



**Maria Marta Morais  
Silva**

**Optimização dos Recursos em Armazém Aplicando  
a Filosofia Lean**



**Maria Marta Morais  
Silva**

**Optimização dos Recursos em Armazém Aplicando a  
Filosofia Lean**

Projecto apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial realizada sob a orientação científica do Professor Doutor Luís Ferreira, Professor Auxiliar Convidado do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro

## **o júri**

presidente

**Professor Doutor José António de Vasconcelos Ferreira**  
professor auxiliar da Universidade de Aveiro

vogais

**Professor Doutor João Paulo Oliveira Pinto**  
professor auxiliar da Universidade Lusíada em Vila Nova de Famalicão

**Professor Doutor Luis Miguel Domingues Fernandes Ferreira**  
professor auxiliar convidado da Universidade de Aveiro

**Mestre Carlos Manuel Oliveira Rodrigues**  
director de produção da Toyota Caetano Portugal em Ovar

## **agradecimentos**

Ao Professor Doutor Luís Ferreira, meu orientador, pelo apoio, disponibilidade e comentários valiosos.

Ao mestre Carlos Rodrigues e a todos os profissionais da Toyota Caetano Portugal em Ovar que facilitaram o trabalho desenvolvido.

Aos familiares e amigos que me apoiaram durante a realização deste trabalho.

**palavras-chave**

Lean, Logística, Armazém.

**resumo**

Desde a Segunda Guerra Mundial, a Toyota tem vindo a introduzir actividades Kaizen que deram origem á filosofia TPS, mais conhecido por Lean. Actualmente são raras as empresas que não aplicando esta filosofia conseguem subsistir num mercado tão competitivo como o actual.

Todos os custos que não acrescentem valor têm que ser eliminados tais como os associados ao stock, transporte, espaço, tempo, embalagem e administração, tendo a filosofia Lean um papel crucial na eliminação destes desperdícios. Contudo para que este objectivo seja concretizado é necessário que haja uma reformulação total nos sistemas de produção e logística interna, ou seja, é necessário uma maior frequência de entrega, um abastecimento ritmado e produzir aquilo que é necessário no tempo indispensável.

Manter o controlo destas mudanças exige mecanismos de controlo visual e trabalho padronizado, bem como um kanban de movimentação que funcionam como "poka-yoke".

Em suma este trabalho pretende aplicar a filosofia Lean na reorganização do armazém sendo para isso fundamental diminuir os stocks e recursos, aumentar a frequência de fornecimentos, reduzir o tamanho de lotes e mudar os sistemas de produção e transporte. Torna-se deste modo possível reduzir as tarefas que não acrescentam valor e consequentemente os lead times.

**keywords**

Lean, Logistics, Warehouse

**abstract**

Since World War II, Toyota has introduced Kaizen activities that led to TPS philosophy commonly known as Lean. It is extremely difficult for companies to survive in today's competitive market without applying this philosophy.

All costs that do not add value such as costs associated with stock, transportation, space, time, packing, administration, etc. must be eliminated and Lean philosophy takes a very important role in the elimination of waste. However in order for this purpose to be achieved there must be a complete overhaul of the production and logistics systems, i.e., it is required a higher frequency of delivery, pace and supply in order to produce what is needed in the right time.

However keeping these changes requires constant monitoring mechanisms, visual standard work and a kanban handling which will function as a "poka-yoke" system.

In conclusion, this work intends to apply the Lean philosophy in the reorganization of the warehouse and to achieve this goal it is essential to reduce the stocks and resources, increase the frequency of supply, reduce the size of lots and change the system of production and transportation. Thus it is possible to reduce the tasks that add no value and therefore the lead times.

## Índice

Capítulo 1 – Introdução .....	1
Capítulo 2 – Enquadramento Teórico.....	3
2.1 Visão histórica do Lean.....	3
2.2 Princípios Básicos do Lean Thinking .....	4
2.2.1 Valor .....	5
2.2.2 Cadeia de Valor.....	5
2.2.3 Fluxo .....	7
2.2.4 Pull .....	9
2.2.5 Perfeição .....	12
2.3 Lean Logístico.....	12
2.3.1 Elementos básicos.....	14
2.3.2 Como implementar o Lean Logístico .....	15
2.3.3 Mudanças no processo logístico .....	17
2.3.4 A importância do Controlo Visual.....	17
2.4 Benefícios do Lean.....	18
2.4 Competências necessárias na aplicação do Lean .....	19
2.4.1 Desejos do consumidor .....	20
2.4.2 Pensamento .....	20
2.4.3 Adaptação .....	21
2.4.4 Tomar a Iniciativa.....	22
2.4.5 Inovação.....	22
2.4.6 Colaboração .....	22
2.4.7 Influência .....	22
2.5 Enquadramento .....	23

Capitulo 3- Caso de Estudo .....	25
3.1 Descrição da empresa.....	25
3.2 Fábrica 1 da Divisão Fabril de Ovar .....	26
3.3 Fábrica 2 da Divisão Fabril de Ovar .....	31
3.4 Caracterização da Situação Existente.....	33
3.4.1 Armazém de Incorporação Nacional .....	33
3.5 Objectivos/ Desafio .....	36
3.6 Metodologia Adoptada.....	39
3.7 Resultados .....	44
3.7.1 Considerações Iniciais .....	44
3.7.2 Simulação de cenários.....	44
3.7.3 Trajecto dos Fornecedores Para os Cenários Propostos .....	54
3.7.4 Trajecto dos empilhadores .....	55
3.7.5 Discussão dos Resultados .....	59
Capitulo 4- Conclusões e Perspectivas Futuras .....	61
Bibliografia.....	63

## Índice de Figuras

Figura 1- Problemas com excesso de Stock ( Fonte: Dinis Carvalho, 2000) .....	7
Figura 2- Processo tradicional vs Fluxo continuo .....	8
Figura 3 - Sistema de Produção Fixa de Lote (Fonte: The Toyota Way).....	10
Figura 4 - Sistema de Produção Heijunka ( Fonte: The Toyota Way) .....	10
Figura 5 - Custos Implícitos no Inventário (Fonte: Lean Six Sigma Logistics).....	13
Figura 6 - Transporte Rápido e Confiável (Fonte: Lean Six Sigma Logistics).....	14
Figura 7 - Milk Run (Fonte: Lean Logistics) .....	15
Figura 8 - Custo Total Logístico ( Fonte: Logística Lean: Conceitos Básicos) .....	16
Figura 9 - 5S .....	17
Figura 10 - Acções Estratégicas (Fonte: Alberdeen Group, March 2006) .....	19
Figura 11 - Fábrica 1 da Divisão Fabril de Ovar .....	26
Figura 12 - Abertura de CKD (Completed Knocked Down).....	27
Figura 13 – Soldadura .....	28
Figura 14 - Zona de Bate-chapas .....	28
Figura 15 - Pintura do Primário .....	29
Figura 16- Montagem Final.....	30
Figura 17 - Zona de Inspeção .....	30
Figura 18 - Fábrica 2 da Divisão Fabril de Ovar .....	31
Figura 19 - Elementos Estruturais do Autocarro e Fibras .....	31
Figura 20 - Câmara de Estufagem .....	32
Figura 21 - Revestimento de Soalho e Bagageiras e Colocação de Faróis.....	32
Figura 22 - Acabamentos.....	32
Figura 23 - Layout da Fábrica 1 da Divisão Fabril Toyota de Ovar .....	34
Figura 24 - Área Ocupada por Cablagens, Pneus e Armazém de Incorporação Nacional ..	34
Figura 25 - Área Ocupada por Bancos .....	35
Figura 26 - Área Ocupada pelas Jantes .....	35
Figura 27 - Área Ocupada pelos Escapes .....	35
Figura 28 - Cenário 1 .....	36
Figura 29 - Nave de Pesados da Fábrica 1 .....	37
Figura 30 - Cenário 2.....	37
Figura 31 - Cenário 3.....	38

Figura 32 - Aplicação da Ferramenta Access.....	39
Figura 33 - Trajecto de um Empilhador .....	40
Figura 34- Gráfico de Espinha de Peixe.....	42
Figura 35 – Gráfico de Espinha de Peixe .....	43
Figura 36 - Pilares do TPS adaptados ao Processo Logístico.....	43
Figura 37 - Exemplos da Aplicação dos 5 S.....	45
Figura 38 - Armazém de Incorporação Nacional .....	46
Figura 39 – Escapes.....	46
Figura 40 - Green Area.....	47
Figura 41 - Área Prevista para Stock de Incorporação Nacional .....	48
Figura 42 - Futuro Layout da Nave de Pesados.....	48
Figura 43 - Futuro Layout da Actual Área do Armazém de IN .....	49
Figura 44 - Futuro Layout da Nave de Pesados.....	49
Figura 45 - Futuro Layout da Actual Área do Armazém de IN .....	50
Figura 46 - Área Disponível na Fábrica 2 .....	50
Figura 47 - Exemplo em 3 D de Estantes Para a Fábrica 2 .....	51
Figura 48 - Caixas Stock Suc .....	51
Figura 49 - Caixas Standard Desenhadas em 3D .....	52
Figura 50 - Caixas Existentes .....	52
Figura 51 - Imagens do Futuro Armazém da Fábrica 2 em 3D.....	53
Figura 52 - Futuro Armazém da Fábrica 2 em 2D .....	53
Figura 53 - Futuro Trajecto dos Fornecedores .....	54
Figura 54 - Trajecto dos Fornecedores na Fábrica 2 .....	55
Figura 55 – Trajecto dos Empilhadores Cenário 1 .....	55
Figura 56 - Trajecto dos Empilhadores Proposta 1 .....	56
Figura 57 - Trajecto dos Empilhadores Proposta 2 .....	57
Figura 58 - Trajecto dos Empilhadores Cenário 3.....	58

## Índice de Gráficos

Gráfico 1 - Tarefas e Tempos de um Colaborador .....	42
--	----

## Índice de Tabelas

Tabela 1- Diferenças entre o Sistema Pull e Push .....	9
Tabela 2- Diferenças nos processos Logísticos (Fonte: Morrill, 1995) .....	17
Tabela 3 - Distância Percorrida Pelos Empilhadores .....	41
Tabela 4 - Tarefas e Tempos de um Colaborador .....	41
Tabela 5 – Distâncias do Trajecto dos Empilhadores Cenário 1 .....	56
Tabela 6 - Distância do Trajecto dos Empilhadores Proposta 1 .....	57
Tabela 7- Distâncias do Trajecto dos Empilhadores da Proposta 2 .....	58
Tabela 8 - Distância Percorrida Pelos Empilhadores Cenário 3.....	58
Tabela 9 - Tabela de custos .....	60



## Capítulo 1 – Introdução

O documento apresentado relata o trabalho realizado no âmbito da disciplina Estágio/Projecto/Dissertação incluída no currículo de Mestrado de Engenharia e Gestão Industrial da Universidade de Aveiro.

O mesmo foi concretizado na empresa Toyota Caetano, S.A. em Ovar, que desenvolve actividades como a montagem de comerciais ligeiros Toyota (Dyna e Hiace).

O principal objectivo deste caso de estudo consistiu em aplicar a filosofia Lean á organização e gestão de stocks de forma a minimizar todas as tarefas que não acrescentam valor e diminuir o desperdício.

Para auxílio da implementação do projecto proposto aplicou-se ferramentas como o Microsoft Access , SolidWorks e AutoCad que contribuíram para uma maior visualização do que era proposto.

O trabalho está organizado em quatro capítulos. O primeiro é introdutório, o segundo refere-se a conhecimento sobre o Lean e sobre as suas ferramentas de forma a auxiliar a resolução do caso de estudo, esclarecendo conceitos e familiarizando o leitor com o assunto em causa.

O caso de estudo é apresentado no capítulo 3 onde é descrita a empresa, caracterizada a situação actual e são abordados os objectivos e metodologia adoptada. Neste capítulo também se identificam as estratégias para a resolução do caso de estudo. Após implementação destas estratégias, apresenta-se uma avaliação e discussão dos resultados finais obtidos.

Os comentários finais sobre o trabalho realizado são remetidos para o último capítulo, sendo apontadas algumas linhas a seguir numa investigação futura.



## Capítulo 2 – Enquadramento Teórico

### 2.1 Visão histórica do Lean

A história da Toyota começou no século 19, com a invenção da máquina de fiar eléctrica inventada pelo autodidacta *Sakichi Toyoda*., revolucionando assim a indústria têxtil. Seguindo os seus passos o seu filho *Kiichiro Toyoda* inventou um mecanismo que parava a máquina de fiar quando um fio quebrava evitando assim a produção de fios defeituosos. O objectivo destas invenções era que a produção fosse eficiente eliminando os desperdícios.

*Kiichiro Toyoda* nas suas viagens aos Estados Unidos interessou-se pela indústria automóvel, que estava a dar os seus primeiros passos, vendendo a patente da máquina de fiar para fundar a Toyota Motor Corporation (TMC), em 1937.

Contudo antes da segunda guerra mundial a Toyota apresentava um mercado mais pequeno e mais fragmentado que a concorrência americana (nos estados Unidos produzia-se uma media de 9000 unidades por mês enquanto que na Toyota eram apenas 900 unidades), então para sobreviver tinha que de alguma maneira adoptar a produção em serie.

No final da segunda guerra mundial a indústria automóvel no Japão encontrava-se em grande dificuldade devido á reduzida disponibilidade de recursos como pessoas, espaço, materiais, etc., enquanto na Europa e nos Estados Unidos o cenário era diferente. Por isso a TMC entendeu que a única forma de sobreviver seria disponibilizar algo que os concorrentes não ofereciam, tal como uma variedade de produto com a melhor qualidade ao menor preço.

Para alcançar o objectivo anteriormente referido a Toyota pretendia implementar o sistema de produção em massa aplicado por Henry Ford, mas adaptado á realidade Toyota, uma vez o sistema aplicado na Ford apresentava algumas limitações pois era um processo de fabrico de grandes quantidades com um número limitado de modelos, por isso é que o modelo T só apresentava uma cor (Preta).

Posto isto Taiichi Ohno teve que desenvolver um sistema de fabrico completamente novo uma vez que disponha de poucos recursos e pretendia oferecer uma maior variedade de produtos. Este novo sistema desenvolvido teve como nome TPS (também conhecido

como Lean Manufacturing), que tem como principal objectivo a eliminação do desperdício mas sempre em vista o máximo de satisfação de cliente.

O TPS é ajustado para a produção, aplicando processos de simplificação de trabalho, materiais e mão-de-obra tão eficientes quanto possível, fazendo todos os esforços para eliminar perdas (MUDA), desigualdades (MURA), e sobrecargas (MURI).

Alguns dos objectivos do TPS:

- Redução de custos, fazendo esforços para eliminar desperdícios
- Fazer isso o mais fácil de modo a obter e assegurar produtos de qualidade
- Esforçar-se para criar locais de trabalho que respondam rapidamente a alterações
- Os locais de trabalho devem ser organizados, baseado no respeito pelos seres humanos, crença mútua e suporte mútuo, e deve permitir que cada trabalhador desenvolva todas as suas potencialidades.

Nos anos 60 e 70, o TPS ganhou adeptos por todo o Japão, chegando até aos Estados Unidos. No final dos anos 70, os empresários americanos começavam a adoptar este sistema, contudo o termo TPS (Toyota Production System) estava identificada por uma marca, então procurava-se um nome aceitável para o conceito. Vários nomes foram apresentados tais como, “Just-in-Time Production”, “World Class Manufacturing”, “Continuous Flow Manufacturing”, etc., mas nenhum foi aceite.

Até que em 1990 foi lançado o livro “The Machine That Changed The World” escrito por James P. Womack, Daniel Roos, e Daniel T. Jones, e nesse livro é aplicado o termo “Lean Manufacturing” que acabou por ser aceite por todos.

## ***2.2 Princípios Básicos do Lean Thinking***

Para se conseguir implementar o princípio Lean numa organização é necessário ter em consideração cinco fases que estão descritas nos subitens seguintes.

### 2.2.1 Valor

O valor é o ponto de partida do Lean thinking, e só pode ser definido pelo cliente pois identifica o que estes querem e o que estão dispostos a pagar. Tudo o que o cliente não está disposto a pagar, é desperdício, representando assim uma oportunidade de melhoria.

Sendo assim a empresa deve proporcionar ao cliente:

1. A solução para os seus problemas;
2. A satisfação das suas necessidades;
3. Preços acessíveis;
4. Entregas no tempo certo, com a qualidade certa e na quantidade desejada.

Torna-se difícil medir o valor dado pelo cliente às suas necessidades, uma vez que estão implícitos componentes intangíveis que são difíceis de medir.

É importante estipular uma diferença mínima entre valor e preço.

