **38**(12): 1784-1791.

Dong, Y., C. R. Carter, et al. (2001). "JIT purchasing and performance: an exploratory analysis of buyer and supplier perspectives." Journal of Operations Management **19**(4): 471-483.

Gunasekaran, A. (1999). "Just-in-time purchasing:: An investigation for research and applications." International Journal of Production Economics **59**(1-3): 77-84.

Huang, C.-C. and A. Kusiak (1996). "Overview of Kanban systems." International Journal of Computer Integrated Manufacturing **9**(3): 169-189.

Kreng, V. B. and I. C. Wang (2004). "Economical delivery strategies of products in a JIT system under a global supply chain." The International Journal of Advanced Manufacturing Technology **26**(11-12): 1421-1428.

Lage Junior, M. and M. Godinho Filho (2010). "Variations of the kanban system: Literature review and classification." International Journal of Production Economics **125**(1): 13-21.

Min, W. and L. Sui Pheng (2007). "Modeling just-in-time purchasing in the ready mixed concrete industry." International Journal of Production Economics **107**(1): 190-201.

Melhoria do processo logístico com fornecedores locais, e desenvolvimento de estratégias de redução de *stocks*

Natarajan, R. and S. K. Goyal (1994). "SAFETY STOCKS IN JIT ENVIRONMENTS." International Journal of Operations & Production Management **14**(10): 64-71.

Ruiz-Torres, A. J. and F. Mahmoodi (2010). "Safety stock determination based on parametric lead time and demand information." International Journal of Production Research **48**(10): 2841-2857.

Sendil Kumar, C. and R. Panneerselvam (2006). "Literature review of JIT-KANBAN system." The International Journal of Advanced Manufacturing Technology **32**(3-4): 393-408.

Thomas, D. J. and P. M. Griffin (1996). "Coordinated supply chain management." European Journal of Operational Research **94**(1): 1-15.

Ultsch, A. (2002). "Proof of Pareto's 80/20 Law and Precise Limits for ABC - Analysis." Technical Report 2002/c DataBionics Research Group University of marburg 35032 Marburg/Lahn Germany.

Wang, C.-H. (2010). "Some remarks on an optimal order quantity and reorder point when supply and demand are uncertain." Computers & Industrial Engineering **58**(4): 809-813.

Zomerdijk, L. G. and J. De Vries (2003). "An organizational perspective on inventory control: Theory and a case study." International Journal of Production Economics **81-82**: 173-183.

ANEXO A: Painel de controlo do programa desenvolvido

PAINEL DE CONTROLO

Actualização de dados

PEP's a abastecer com base nos dados das Datas de picking inseridas no sistema para determinado periodo

Datas de necessidade entre:

e

Gerar lista de PEP's

Passo 2

Actualização de dados

Limpar listas

Dados COOIS

Ultima Actualização: 11-06-2012

Dados COOIS2

Ultima Actualização: 11-06-2012

Dados ZPRF

Ultima Actualização: 11-06-2012

Passo 3

Actualização de dados

Datas de Picking

Linha 1	Atualizar tudo	Ultima Actualização: 11-06-2012
Linha 2		Ultima Actualização: 11-06-2012
Linha 3		Ultima Actualização: 11-06-2012
Linha 4		Ultima Actualização: 11-06-2012

Passo 1

Actualização de dados

Gerar listas

Possibilidades existentes da lista inserida (PEP e Posto)

Passo 4

Emissão de listas

Emitir lista para fornecedor

Fornecedor (código):

Datas de necessidade entre:

e

Emitir Lista

AJUDA

Emissão de listas

Emitir lista para a recepção

Data de necessidade:

Emitir Lista

AJUDA

Consultas

Consultar dados

Dados COOIS	Linha 1	
Dados COOIS2	Linha 2	
Dados ZPRF	Linha 3	
Dados Lista Total	Linha 4	

Fornecedores seleccionados

AJUDA