### 2.2.2 Cadeia de Valor

A cadeia de valor define-se como o conjunto de tarefas necessárias para a satisfazer as necessidades dos clientes e pode-se dividir em três actividades:

- *Desenvolvimento*, esta actividade vai desde o projecto, concepção até ao lançamento do produto.
- *Gestão da informação*, acompanha as ordens até aos registos, ou seja inclui a recepção de encomendas, logística e planeamento.
- *Transformação Física*, produção até á entrega do cliente final.

As actividades são levadas a cabo por uma entidade que acrescenta valor ao cliente, e estas podem ser classificadas em:

- Actividades com valor acrescentado
- Actividades sem valor acrescentado mas necessárias
- Actividades sem valor acrescentado e não necessárias

Os sete principais tipos de actividades que não acrescentam valor são:

**Excesso de produção:** Produzir produtos que não são encomendados gera desperdício, geralmente isto acontece quando as empresas produzem em grandes lotes, para minimizar os tempos de preparação das máquinas contudo esquece-se dos custos que se encontra no excesso de stocks.

**Tempo de espera:** Tem como consequência elevados lead times e fluxos irregulares o que causa atrasos nas entregas, pouca autonomia dos colaboradores, avarias no equipamento, etc.

**Transporte desnecessário:** Deslocações de pessoas, materiais, e de informação desnecessários, provocando assim gastos de capital, tempo e energia.

**Processos inadequados:** Utilização incorrecta de equipamentos e ferramentas, assim como de recursos e processos, aplicação de procedimentos complexos ou incorrectos ou sem a informação necessária.

**Excesso de stocks:** Excesso de matéria-prima, WIP, ou de produtos acabados causam desperdício. É comuns as empresas manterem um stock de segurança para solucionar problemas como, atrasos nas entregas dos clientes, defeitos, lead time elevados, falta de fiabilidade dos equipamentos, etc. Contudo os stocks escondem problemas, uma vez que quanto maior o inventário da empresa mais se consegue contornar os problemas sem os resolver (Figura 1).

Os stocks conduzem a custos adicionais de transporte, espaço, deterioração de materiais, sufocando os recursos da empresa (pessoas, materiais e energia). Enquanto os produtos estiverem em armazém não existe o retorno do investimento.

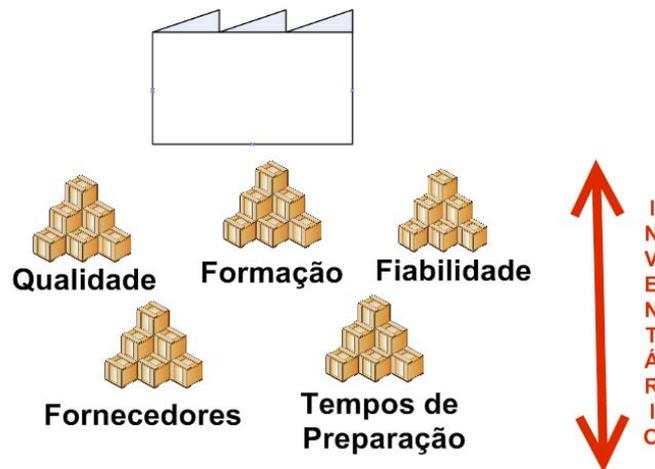


Figura 1- Problemas com excesso de Stock ( Fonte: Dinis Carvalho, 2000)

**Movimentação desnecessária:** Desorganização dos locais de trabalho, resulta em mau desempenho, despreocupação por aspectos ergonómicos e pouca atenção às questões associadas ao estudo do trabalho.

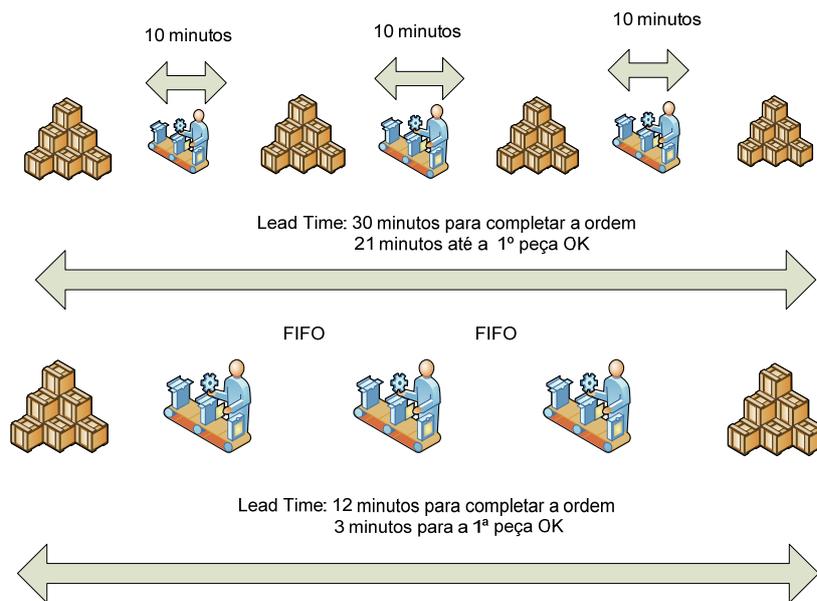
**Defeitos:** Problemas frequentemente encontrados na fase do processo, problemas de qualidade do produto, ou baixo desempenho de entrega.

### 2.2.3 Fluxo

Fluxo é a principal característica do Lean em que a diminuição do lead time leva à melhor qualidade, menor custo, e a um curto período de entrega. O fluxo também força a aplicação de outras ferramentas Lean tais como manutenção preventiva e construção pela qualidade (Jidoka).

Ao se criar um processo contínuo e fluido consegue-se trazer os problemas à superfície e assim resolve-los.

Fluxo significa que quando o cliente pede um produto, é desencadeado uma ordem de fabrico, onde cada processo só inicia a sua actividade quando o anterior terminou, e assim sucessivamente até o produto ficar acabado. Neste tipo de processo não existe stocks intermédios diminuindo o lead time. Na figura seguinte visualiza-se as diferenças entre um processo de fluxo contínuo e o processo tradicional.



**Figura 2- Processo tradicional vs Fluxo contínuo**

Um processo fluido apresenta os seguintes benefícios:

- *Construir qualidade.* Todos os operadores são os seus próprios inspectores e trabalham para eliminar todos defeitos antes do produto passar para o próximo posto. Caso estes passem despercebidos, mal sejam detectados têm de ser resolvidos rapidamente.
- *Criar flexibilidade.* Se tivermos um equipamento dedicado apenas a uma linha de produto, a empresa tem menos flexibilidade na sua programação. No entanto se o Lead Time desse equipamento for muito curto, ganhar-se-á maior flexibilidade para responder ao que o cliente realmente quer. Pois em vez de se colocar no sistema uma nova ordem e esperar semanas para obter o produto, podemos responder a uma nova ordem em poucas horas. A transição para um mix de produtos diferentes para acompanhar as mudanças da procura do cliente pode ser quase imediata.
- *Criar uma alta produtividade.* Dividir os processos em pequenas unidades de trabalho permite medir o trabalho que acrescenta valor e consequentemente saber quantas pessoas são necessárias a cada posto de trabalho.
- *Cria espaços livres.* Quando os equipamentos estão organizados por departamentos existe muito espaço desperdiçado, principalmente em stocks. Com uma célula, tudo é colocado próximo evitando o desperdício de espaço com inventário.

- *Melhora a segurança.* Pequenos lotes significam menos percursos com os empilhadores.
- *Aumenta o ânimo.* Os colaboradores ao conseguem visualizar rapidamente os resultados do seu trabalho.
- *Redução dos custos dos Stocks.* Por todos os benefícios descritos anteriormente, torna-se perceptível que o stock diminui ao se aplicar um “processo fluido”.

## 2.2.4 Pull

Um exemplo de um sistema Push é quando, numa mercearia todas as sextas-feiras se recebe uma determinada quantidade de um produto, quer já o tenha consumido ou não, este sistema tem como resultado, excesso de inventário.

Imaginemos agora uma mercearia que receba os produtos consoante a sua necessidade, ou seja recebe os produtos apenas quando é pedido baseado no que é gasto. Portanto se a mercearia vendia quatro iogurtes então recebia quatro iogurtes, se vendia oito iogurtes recebia oito. Tudo o que se pretende ao se aplicar este sistema, sistema Pull, não é gerir o inventário mas sim eliminá-lo.

No quadro seguinte estão exemplificadas as principais diferenças entre o sistema “Push” e “Pull”, segundo Carvalho.

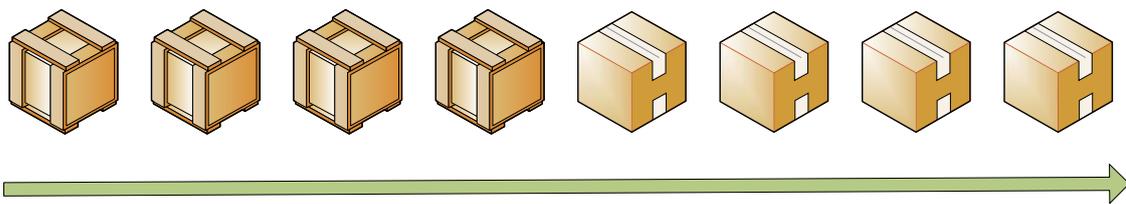
Sistema Push	Sistema Pull
O produto é empurrado para o cliente	O produto é puxado pelo Cliente
Planeamento a partir do MRP	Só é Produzido o que é necessário
Difícil coordenação entre o que é produzido e o que o cliente realmente quer	Facilita grande parte de trabalho de planeamento de produção
Descoordenação entre processos produtivos	Comunicação permanente entre os diversos processos produtivos
Elevados Índices de WIP e inventário	Baixos índices de inventário e de WIP
Grandes Lotes	Pequenos Lotes

Tabela 1- Diferenças entre o Sistema Pull e Push

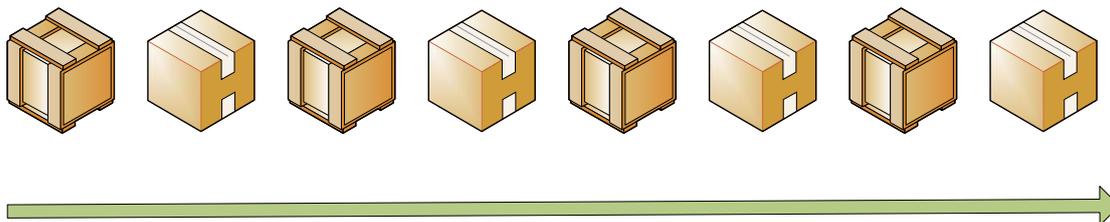
Segundo Liker, em *The Toyota Way*, o sistema “Pull” significa o estado ideal da aplicação do Just-in-time, ou seja, dar ao cliente o que ele quer, quando ele quer, na quantidade que ele quer.

A filosofia Just-in-Time basea-se no:

*Nivelamento de produção* (heijunka), é preparada a produção diária dos diferentes produtos numa sequência, tendo em conta o que é pedido pelo cliente sem acumular stocks.



**Figura 3 - Sistema de Produção Fixa de Lote (Fonte: The Toyota Way)**



**Figura 4 - Sistema de Produção Heijunka ( Fonte: The Toyota Way)**

A principal diferença entre o sistema de produção Heijunka e o sistema de produção fixo por lote é o facto do primeiro não se basear apenas na quantidade de peças necessárias mas também no tipo de peças que o cliente necessita, não sendo fabricados todos os elementos de uma só vez.

Existem empresas em que o nível de produção atinge a capacidade máxima em determinados dias e noutros a capacidade é mais reduzida. Todas estas alterações de volume de produção proporcionam uma maior probabilidade de ocorrer defeitos.

Então numa linha de montagem a capacidade de produção deve igualar a carga máxima, ou seja o local de trabalho deve ter máquinas suficientes, materiais e trabalhadores para responder á maior encomenda. Contudo isto acarreta várias despesas, então o ideal é definir uma média de produção que consiga responder às encomendas.

Sendo assim é fixado um takt time que coincida com a programação principal, para que se consiga estipular a quantidade certa de máquinas, peças e mão-de-obra com uma eficiência elevada.

*Sistema Kanban*, serve para que em cada posto de trabalho consiga evitar falhas ou excessos de material. A palavra Kanban tem origem japonesa e significa etiqueta ou cartão. Este sistema foi inventado pela Toyota Motor Company, com a finalidade de fornecer instruções para a produção de itens, e a ideia base deste sistema foram os supermercados, onde se visualiza prateleiras de stocks com centenas de produtos diferentes exposições nas mais pequenas quantidades e são repostos apenas os artigos que são vendidos. Então identifica-se o processo anterior á linha de produção como sendo o supermercado e o processo seguinte como o cliente.

Podemos encontrar nas empresas três tipos de Kanbans, um Kanban de transporte, de produção, e de fornecedor. Existindo algumas empresas que usam apenas o Kanban de produção ou o Kanban de produção e o de transporte.

O sistema Kanban coloca em evidência os problemas do processo produtivo; fomenta a mão-de-obra polivalente; estimula o aperfeiçoamento contínuo e a redução de desperdícios; diminui o número de documentos e a burocracia; aumenta o controlo visual do volume produção; aumenta a capacidade de resposta face aos pedidos dos clientes; sendo o inventário controlado pelo número de cartões emitidos para cada peça; e por último promove a circulação rápida de informação entre postos de trabalho.

Kanban é um mecanismo automático de informação que permite visualizar, “o quê, quando, em que quantidade e porque método” deve ser produzido e transportado o produto.

Pode-se saber o volume de produção, tempo, método, sequência, espaço de armazenamento e contentores para qualquer peça apenas olhando para o Kanban. Desde que o Kanban sempre se mova juntamente com as peças que ele controla, ele também tem a função de ser um instrumento de controlo visual, como já foi referido anteriormente, pois a inspeção de um Kanban pode dizer a situação do inventário, o progresso do trabalho anterior, e o progresso da operação.

O número de Kanban para a organização é importante no sentido em que vai determinar a quantidade de stocks necessários evitando assim excesso de produção. Então para se determinar o número de Kanbans aplica-se a seguinte formula:

$$N = \frac{D \times (T_p + T_c) \times (1 + \alpha)}{Q}$$

Em que,

N é o número de Kanbans, D é a taxa média de procura, Q é a quantidade da caixa,  $\alpha$  é o stock de segurança em termos de percentagem da procura diária,  $T_p$  é o tempo médio de processamento de cada Kanban e  $T_c$  é o lead time total do Kanban.

Para se implementar o sistema Kanban é necessário um conjunto de alterações organizacionais e tecnológicas.

### 2.2.5 Perfeição

A perfeição traduz-se na completa eliminação do desperdício. A este nível só as actividades que acrescentam valor é que se encontram presentes no processo. É compromisso de continuamente procurar meios ideais para criar valor enquanto o desperdício é eliminado (Pinto, 2008).

## 2.3 Lean Logístico

Lean logístico pode ser definido como uma adaptação do lean manufacturing para a logística. O mais importante deste conceito é a eficiência e a eficácia. Pode-se definir eficácia como, a capacidade de cumprir objectivos e eficiência como o poder de realizar (algo) convenientemente, dispendendo o mínimo de esforço, tempo e recursos.

Muitos autores afirmam que a logística não acrescenta valor uma vez que não transforma os materiais, não sendo perceptível pelos clientes contudo, outros autores afirmam o contrário alegando que a logística acrescenta valor no tempo e no espaço.

É necessário ter em atenção que as operações logísticas ocupam mais área que as operações de produção no entanto investe-se mais na produção tanto a nível de

equipamentos como de recursos humanos do que no armazenamento, transporte e recuperação.

É importante ter em consideração que as empresas despendem muito dos seus recursos financeiros com os inventários, esses custos podem ser calculados da seguinte forma:

$$\text{Custo do inventário anual} = \text{Custo médio do inventário (ao longo do ano)} \times \text{Valor Unitário (ao preço de custo)} \times \% \text{ Custo do inventário}$$

Os custos implícitos estão representados na figura 5. Para além do inventário existem outros desperdícios associados á logística tais como, transportes, espaço, tempo, embalagem, administração e informação.

O custo dos transportes é o mais elevado uma vez que também é considerado o custo do tempo que o produto demora a chegar ao local pretendido. A figura 6 demonstra como a diminuição do tempo está relacionado com o facto de o transporte ser rápido e confiável. É importante salientar que as curvas não seguem uma distribuição normal, apresentando um finito e um infinito mínimo, isso significa que existem bens que nunca chegam ao destino pretendido.

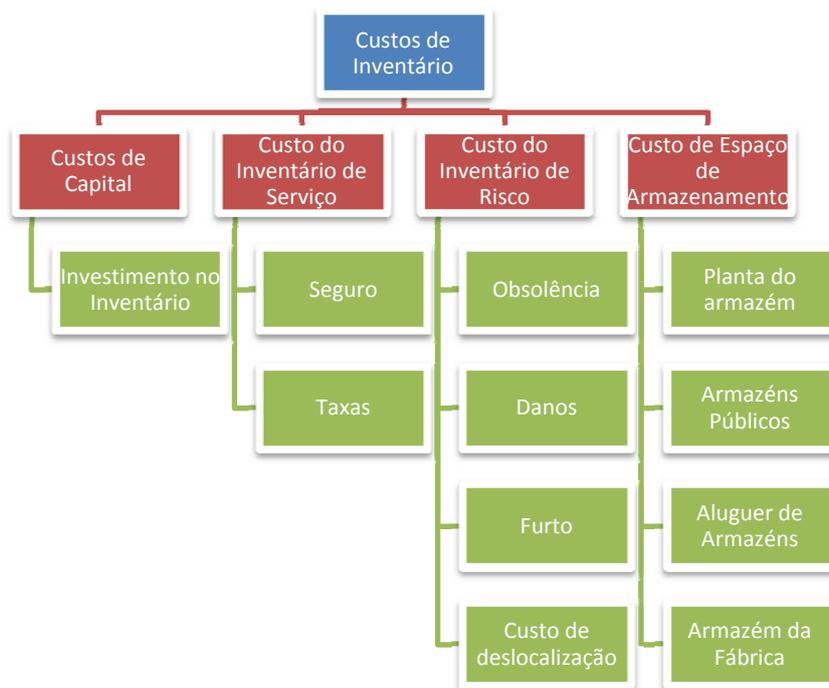
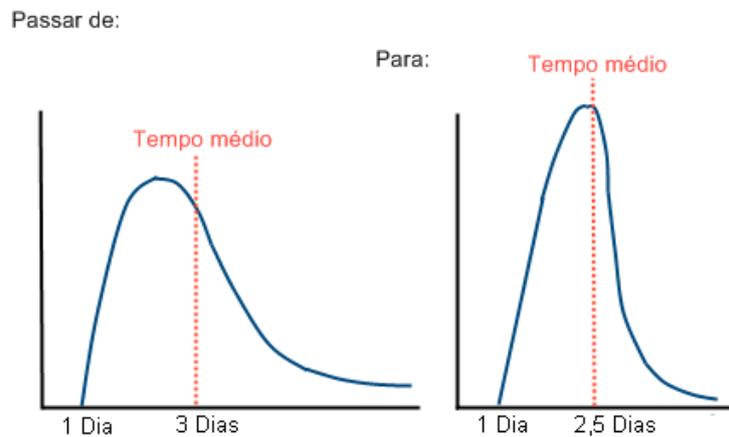


Figura 5 - Custos Implícitos no Inventário (Fonte: Lean Six Sigma Logistics)



**Figura 6 - Transporte Rápido e Confiável (Fonte: Lean Six Sigma Logistics)**

Segundo Baudin, os principais objectivos do Lean logístico são:

1. Entregar os materiais necessários, quando necessários e na quantidade necessária e convenientemente apresentado tanto para a produção como para os clientes;
2. Sem prejudicar o tempo de entregas, eliminar os desperdícios no processo logístico.

Para se cumprir com estes objectivos é necessário reduzir o tamanho dos lotes, aumentar a frequência de entrega e nivelar o fluxo de entrega. Ou seja, trata-se de implementar o sistema Pull com reposição nivelada em pequenos lotes de modo a trabalhar de forma mais sincronizada possível com o consumo real.

### 2.3.1 Elementos básicos

A logística Lean requer alguns elementos básicos tais como:

- Mecanismo de sinais pull como sistemas kanban.
- Dispositivo de nivelamento como heijunka.
- Planeamento de rotas e entregas frequentes em pequenos lotes utilizando o milk run, Este método acelera o fluxo de materiais, uma vez que segue uma rota para múltiplas cargas e descargas, não tendo assim que esperar para acumular material

para carregar o camião. Desta forma reduz-se os custos e o tempo de reacção ao longo do fluxo.

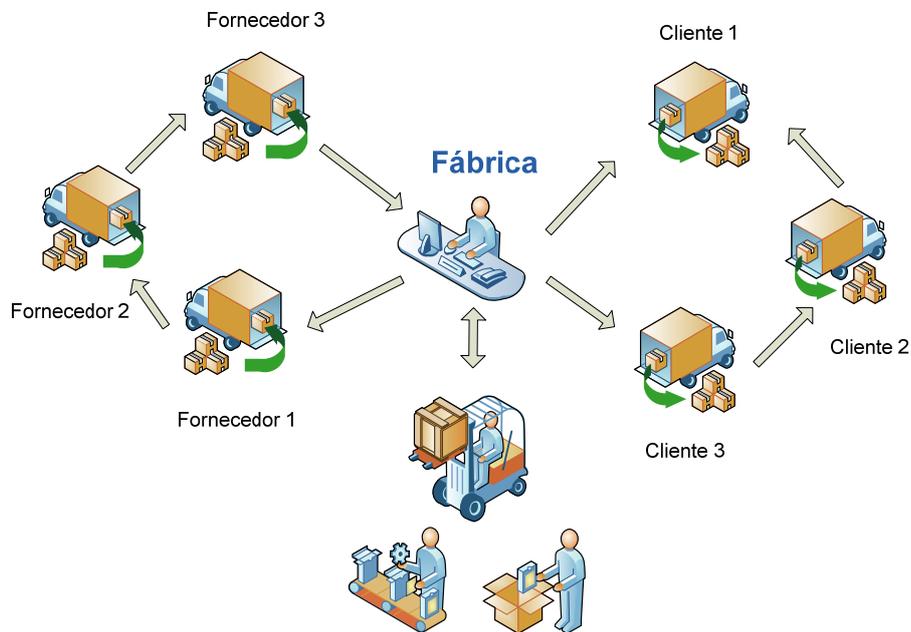


Figura 7 - Milk Run (Fonte: Lean Logistics)

- Utilização do sistema cross-dock para consolidação das cargas. Cross-dock é um espaço físico onde recebe os vários produtos que são enviados para os clientes, não podendo ser considerado um armazém pois a sua função não é armazenar. Os produtos apenas são descarregados de um veículo e carregados para outro que os distribuirá. Se estas saídas forem frequentes o cross dock pode ser esvaziado em apenas 24 horas.

### 2.3.2 Como implementar o Lean Logístico

Para se implementar esta filosofia é necessária estabilidade na procura uma vez que ao se lidar com picos de procura trimestral, mensal ou semanal surgirão stocks adicionais para cobrir estas variações, não sendo assim possível realizar entregas niveladas e constantes. Para se evitarem ou minimizarem estes picos é necessária uma análise do comportamento da procura.

É também necessário um esforço na redução de setup, para diminuir o tamanho dos lotes. Isso ajudará no nivelamento e a aumentar a frequência de entregas, contribuindo para a manutenção da estabilidade no sistema produtivo e no transporte.

Convém ter em atenção os custos operacionais acrescidos com a implementação do milk run. Por exemplo uma empresa em que os custos operacionais logísticos representem 75,5% do custo total logístico e os 24,5% restantes representam os custos em manter os stocks de produtos acabados, ao reduzir o custo de stock em 50% (resultado da implementação dos conceitos da logística lean), há um aumento de 5,1% no custo operacional, que equivale a 4,3% do custo total logístico. Porém, o custo total logístico é reduzido em 9%. Portanto, é importante analisar os benefícios trazidos para o sistema como um todo e não somente analisar o aumento de custos de um ou outro departamento (Nishida,2008).

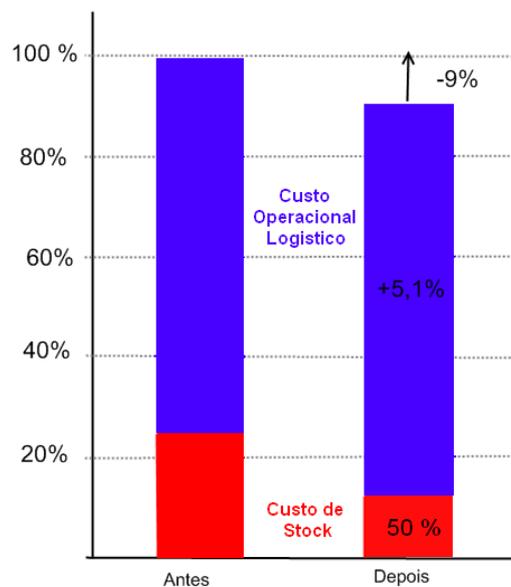


Figura 8 - Custo Total Logístico ( Fonte: Logística Lean: Conceitos Básicos)

### 2.3.3 Mudanças no processo logístico

<b>Logística</b>	<b>Lean Logístico</b>
<b>Características</b> Muito inventário Transporte Incerto/Lento Processo estático Custos elevados	<b>Características</b> Pouco inventário Entrega confiável e rápida Melhorias contínuas Investimento reduzido
<b>Processo Base</b> Muito Capital Investido Grande stock de funcionamento Grande disponibilidade de Stocks intermédios Muita área ocupada	<b>Processo Base</b> Lean dois níveis de manutenção Pouco stock de funcionamento Racionalização dos pacotes de apoio Pouca área
<b>Grande movimentação de inventário nas infra-estruturas</b>	<b>Inovações racionalizadas das infra-estruturas</b>

Tabela 2- Diferenças nos processos Logísticos (Fonte: Morrill, 1995)

### 2.3.4 A importância do Controlo Visual

O controlo visual é muito importante, uma vez que permite obter uma maior informação com menor esforço sobre o inventário. Para ajudar a organização nessa tarefa a Toyota apresentou o programa dos 5S (figura 9):



Figura 9 - 5S

**Seiri** : tudo o que não é utilizado deve ser removido do local de trabalho.

**Seiton**: cada documento, material deve ter o seu local próprio para que quando for necessário ser encontrada facilmente.

**Seiso** : limpar a sujeira, incluindo resolver os problemas na sua origem.

**Seiketsu**: desenvolver sistemas e procedimentos para manter e monitorizar os 3 S descritos anteriormente.

**Shitsuke**: manter o local de trabalho sempre organizado é um processo contínuo de melhoria.

Existem muitas empresas que confundem os 5 S com o Lean, contudo o Lean usa os 5S como uma ferramenta (The Toyota way).

## *2.4 Benefícios do Lean*

Os benefícios do Lean podem ser divididos em três categorias: operacional, organizacional e melhorias estratégicas (Simões,2008). Maior parte das empresas têm a percepção que o Lean só se aplica a áreas perto do negócio por isso só implementam o Lean ao nível operacional, contudo as outras aplicações do Lean são igualmente importantes.

Ao nível operacional o Lean apresenta os seguintes benefícios, segundo Pinto:

- Crescimento do negócio, num ano é esperado valores superiores a 30%
- Aumento da produtividade, pode enquadrar-se entre os 20 e 30%
- Aumento do nível de serviço, melhorias que rondam os 80 a 90%
- Aumento da qualidade e do serviço prestado ao cliente, redução dos defeitos, cerca de 90%
- Maior envolvimento, participação e motivação das pessoas;
- Redução dos acidentes de trabalho em cerca de 90%
- Redução ao nível do Shop Floor em 40%
- Aumento da capacidade de resposta
- Redução do Lead Time em cerca de 70 a 90%

Ao nível de melhorias organizacionais, a filosofia Lean permite que, segundo Simões:

- A estrutura organizacional passe de um foco vertical para um foco horizontal, alinhando as actividades que acrescentam valor.
- O foco do processo seja prioritário ao foco operacional, aumentando assim a comunicação com o fluxo de informação entre fronteiras organizacionais.
- O processo de decisão seja descentralizado contribuindo para uma maior responsabilidade empresarial.

Um recente estudo realizado pela Aberdeen Group mostra que 66% das empresas acreditam que a redução dos custos na cadeia de abastecimento e na indústria é a chave da iniciativa Lean (Robert, 2006).

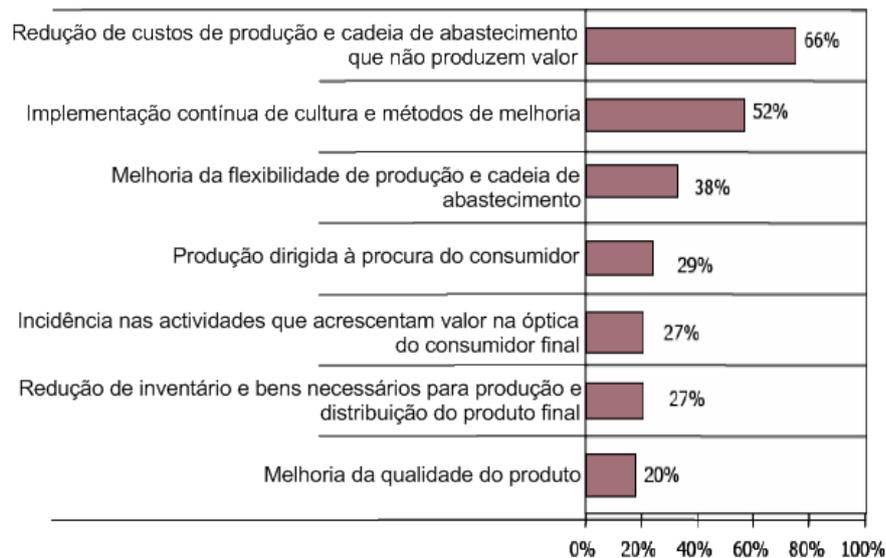


Figura 10 - Ações Estratégicas (Fonte: Aberdeen Group, March 2006)

## 2.4 Competências necessárias na aplicação do Lean

As organizações ao implementarem a filosofia Lean esperam benefícios, contudo isso nem sempre acontece.

Para se implementar a filosofia Lean de maneira eficiente os colaboradores precisam ter experiência, conhecimentos e competências, ou seja, necessitam de

experiencia no negócio ou indústria, conhecimentos nas ferramentas e tecnologia Lean e competências para conciliar os conhecimentos com a experiência. A seguir estão descritas as sete competências chave, segundo Howardell:

#### **2.4.1 Desejos do consumidor**

Todos os colaboradores devem estar focados naquilo que o cliente pretende e espera e conseqüentemente quem é o cliente da organização.

Saber para que tipo de cliente se esta a trabalhar é crucial uma vez que dependendo do tipo de cliente, o produto ou serviço tem que ir de encontro ao que este mais deseja. Ou seja, um cliente pode dar mais valor a uma determinada característica que outro, tornando-se importante para a empresa definir o que realmente acrescenta valor ao cliente alvo e então direccionar o seu produto/serviço para este.

Na filosofia Lean as pessoas devem constantemente perguntar-se:

- Quem é o meu cliente?
- Quais as suas necessidades ou preocupações?
- Estamos a satisfazer essas necessidades?
- Como hei-de saber se estou a responder às necessidades do cliente?

Os colaboradores Lean devem estar constantemente em contacto com o cliente, identificar os obstáculos relativamente á satisfação do cliente e elimina-los (Howardell, 2004).

#### **2.4.2 Pensamento**

O pensamento de toda a empresa tem de ser modificado no sentido que os colaboradores têm que se perceber que ao existir uma melhoria na empresa vai ser benéfico para todos. Os colaboradores não podem simplesmente pensar no seu departamento mas

sim, num todo, e não devem desviar as culpas mas tentar resolver os problemas quando estes existem.

Torna-se então necessário que toda a organização entenda o processo para que quando existe um problema se olhe para o que está a originar o desperdício e não para os colaboradores.

O pensamento e gestão da empresa requer que os colaboradores saibam o básico do processo de melhoria tais como o processo de mapeamento, o processo de medição, e o processo de redesenho (Howardell, 2004).

As pessoas Lean devem perceber as várias técnicas e ferramentas do processo de mapeamento e saber quando devem aplicar cada uma delas. Quanto maior for a disponibilidade de ferramentas, mais o colaborador terá a ferramenta adequada á ocasião.

O processo de medição é bastante importante no sentido em que medir uma coisa errada ou medir de forma imprecisa contribui para que se trabalhe na área errada de melhoria

Existem ferramentas de auxílio no processo de redesenho que têm se ser percebidas pelos colaboradores para que estes consigam modificar o processo de forma a melhorá-lo.

### **2.4.3 Adaptação**

Adaptação às constantes mudanças é crucial nos dias de hoje. Os clientes mudam os seus desejos e as suas necessidades rapidamente tendo que as empresas se adaptar a estas constantes mudanças de processos e produtos de forma a satisfazer as encomendas dos clientes.

As pessoas Lean trabalham de forma rápida á mudança, sem apresentar resistências, podendo ao longo da sua vida apresentar vários trabalhos em diferentes áreas. É importante salientar que cada vez que é alterado um processo isso tem consequências nas responsabilidades e nos papéis que desempenham.

#### **2.4.4 Tomar a Iniciativa**

Uma das principais características do Lean é identificar o desperdício e resolve-lo o mais depressa possível. As pessoas Lean têm que ser capazes de criar planos e aplicar as ferramentas apropriadas para a resolução dos problemas que vão surgindo. Assim sendo os colaboradores têm autonomia para aumentar a sua produtividade, gerir o seu tempo e organizar-se.

#### **2.4.5 Inovação**

A inovação é cada vez mais indispensável devido às constantes mudanças nas exigências dos clientes. Como tal os colaboradores analisam ferramentas como a análise de Pareto, diagramas em espinha de peixe e gráficos de forma a compreenderem e desenvolverem soluções inovadoras.

#### **2.4.6 Colaboração**

A colaboração entre os colaboradores e entre os diversos departamentos é uma das principais estratégias do Lean. As pessoas necessitam de saber qual o seu papel na organização e aprender a trabalhar num grupo colaborativo.

É importante que a gestão saiba definir como é que cada grupo é recompensado e saber como cada individualidade pode ser destacada.

#### **2.4.7 Influência**

É necessário que os líderes tomem constantemente decisões e que essas decisões estejam de acordo com os objectivos da empresa. Pois é através dos líderes e da influência que estes exercem nas pessoas que a empresa segue o caminho da gestão Lean.

Numa empresa que pretenda aplicar a filosofia Lean é necessário que os seus colaboradores possuam as competências descritas anteriormente, mas estas competências não aparecem por si só, deve ser aplicado um plano de formação constante. Uma vez que uma empresa é Lean quando as pessoas também o são.

## *2.5 Enquadramento*

Para a elaboração do caso de estudo, na Toyota Caetano Portugal, foi necessário a ter em consideração todos os conceitos descritos ao longo deste capítulo desde os princípios básicos do Lean Thinking até às competências necessárias para a aplicação desta filosofia, uma vez que só assim se consegue obter os resultados desejados.

Toda a empresa tem que se encontrar sensibilizada para todos os benefícios que a filosofia pode trazer não só a nível lucrativo como também a nível de qualidade de trabalho e como tal a formação toma aqui um papel imprescindível.

Ao longo do caso de estudo foi focalizada a filosofia Lean na área logística de forma a diminuir o prejuízo que se verifica actualmente. Para isso teve-se em consideração a implementação de mecanismos pull com uma forte componente visual, a organização dos materiais e do transporte de modo a acelerar os fluxos em toda a Supply Chain, e a criação de trabalho standardizado.



## Capítulo 3- Caso de Estudo

### *3.1 Descrição da empresa*

Na rua Felizardo Lima em Gaia dava início de actividade a empresa Martins, Caetano & Irmão, em 1946. Dois anos depois, as instalações foram alteradas para a rua José Mariani, mudando-se mais tarde para as instalações que se encontram hoje.

A empresa iniciou a sua actividade na indústria das carroçarias, revolucionando esta, pois passado apenas 6 anos desde o início da sua actividade introduziu no País a técnica de construção mista (perfis de aço e madeira) e três anos mais tarde introduziu e implementou o sistema de construção inteiramente metálica, a exemplo do que já se fazia em países europeus.

Em 1966 uma nova unidade fabril começou a sua actividade em Gaia. Esta unidade deveu-se ao facto da diversificação de produtos como cabinas, atrelados, sistemas basculantes, furgões, caixas metálicas, etc.

O grupo Salvador Caetano estava disposto a abranger novos mercados, por isso em 1968 candidatou-se para ser o representante da marca Toyota, uma vez que o seu representante português até então, Francisco Baptista Russo & Irmão estava a colocar problemas.

O acordo com a Toyota Motor Sales foi assinado em 17 de Fevereiro, tendo como objectivo a importação e distribuição exclusiva dos veículos Toyota em Portugal. Alcançava-se assim uma conjugação de interesses tanto da Toyota pois alargava a sua presença na Europa e conquistava novos mercados para o suporte do desenvolvimento industrial, como para o grupo Salvador Caetano que visava uma maior expansão e diversificação das suas actividades.

Contudo existia uma limitação relativamente á importação uma vez que as unidades tinham que ser montadas em Portugal. Para contornar esse facto foi criada em 1971, em Ovar uma fábrica com capacidade de fabrico de 50 unidades/dia (inicialmente com os modelos Corona, Corolla e Dyna).

A exportação de viaturas Dyna iniciou-se em 2003 para países como, França, Reino Unido, Espanha, Alemanha, Bélgica, Dinamarca, Irlanda, Suíça, Finlândia e Hungria.

Em 1 de Janeiro de 2007 a empresa Salvador Caetano IMTV,SA alterou a sua designação para Toyota Caetano Portugal, SA. Apresentando actualmente 360 colaboradores ao seu serviço.

### ***3.2 Fábrica 1 da Divisão Fabril de Ovar***



**Figura 11 - Fábrica 1 da Divisão Fabril de Ovar**

Nesta unidade fabril são montadas viaturas comerciais, Dyna e Hiace, o processo é dividido em seis fases:

#### ***1. Abertura do CKD (Completed Knocked Down)***

A produção das viaturas Hiace e Dyna iniciam-se com a abertura do CKD, material que é fornecido pela Toyota do Japão. Toda a chaparia que posteriormente forma a carcaça, vem em lotes de 5 unidades.

O planeamento imite a ordem para a montagem das unidades, fazendo uma selecção do material que é necessário ao fabrico para posterior abastecimento aos postos de soldadura.



**Figura 12 - Abertura de CKD (Completed Knocked Down)**

## 2. Soldadura

Na soldadura existem vários postos, começando pelas pré-montagens até a finalização da viatura. A linha pode ser dividida em três sectores:

- Small parts: são executadas pré-montagens em certas peças que são, posteriormente, direccionadas para os postos seguintes, manualmente;
- Under Body's: são realizadas as montagens a fundo da carroçaria. A passagem do fundo da carroçaria para os Main Body's é feita por um diferencial;
- Main Body's: onde se realiza o processo de montagem do “corpo” da carroçaria (cabine).

A soldadura é feita por pontos, ou seja, não há adição de material, utilizando ferramentas de trabalho denominadas JIG's, que posicionam devidamente as diversas peças que constituem a carcaça.



**Figura 13 – Soldadura**

### *3. Bate-chapas*

Após a soldadura, a viatura passa por esta secção para ser analisado e caso existam defeitos na chapa são corrigidos. Aqui também são montadas as portas das viaturas.



**Figura 14 - Zona de Bate-chapas**

#### 4. *Pintura*

Na pintura existem várias fases, tais como: aspiração, limpeza e pré-Lavagem; pré tratamento da chapa; pintura por electrodeposição (ED); lixagem do ED; aplicação de vedantes e PVC; pintura de primário; lixagem do primário; pintura do esmalte e rectificação de pintura.



**Figura 15 - Pintura do Primário**

#### 5. *Montagem Final*

A viatura após sair da pintura entra na montagem final onde são incorporados os componentes de CKD e Incorporação Nacional. O material de CKD corresponde a cerca de 84% do material usado no processo de produção, contudo os 16 % de Incorporação Nacional assumem grande importância uma vez que fornecem as cablagens, pneus, vidros, bancos, etc.

Estes materiais são recepcionados em transportadores próprios, provenientes do armazém, e abastecidos aos postos previamente definidos pela Gama de Montagem Final.

A montagem final pode ser dividida em 4 linhas: Linha de cabines, linha dos postos elevados, linha dos chassis e linha da montagem final.



**Figura 16- Montagem Final**

#### *6. Inspeção Final*

Nesta secção é realizada a limpeza á viatura, afinação de portas e correcção de pequenos defeitos. De seguida a viatura é inspeccionada, e os pequenos defeitos são imediatamente corrigidos, segue-se posteriormente o alinhamento das rodas, focagem de faróis, teste aos travões, prova de pista e prova de água.

Por último, é aplicada uma cera anti-corrosão, na zona de chassis, sendo finalmente o veículo Aprovado (Apto), seguindo para o parque, onde ficará disponível para os Serviços Comerciais (entrega aos concessionários).



**Figura 17 - Zona de Inspeção**

### 3.3 Fábrica 2 da Divisão Fabril de Ovar



**Figura 18 - Fábrica 2 da Divisão Fabril de Ovar**

Na fábrica 2 da Divisão Fabril de Ovar são montados mini autocarros Caetano, tendo estes como base a mecânica Toyota. Esta unidade fabril pode ser dividida em quatro secções principais:

#### 1. *Soldadura e montagem da estrutura*

Ao chassi da Toyota, proveniente da Fábrica 1, são associados todos os elementos estruturais do autocarro, chapas, fibras e soalhos.



**Figura 19 - Elementos Estruturais do Autocarro e Fibras**

#### 2. *Pintura*

Este processo envolve a preparação e a lixagem de superfície, a aplicação e lixagem do Epoxy, a aplicação de sub-capa e a aplicação de esmalte.



**Figura 20 - Câmara de Estufagem**

### 3. *Montagem Final*

Inicia-se este processo com a aplicação do revestimento do soalho e bagageiras sendo também colocado o tecido nas laterais interiores e no tejadilho. De seguida é colocado o tablier, as bagageiras superiores, a iluminação interior e as ligações eléctricas. Posteriormente é realizada a revisão mecânica e são colocados os vidros, faróis e fibras na frente.



**Figura 21 - Revestimento de Soalho e Bagageiras e Colocação de Faróis**

### 4. *Acabamentos*

Nesta secção são realizadas todas as rectificações necessárias para posteriormente ser dado como apto. Aqui também são colocados os bancos.



**Figura 22 - Acabamentos**

### ***3.4 Caracterização da Situação Existente***

Para se analisar a situação existente procedeu-se ao levantamento tanto de dados quantitativos como qualitativos relativamente ao armazém de incorporação nacional da fábrica 1.

Foram retirados os seguintes dados:

- Tipo de peças que são fornecidas á linha pelo armazém de incorporação nacional;
- Quantidade de peças necessárias para cada tipo de modelo;
- Os modelos que vão ser produzidos ao longo de três meses;
- Identificação dos locais de armazenamento para cada tipo de peça;
- Análise de como os materiais são fornecidos;
- Área de ocupação de todas as peças de incorporação nacional;
- Área disponível na fábrica 2 para a mudança de armazém;
- Tempos de movimentações e transportes;

Estes dados tiveram uma importância vital no desenvolvimento de todo o projecto, pois a partir deles conseguir-se-á perceber a situação actual do armazém bem como estudar a situação futura.

#### **3.4.1 Armazém de Incorporação Nacional**

O armazém de incorporação Nacional ocupa actualmente uma área de 1330 m<sup>2</sup>, como se pode verificar pelas figuras seguintes.



Figura 23 - Layout da Fábrica 1 da Divisão Fabril Toyota de Ovar

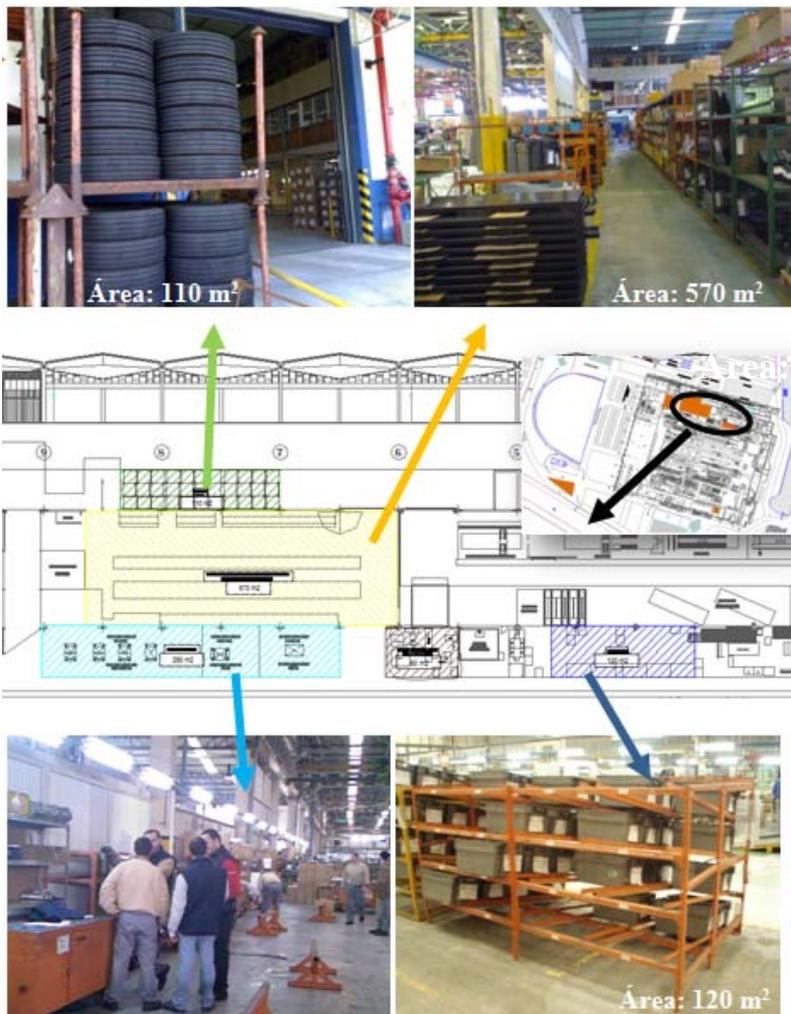


Figura 24 - Área Ocupada por Cablagens, Pneus e Armazém de Incorporação Nacional

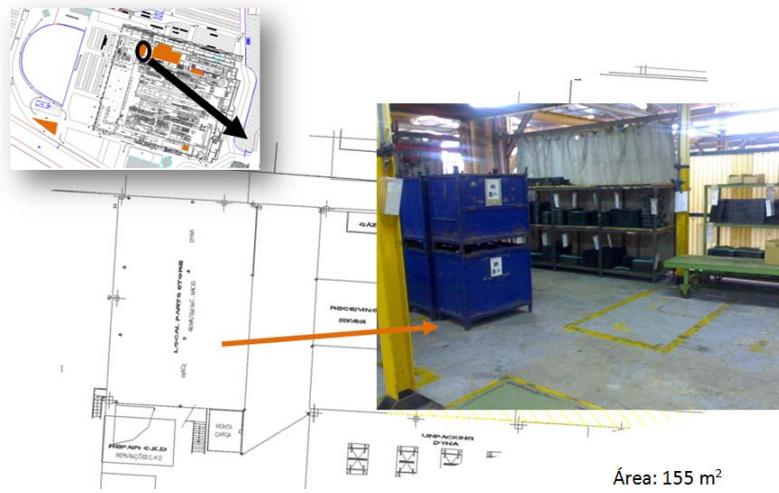


Figura 25 - Área Ocupada por Bancos

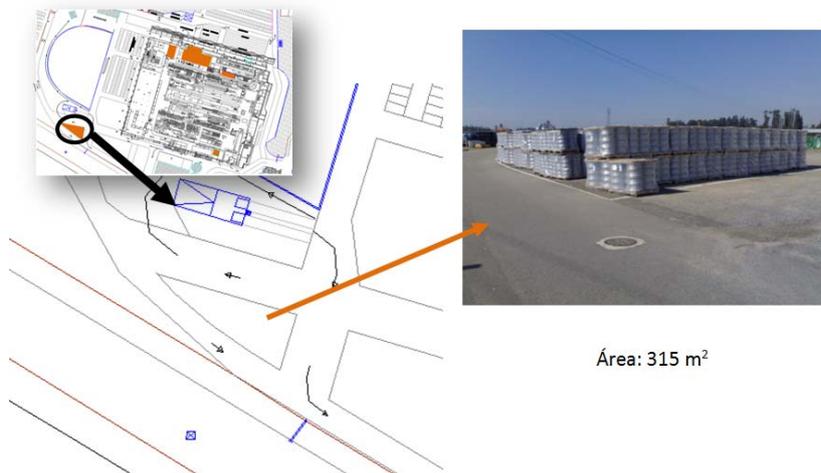


Figura 26 - Área Ocupada pelas Jantes

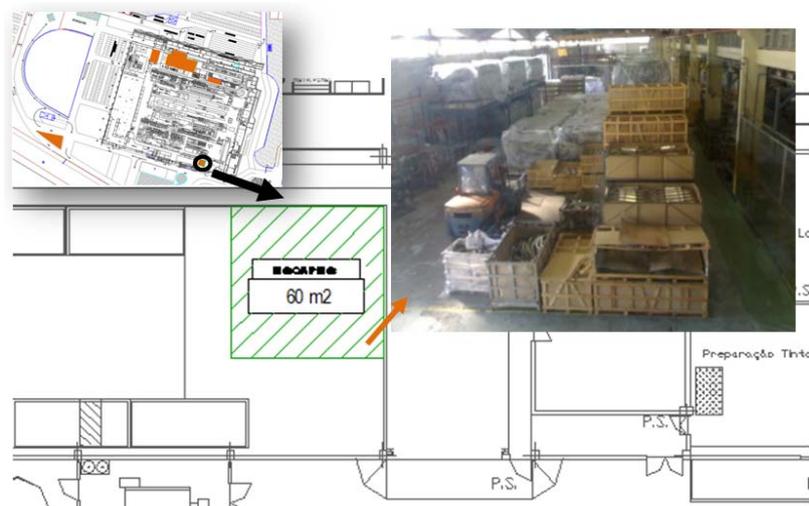


Figura 27 - Área Ocupada pelos Escapes

Contudo muito deste espaço está a ocupado por monos, produtos descontinuados e caixas vazias.

Outros problemas também foram encontrados, como colaboradores a abastecerem a linha sem pertencerem ao armazém, excesso de material e excesso de recursos.

### 3.5 Objectivos/ Desafio

O desafio para este projecto consistiu em concentrar o material de Incorporação Nacional num único local, foram propostos três cenários.

No cenário 1 foi proposto que todo o stock de incorporação nacional que se encontra disperso na fábrica 1 se concentre na zona amarela assinalada na figura 28, que actualmente designa-se por Armazém Principal de Incorporação Nacional.

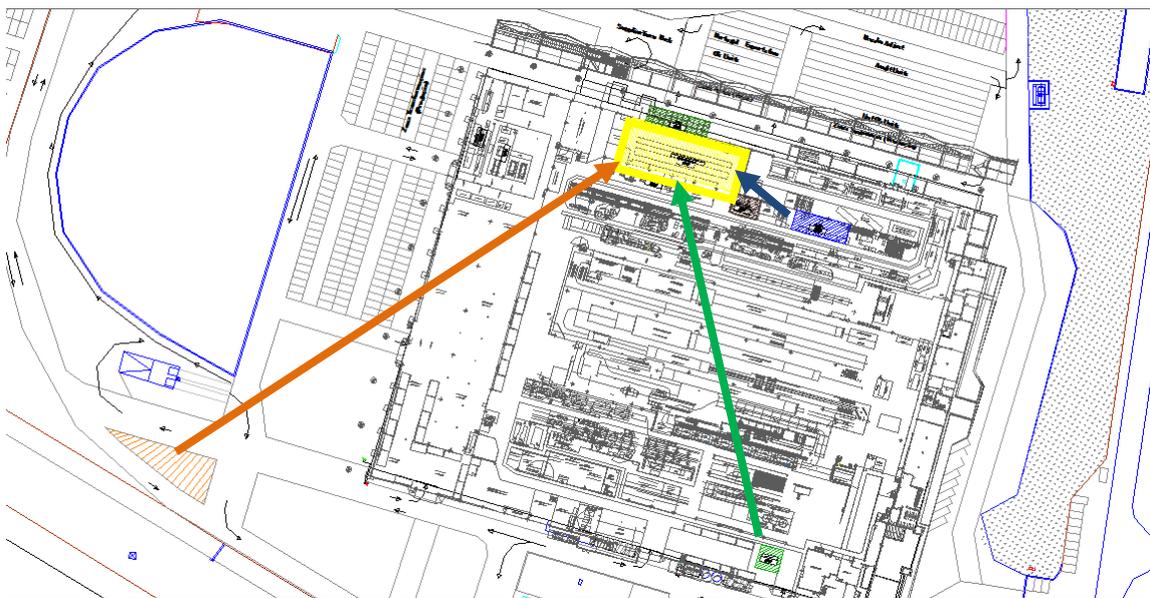


Figura 28 - Cenário 1

Para o cenário 2 foi considerado que a nave de pesados (figura 29) funcionaria como centro logístico.



Figura 29 - Nave de Pesados da Fábrica 1

Para que tal seja possível é necessário haver alterações de layout, uma vez que actualmente na nave de pesados encontra-se armazenado pré-montagens, Coaster, transformações, Kaizen e o stock de C.K.D.. Como tal é necessário que todos os postos descritos anteriormente excepto o stock de C.K.D. , sejam deslocados para a zona do actual Armazém de Incorporação Nacional e vice versa (Figura 30).

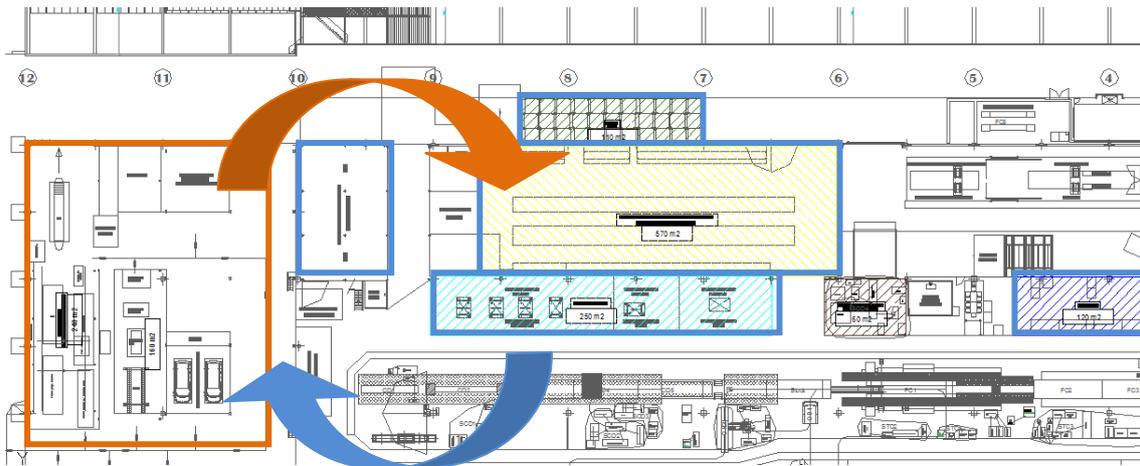


Figura 30 - Cenário 2

No cenário 3 (figura 31) pretende-se libertar a área ocupada pelo material de Incorporação Nacional na fábrica 1, aproveitando esse espaço para a criação de um supermercado com stock de um dia, sendo armazenado o stock de incorporação nacional na fábrica 2.

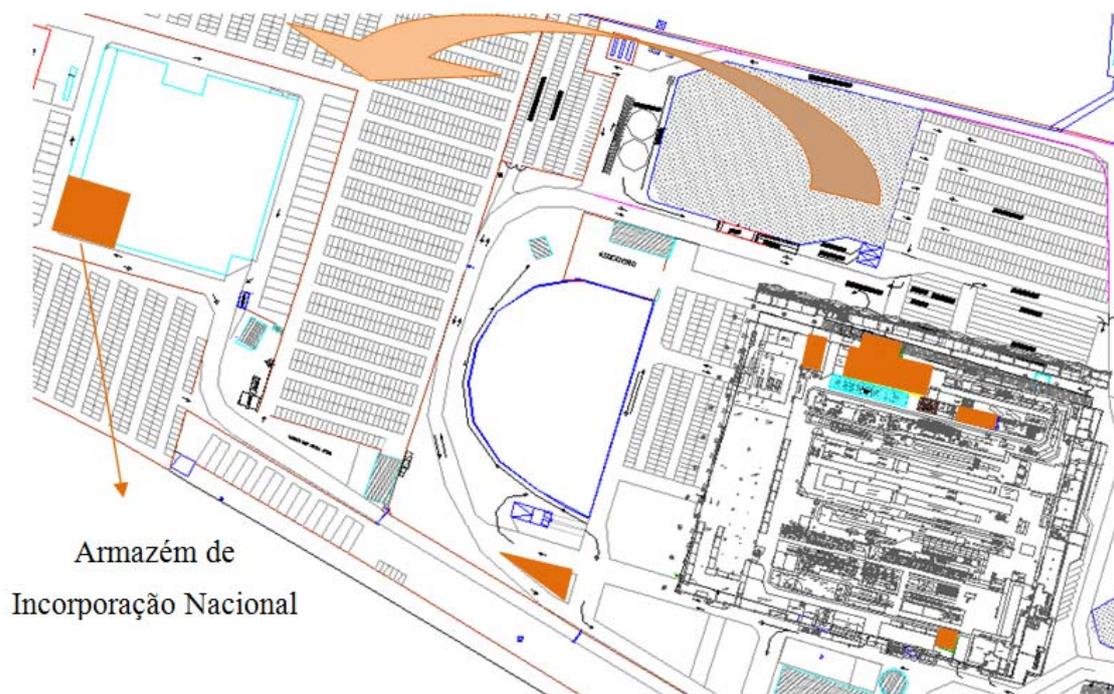


Figura 31 - Cenário 3

Com estes projectos pretende-se aplicar a filosofia Lean e com isso:

- Aumentar a produtividade do armazém.
- Reduzir desperdícios.
- Reduzir custos e tempos.
- Aumentar a gestão visual.
- Optimizar o fluxo de materiais.
- Organizar o armazém por família e por consumo.
- Implementar o uso de caixas estandardizadas.
- Implementar Kanban.

E diminuir os recursos e materiais utilizados através da:

- Elaboração de plano de actividades por colaborador.
- Redução de operações danosas aos colaboradores.
- Criação de hábitos nos colaboradores.

### 3.6 Metodologia Adoptada

A metodologia aplicada para o desenvolvimento deste trabalho, consistiu em, aplicar os elementos Lean para os vários cenários, e para ser possível foi necessário:

- Determinar o volume de cada peça do armazém de incorporação nacional,
- Criar uma base de dados que permitisse determinar os volumes das peças conforme a produção planeada, saber a partir do código SAP o fornecedor e vice-versa e saber através da designação o código SAP.

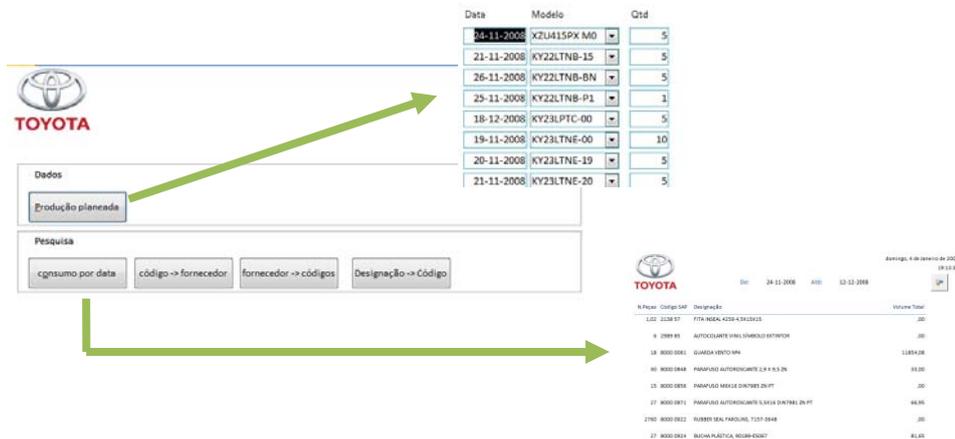


Figura 32 - Aplicação da Ferramenta Access

- Determinar Caixas Standard para cada tipo de peça.
- Aplicar mecanismos pull como sistemas Kanban.
- Utilizar as funcionalidades do Autocad de forma a saber as áreas do layout fabril de forma a saber onde cada material pode ser alocado.
- Criar virtualmente o armazém em SolidWorks para o cenário 3 de forma a se conseguir visualizar o futuro armazém.

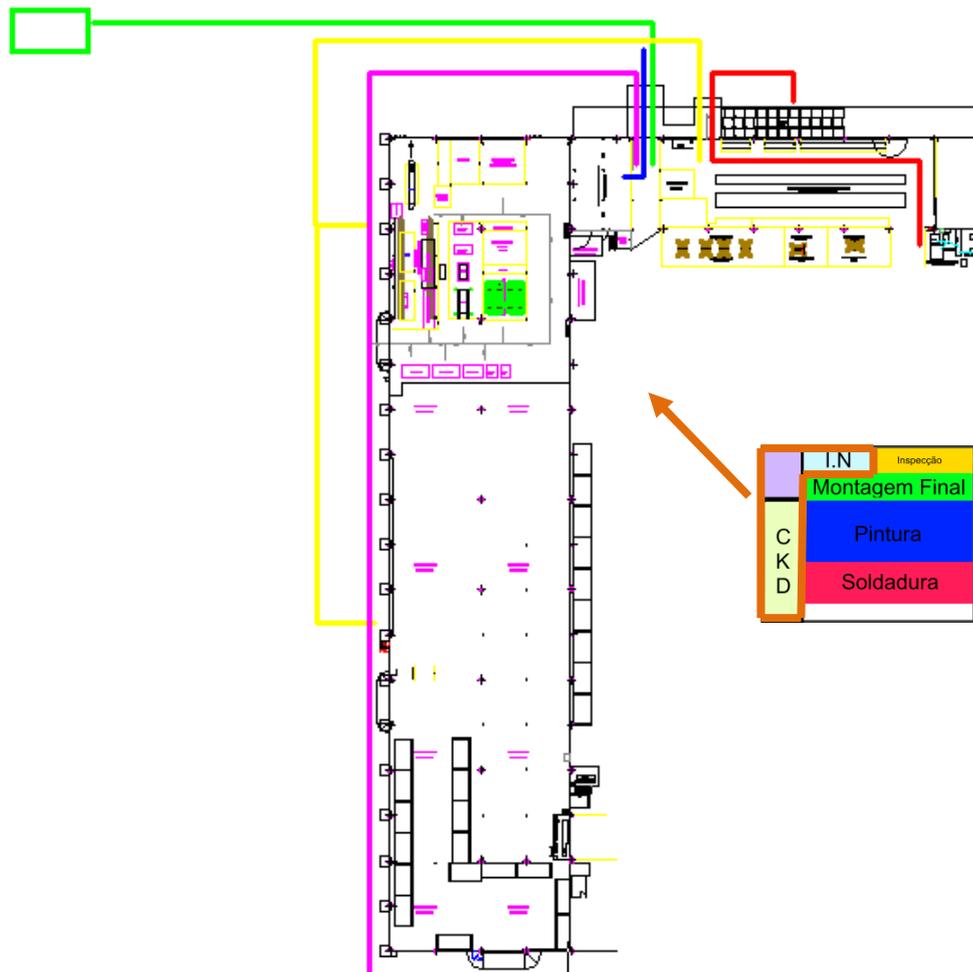
Contudo para o armazém funcionar devidamente nos diferentes cenários será necessário determinar os percursos de cada empilhador uma vez que não existia um

mapeamento de tarefas; determinar as tarefas para cada colaborador, elaborar formações aos colaboradores e estipular tempos de descarga.

***Determinar o percurso actual de cada empilhador:***

Para se saber o percurso de cada empilhador foi necessário o auxílio dos colaboradores para que eles assinalassem no mapa o trajecto que percorrem para efectuar as tarefas que lhes estão agregadas, uma vez que esse levantamento não existia.

Os percursos percorridos num dia por um dos empilhadores estão assinalados na figura seguinte.



**Figura 33 - Trajecto de um Empilhador**

Com auxílio do Autocad determinou-se as distâncias percorridas diariamente (tabela 3) pelo empilhador.

**Tabela 3 - Distâncias Percorridas Pelos Empilhadores**

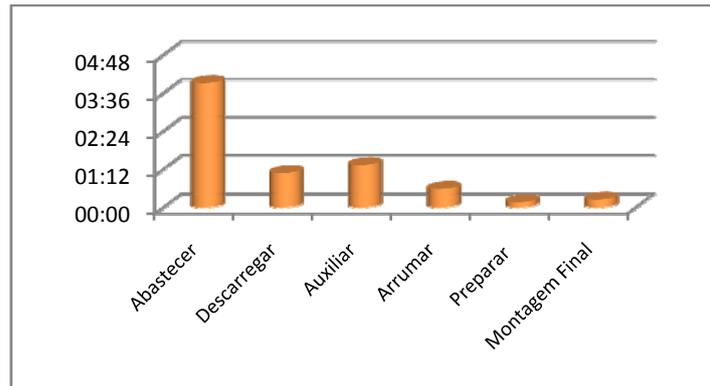
	<b>Distância Percorrida (m)</b>
<b>Azul</b>	34
<b>Verde</b>	116
<b>Magenta</b>	220
<b>Vermelho</b>	62
<b>Amarelo</b>	200
<b>Total</b>	632

***Determinar as tarefas realizadas actualmente de colaborador:***

O levantamento das tarefas e dos tempos de cada colaborador realizou-se através de um formulário de mapeamento de tarefas onde o colaborador apontou as tarefas que realizava e o tempo que demorava. Um dos exemplos do que foi realizado encontra-se na tabela 4 e no gráfico 1.

**Tabela 4 - Tarefas e Tempos de um Colaborador**

<b>LOGÍSTICA - MAPEAMENTO DE OPERAÇÕES</b>		
<b>Hora início</b>	<b>Hora fim</b>	<b>Operação</b>
07:30	08:30	Abastecimento Chaparia/Gasoleo Pintura/Mat. MF. Pintura
08:30	08:45	Intervalo
08:45	09:00	Abastecimento Mat. MF. Pintura
09:00	09:10	Abastecimento Hiace
09:10	09:55	Abastecimento Reb
09:55	10:20	Descarga prototipos IETA
10:20	10:45	Ajuda a pintura na arrumação de chassis



**Gráfico 1 - Tarefas e Tempos de um Colaborador**

Paralelamente a este estudo foram realizadas reuniões com o objectivo de definir estratégias para a implementação do projecto ao longo de três anos. Como tal foi necessário:

- Definir prioridades;
- Elaborar um plano com as respectivas responsabilidades;
- Continuar e manter a aplicação dos 5S.

Para uma melhor percepção dos passos necessários para alcançar os resultados desejados foi elaborado um gráfico de espinha de peixe, com a colaboração de uma equipa onde se encontravam os representantes dos diferentes sectores logísticos.



**Figura 34- Gráfico de Espinha de Peixe**



Figura 35 – Gráfico de Espinha de Peixe

Através desta análise desenvolveu-se um plano de acções, onde se definiu áreas de intervenção, responsáveis e períodos de tempo para a realização de cada tarefa tendo sempre em vista a criação de condições para a excelência da logística, a optimização de recursos, redução de stocks e o aumento do nível de serviço. Os pilares do TPS adaptados ao sector logístico, a seguir representados são um forte ponto de auxílio para todo o plano elaborado.

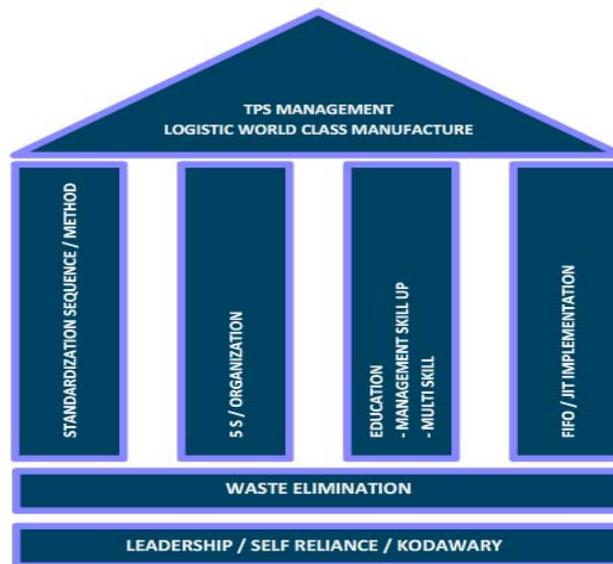


Figura 36 - Pilares do TPS adaptados ao Processo Logístico

## **3.7 Resultados**

### **3.7.1 Considerações Iniciais**

Ao fim de um levantamento exaustivo de todos os dados necessários, conseguiu-se perceber as áreas de intervenção mais importantes.

Os diferentes cenários que vão ser apresentados a seguir, apresentam custos e medidas diferentes. Devido à conjuntura que se vive mundialmente a empresa prefere adoptar uma política de melhorias sem custos adicionais, e só futuramente com os estudos bem consolidados é que passarão para investimentos no sector logístico.

É importante ter em consideração que todo o plano apresentado tem que ter sempre um responsável que se empenhe em manter o que já foi alcançado uma vez que é um trabalho contínuo e tem que se constantemente sensibilizar os colaboradores para a importância destas melhorias. Sendo assim é necessário ter sempre em consideração os 4 M (men, machine, material and method) na implementação dos 3 cenários.

### **3.7.2 Simulação de cenários**

#### **3.7.2.1 Cenário 1**

Com o objectivo de melhorar a situação existente do armazém de incorporação nacional e tendo como principal objectivo aproveitar os recursos existentes, aplicar as melhorias sem custos adicionais, foi aplicado primeiramente os 5 S como mostra a figura seguinte.

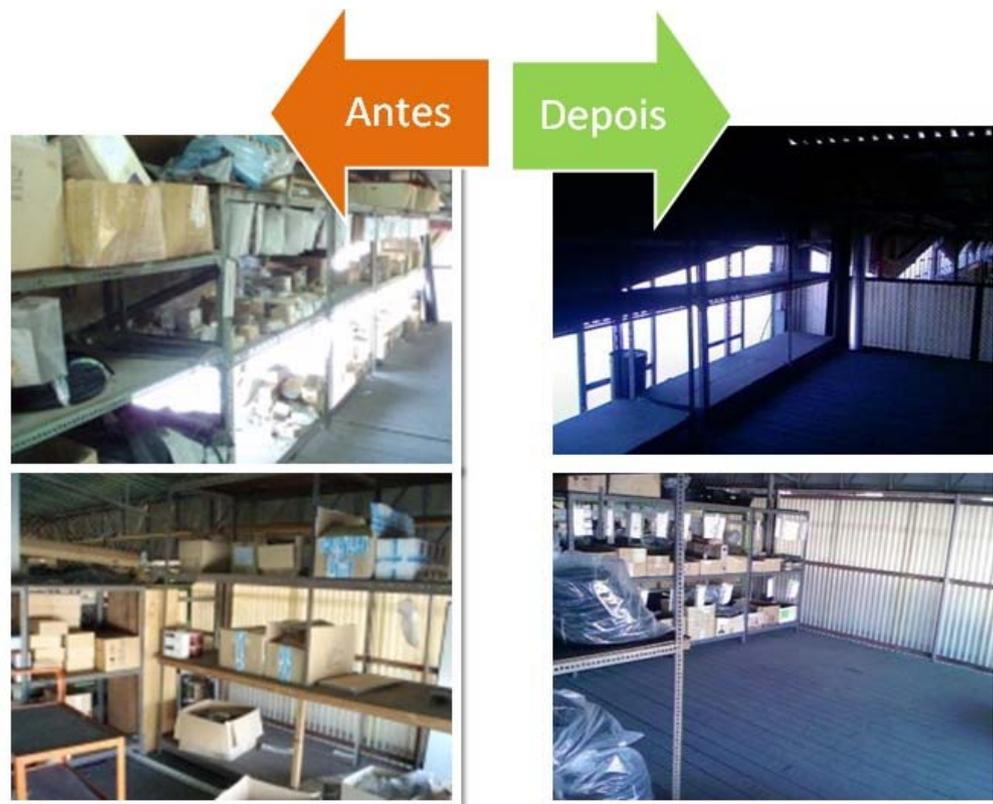
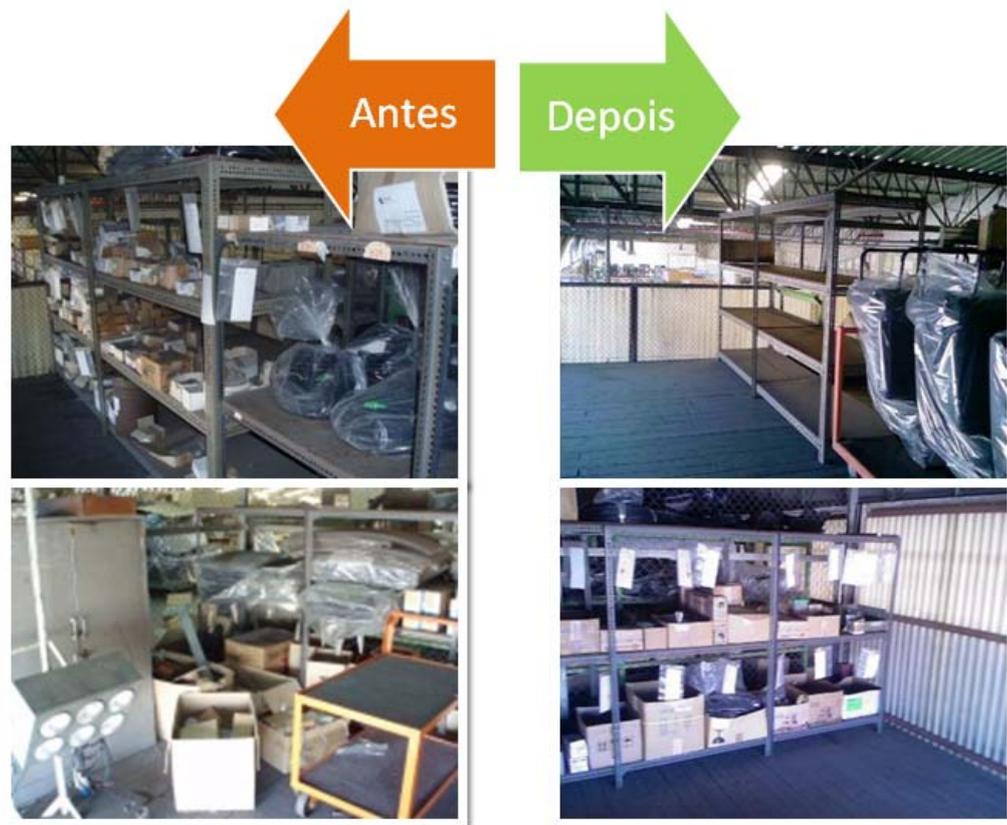


Figura 37 - Exemplos da Aplicação dos 5 S

Sendo assim conseguiu-se obter um melhor aproveitamento do espaço, podendo ser aproveitado para organizar o material e consequentemente diminuir as “ilhas” de stock dispersas por toda a fábrica, ficando agrupas num só local.

O piso 1 e o piso 2 (figura 36) que serviam como depósitos de monos, agora reorganizados podem servir para colocar o material mais leve, devido a ser um edifício já antigo, e menos usado para facilitar o trabalho dos colaboradores. E tendo estes factos em vista, conseguiu-se que os escapes passassem para o Armazém de Incorporação Nacional diminuindo assim uma “ilha” como se pode verificar pela figura 37.



**Figura 38 - Armazém de Incorporação Nacional**



**Figura 39 – Escapes**

O marketing fabril foi umas das estratégias aplicadas para esta fase inicial para que todos os colaboradores se sentissem parte integrante de todo este projecto e ajudassem a que este tivesse as melhorias desejadas quando implementado. Como tal foi afixado na Green Area placares onde estes poderiam obter informação sobre o que estava a ser

estudado, as zonas de intervenção e as melhorias alcançadas ao longo do tempo através de fotografias do antes e do depois.



**Figura 40 - Green Area**

### **3.7.2.2 Cenário 2**

Para o cenário dois foram considerados duas propostas:

#### **Proposta 1**

Para se saber se a realização deste cenário era viável foi necessário o auxílio do Autocad, para nos determinar a área total ocupada por material de Incorporação Nacional e assim estudar as possíveis formas de colocar este na nave de pesados.

Contudo verificou-se que o espaço actualmente ocupado pelo armazém de incorporação Nacional é bem mais extenso do que o disponibilizado na nave de pesados. Neste estudo foi necessário ter também em atenção que parte das transformações não podiam ser transferidas devido a uns equipamentos existentes que não podem ser deslocados.

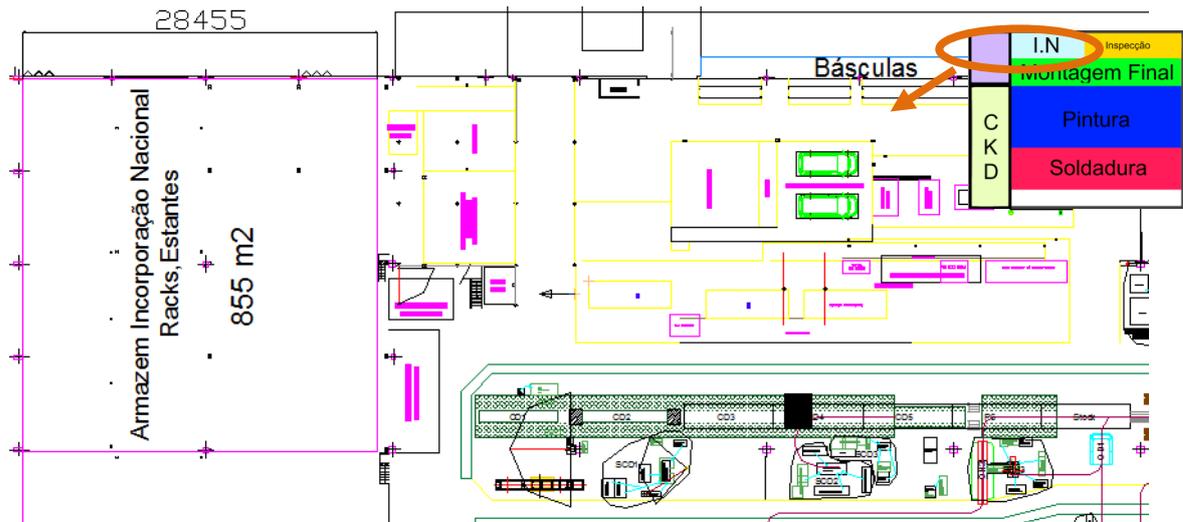


Figura 41 - Área Prevista para Stock de Incorporação Nacional

Sendo assim considerou-se que na nave de pesados colocar-se-ia a abertura de CKD da Hiace, da Dyna e da Coaster, as estantes da F.Ramada e os escapes ficando de fora os bancos, o Stock da yazaki, os pneus e as jantes. Nas figuras seguintes encontram-se esquematizadas as alterações de layout realizadas em Autocad da nave de pesados e da área actual do armazém de Incorporação Nacional.

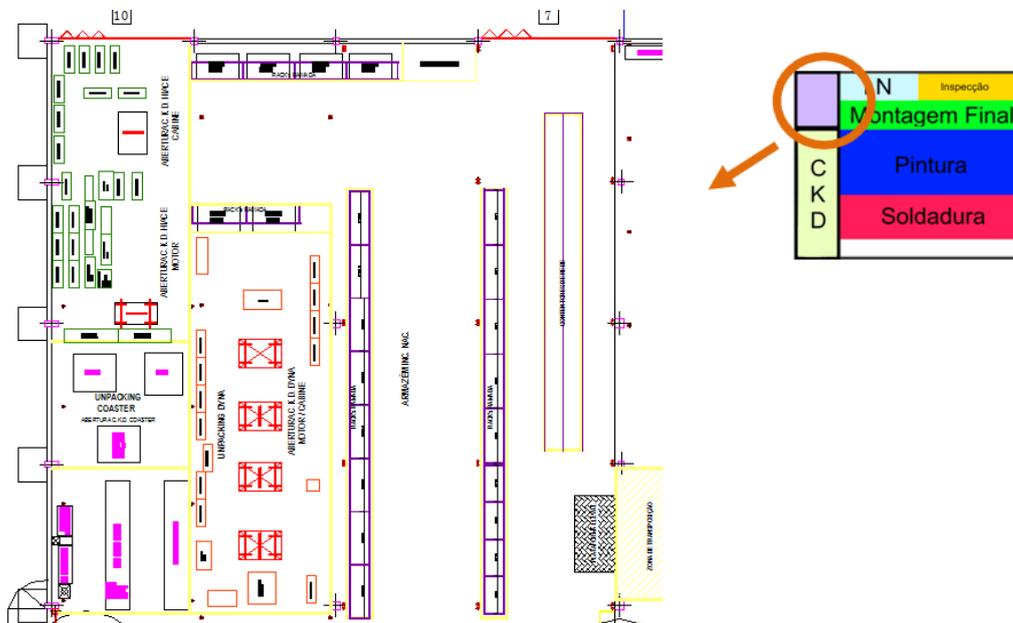


Figura 42 - Futuro Layout da Nave de Pesados

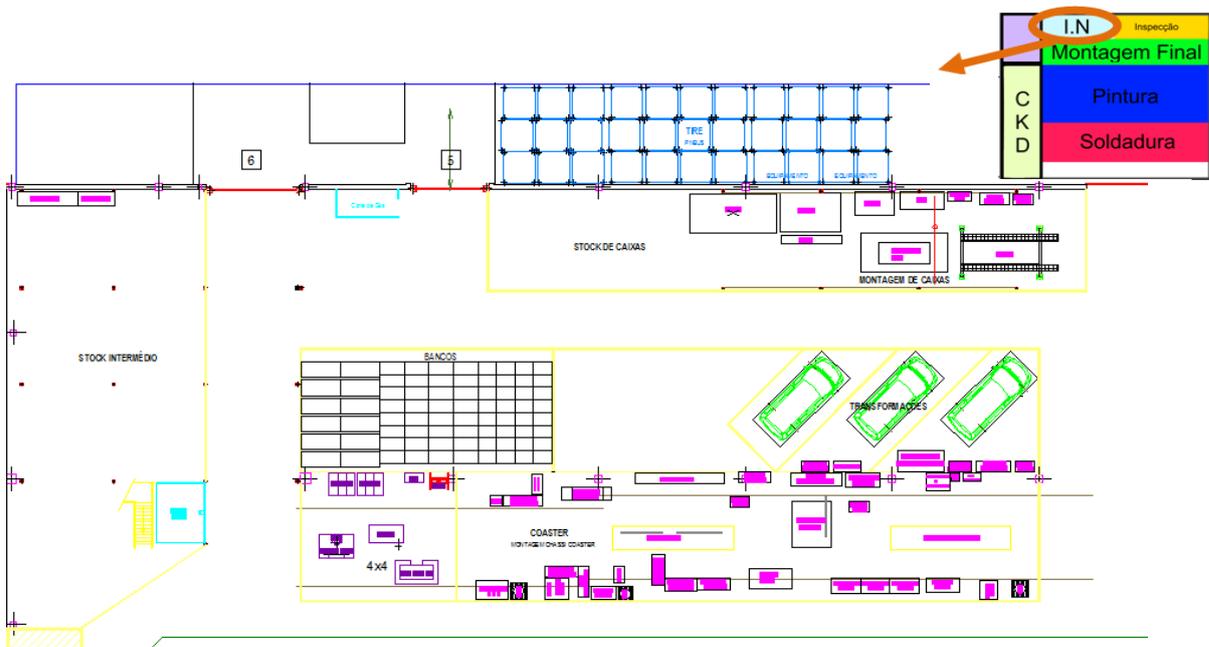


Figura 43 - Futuro Layout da Actual Área do Armazém de IN

## Proposta 2

Esta última proposta levantou problemas após uma reunião com os diferentes departamentos, relativamente a questões de Qualidade Ambiente e Segurança, como tal estudou-se um novo layout. Este encontra-se representado nas figuras seguintes.

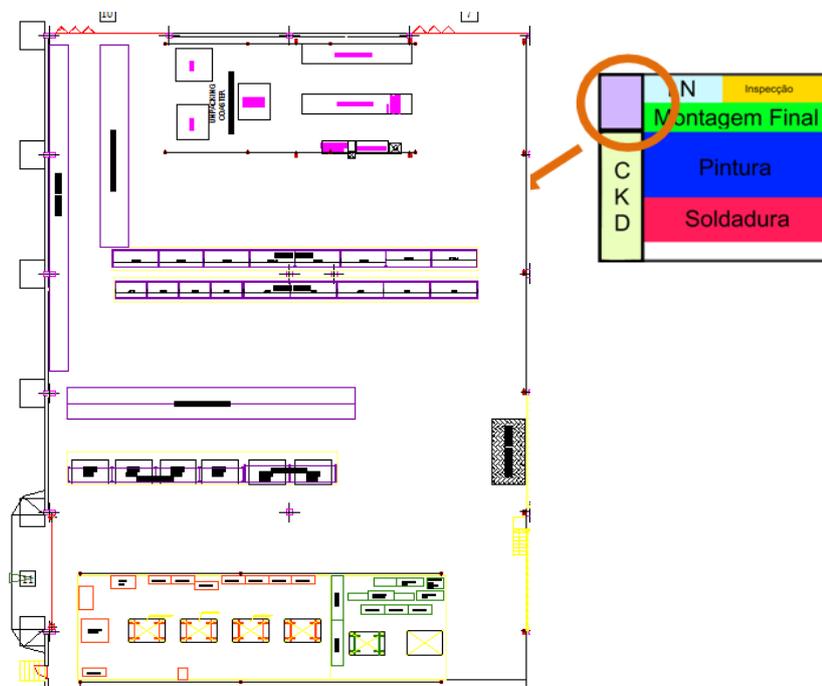


Figura 44 - Futuro Layout da Nave de Pesados

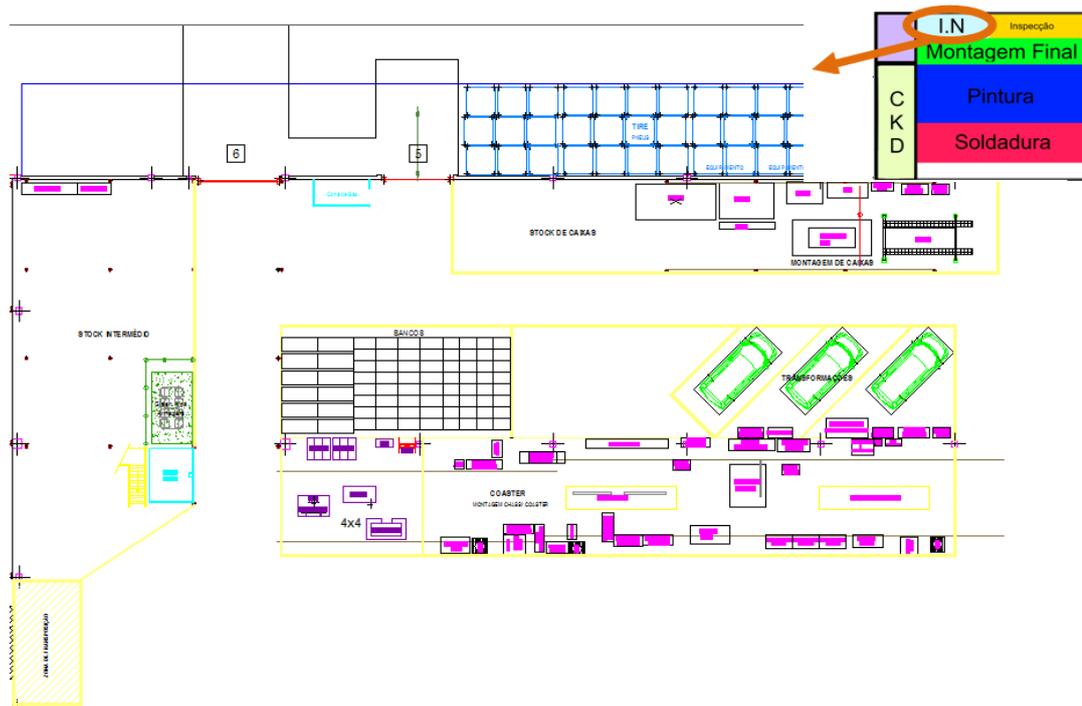


Figura 45 - Futuro Layout da Actual Área do Armazém de IN

### 3.7.2.3 Cenário 3

No cenário 3 como já foi referido anteriormente é utilizar a fábrica 2 como centro logístico. O estudo teve em atenção na disposição das peças do novo armazém a dimensão de cada peça tendo sempre em vista o melhor funcionamento deste para que os colaboradores abasteçam a fábrica 1 com o menor desperdício possível. A partir da figura seguinte visualiza-se alguma da área disponível na fábrica 2 para se armazenar o stock de Incorporação Nacional.



Figura 46 - Área Disponível na Fábrica 2

Para uma melhor percepção do espaço necessário tanto em volume como em área utilizou-se o SolidWorks e o Autocad para estudar o melhor Layout neste cenário. Na figura 47 encontra-se um exemplo de estantes para armazenar caixas da Suc em SolidWorks com respectiva lista de materiais associada a cada estante de forma a aumentar a gestão visual. Como também se pode verificar pela figura cada caixa terá uma identificação do material que transporta, bem como a sua localização no armazém, no supermercado e no bordo de linha.

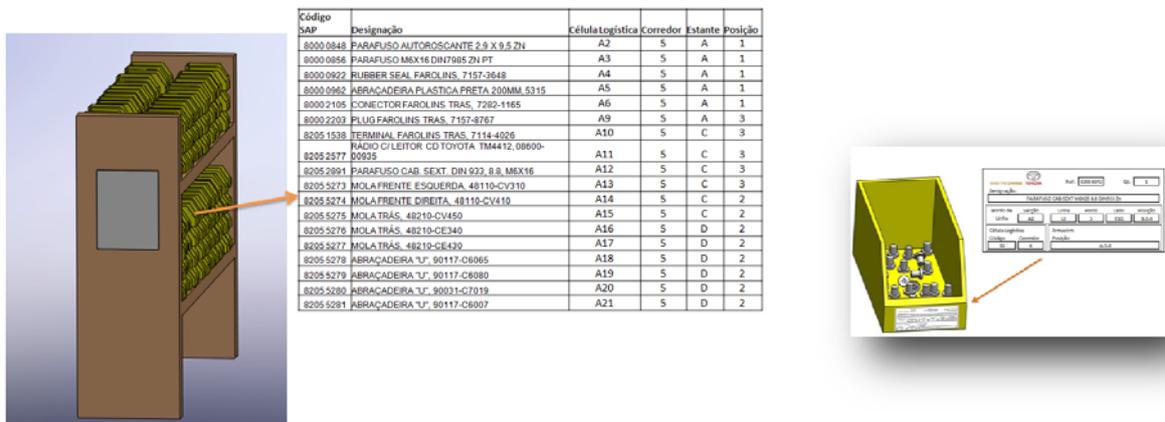


Figura 47 - Exemplo em 3 D de Estantes Para a Fábrica 2

O material que será armazenado nas caixas standards da SUC, terá que respeitar as medidas estipuladas pelo fabricante (figura 48). As peças que não podem ser armazenadas em nenhuma destas caixas, foram desenhadas caixas em SolidWorks (figura 49). Os vários custos inerentes a estas medidas, estão apresentados na discussão de resultados. Ainda existe material que vem do fornecedor já em caixas Standard e no estudo essas caixas mantiveram-se (figura 50).

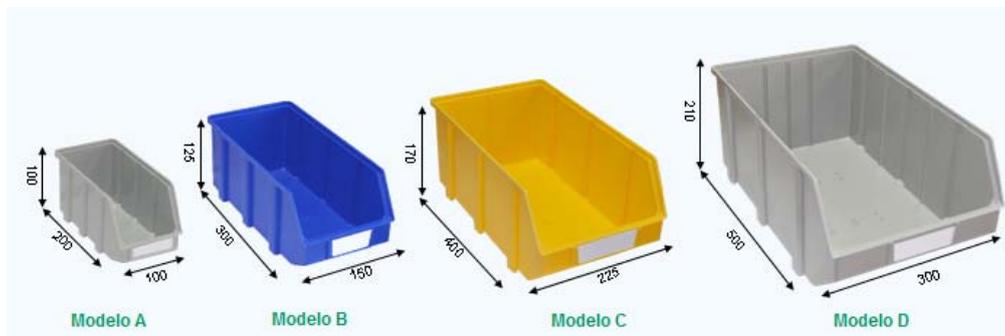


Figura 48 - Caixas Stock Suc



MIND THE CHANGE TOYOTA

Código Sap	Designação	Caixa Dimensões			Desenho em 3D	Quantidade da Caixa
		Comp.	Larg.	Alt.		
8000 0481	GABRIOL STOP JSK 1260	2000	1520	670		25

Figura 49 - Caixas Standard Desenhadas em 3D

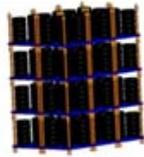
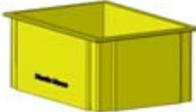
8205 5474	CABLAGEM CAIXA VELOCIDADES, 82125-C5070		
8205 9380	PNEU CONTI 215/70 R15C 109/107 R TL VANCO 2		
8206 0870	PÁLA SOL DIREITA, 74310-P507A		

Figura 50 - Caixas Existentes

Como a tarefa de negociação com os fornecedores no sentido de eles fornecerem as peças nas caixas Standard é demorada estipulou-se um local de packing na fábrica 2 de aproximadamente 54 m<sup>2</sup> onde estaria um colaborador alocado para esta tarefa (figura 51).

O futuro armazém de Incorporação Nacional na fábrica 2 pode ser visualizado na figura 51 e 52.

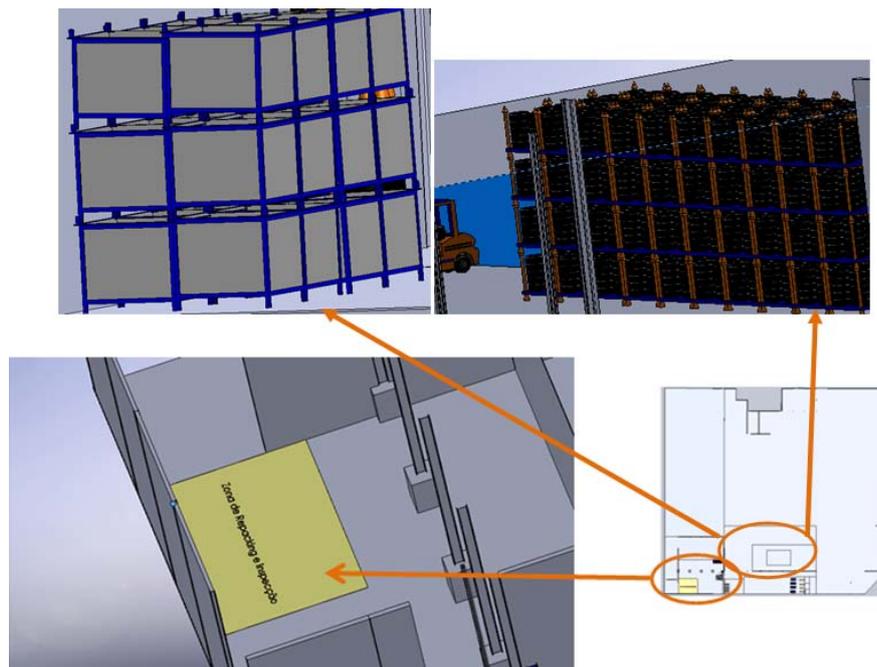


Figura 51 - Imagens do Futuro Armazém da Fábrica 2 em 3D

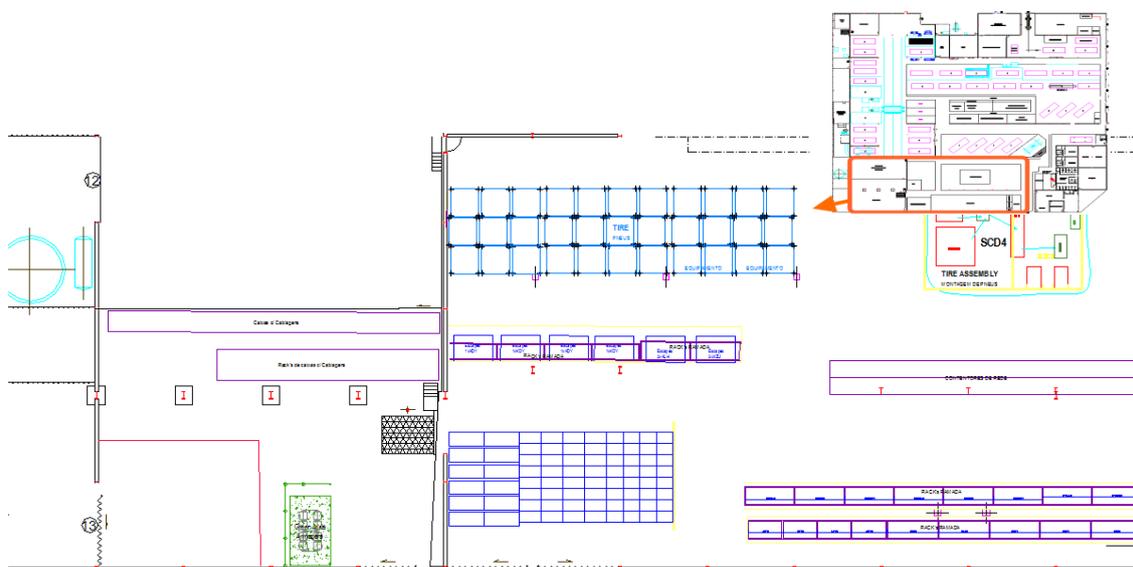


Figura 52 - Futuro Armazém da Fábrica 2 em 2D

Nesta zona de packing o colaborador irá ter uma lista de peças por fornecedor onde indicará o local de cada peça.

Através do SolidWorks consegue-se visualizar o futuro Armazém na fábrica 2 em 3D, e através do Autocad em 2D.

### 3.7.3 Trajecto dos Fornecedores Para os Cenários Propostos

Para os diferentes cenários sentiu-se a necessidade de estipular um trajecto percorrido pelos fornecedores algo que ainda não existe. Para o cenário 1 e 2 o trajecto estipulado é o mesmo e encontra-se representado na figura seguinte.



**Figura 53 - Futuro Trajecto dos Fornecedores**

Para o cenário 3 o trajecto dos fornecedores vai diferir, dependendo do tipo de fornecedor. Os fornecedores podem ser classificados, como fornecedores internos ou externos, em que o fornecedor interno é aquele que abastece o supermercado da fábrica 1, e esse o seu percurso está definido a cinzento na figura seguinte. Este trajecto equivale aproximadamente a um quilómetro e meio. Contudo este percurso só pode ser considerado caso na fábrica 1 e na fábrica 2 deixem de existir as separações físicas que actualmente existem.

Para o fornecedor externo o trajecto está assinalado a vermelho, correspondendo ao trajecto actualmente percorrido por estes.

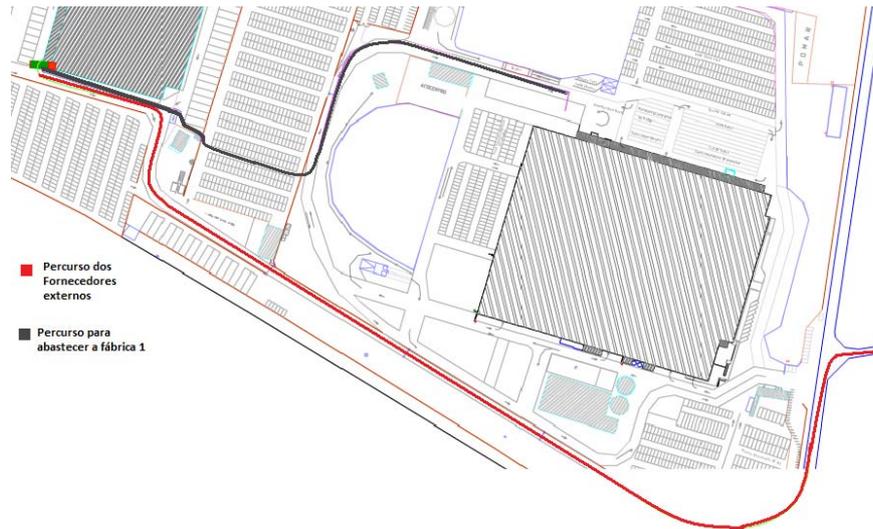


Figura 54 - Trajecto dos Fornecedores na Fábrica 2

### 3.7.4 Trajecto dos empilhadores

#### 3.7.4.1 Cenário 1

Para este cenário é possível considerar que no armazém de Incorporação Nacional apenas um empilhador, em que os trajectos estão definidos na figura 55.

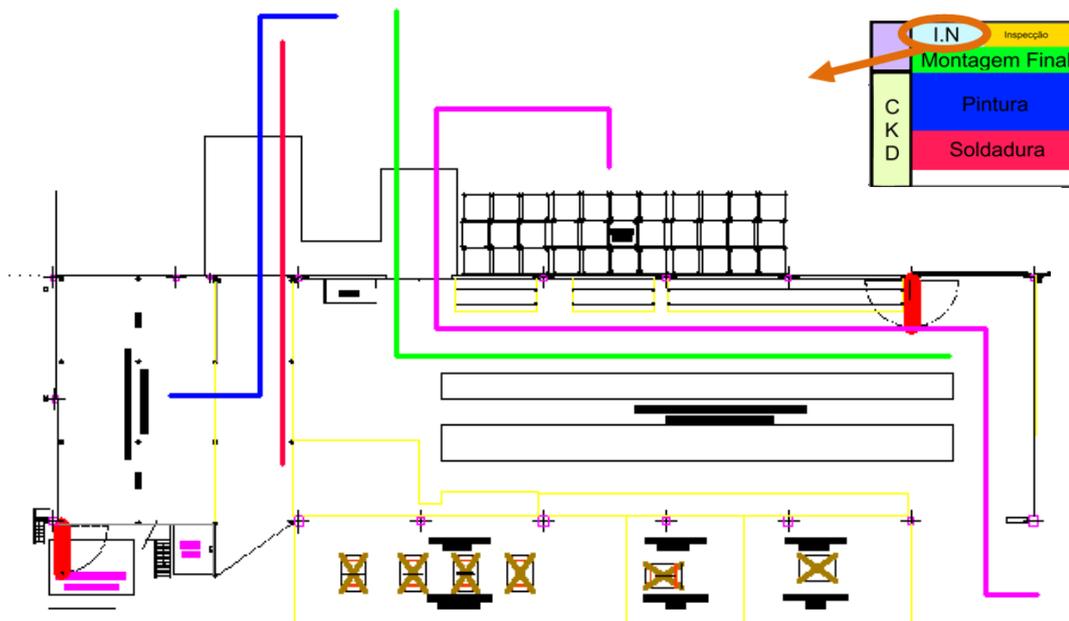


Figura 55 – Trajecto dos Empilhadores Cenário 1

A tabela seguinte indica as distâncias percorridas nos trajectos anteriormente assinalados.

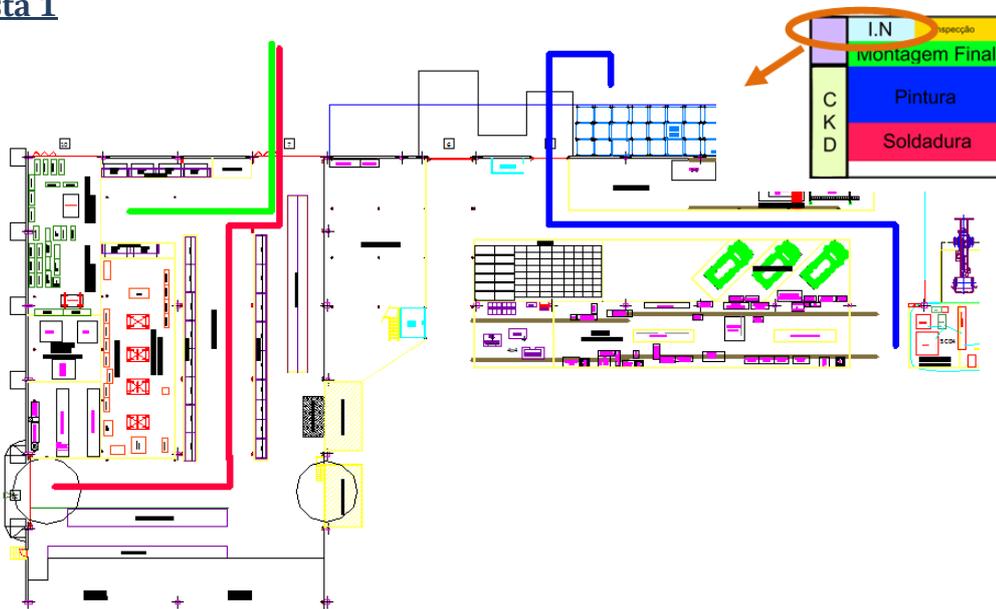
**Tabela 5 – Distâncias do Trajecto dos Empilhadores Cenário 1**

	Distância Percorrida (m)
<b>Azul</b>	34
<b>Verde</b>	55
<b>Magenta</b>	62
<b>Vermelho</b>	26
<b>Total</b>	177

### 3.7.4.2 Cenário 2

Dependendo das propostas descritas anteriormente os trajectos dos empilhadores vão ser diferentes. Sendo assim nas figuras seguintes estão exemplificados os trajectos dos empilhadores do armazém de incorporação nacional para as diferentes propostas.

#### Proposta 1



**Figura 56 - Trajecto dos Empilhadores Proposta 1**

Para a proposta 1 as distâncias percorridas pelos empilhadores estão assinaladas na tabela 6.

Tabela 6 - Distância do Trajecto dos Empilhadores Proposta 1

	Distância Percorrida (m)
Azul	73
Verde	31
Vermelho	68
<b>Total</b>	<b>172</b>

### Proposta 2

Os trajectos percorridos pelos empilhadores na proposta 2 (figura 57) diferem da proposta 1 e como se pode verificar pela tabela 7 as distâncias percorridas pelo na proposta 2 é menor que na proposta 1.

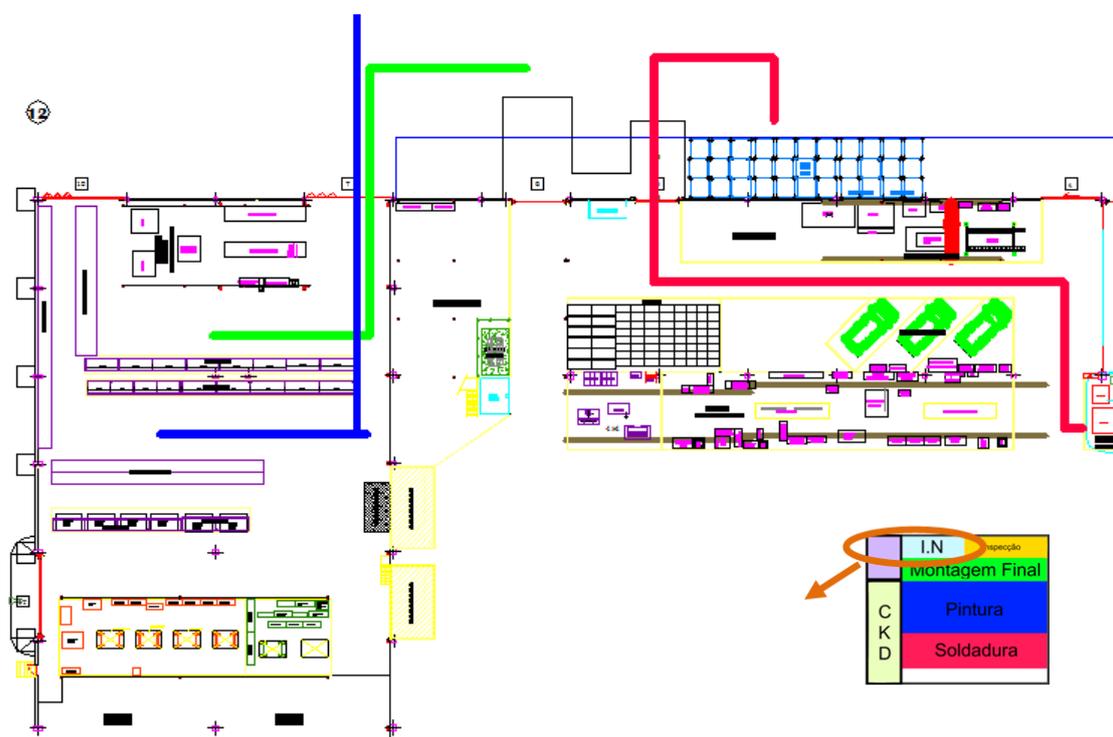


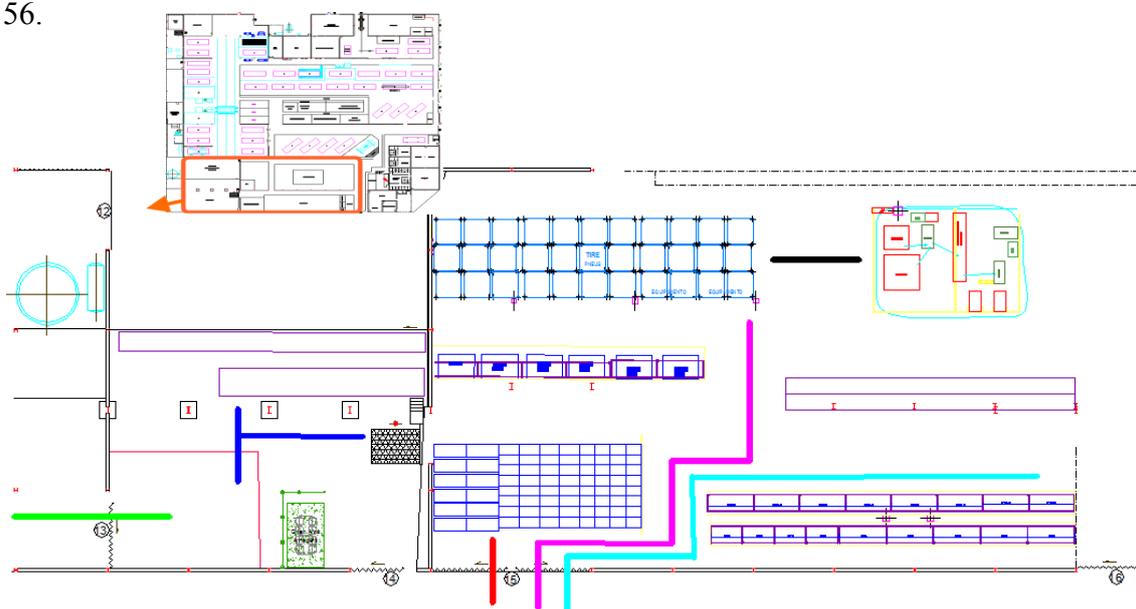
Figura 57 - Trajecto dos Empilhadores Proposta 2

**Tabela 7- Distâncias do Trajecto dos Empilhadores da Proposta 2**

	<b>Distância Percorrida (m)</b>
<b>Azul</b>	54
<b>Verde</b>	49
<b>Vermelho</b>	65
<b>Total</b>	168

### 3.7.4.3 Cenário 3

O trajecto dos empilhadores para o cenário 3 encontra-se esquematizado na figura 56.



**Figura 58 - Trajecto dos Empilhadores Cenário 3**

Na tabela 8 estão representadas as distâncias percorridas pelos empilhadores nos diferentes trajectos assinalados na figura anterior.

**Tabela 8 - Distância Percorrida Pelos Empilhadores Cenário 3**

	<b>Distância Percorrida (m)</b>
<b>Azul</b>	12
<b>Verde</b>	9
<b>Vermelho</b>	4
<b>Magenta</b>	31
<b>Azul-marinho</b>	38
<b>Total</b>	94

### **3.7.5 Discussão dos Resultados**

Cada um dos cenários proposto apresenta custos diferentes e melhorias mais ou menos significativas. De seguida são descritos os entraves que podem surgir ao implementar cada um dos cenários e os custos associados á mudança.

#### **3.7.5.1 Cenário 1**

O cenário 1 é o que necessita de menos recursos monetários contudo esta solução pode ser apenas viável com uma baixa produção.

Se não se melhorar a gestão do planeamento, a negociação com os fornecedores e a mentalidade dos colaboradores tudo pode voltar ao mesmo ou ficar pior do que estava pois com um aumento de stock os colaboradores vão colocar o material onde encontrarem espaço e não no local pré estipulado para o material.

Os recursos monetários implícitos neste cenário derivam do tempo que os colaboradores disponibilizam a arrumar o material e a aplicar os 5S, contudo com a diminuição de produção os colaboradores no fim do dia disponham de duas horas para efectuar estas tarefas.

#### **3.7.5.2 Cenário 2**

O cenário 2 vai trazer melhorias a vários níveis:

- Passar a existir apenas um local para todo o stock.
- Eliminar o fluxo de empilhadores na zona de produção
- Haver mais espaço disponível

Para este cenário foi necessário ter em consideração os custos com as alterações de layout, tais como: a mudança das estruturas, as horas e o número necessário de colaboradores para efectuar estas mudanças, a construção de novas estruturas, etc.

Toda esta mudança só pode ser realizada quando a fábrica estiver totalmente parada, ou seja no mês de Agosto. É necessário que até lá seja realizado um estudo

minucioso para se saber o que tem que ser feito, quando é que tem que ser feito e o tempo que demora a ser feito.

### 3.7.5.3 Cenário 3

O cenário 3 é o que apresenta mais situações a ter em consideração. Um dos problemas levantados quando se considerou este cenário foi o facto do IVA uma vez que na fábrica 1 só se paga o IVA quando o produto sai e na fábrica 2 paga-se logo o IVA á entrada. Para este problema pensou-se em alargar esse privilégio para a fábrica 2.

Na tabela seguinte estão apresentados os custos que a empresa acarretaria na compra de caixas da SUC. As caixas que serão feitas á medida não se conseguiram determinar os custos associados.

**Tabela 9 - Tabela de custos**

<b>Dias de Planeamento Considerados</b>	<b>Custo Total</b>
<b>3 de Novembro de 2008 a 21 de Novembro de 2008</b>	715 €
<b>24 de Novembro de 2008 a 16 de Dezembro de 2008</b>	1185€
<b>20 de Janeiro de 2008 a 12 de Fevereiro de 2008</b>	1408€

Este cenário seria a melhor opção caso existisse um aumento significativo de produção. Contudo é necessário ter em consideração que o trajecto da fábrica 1 para a fábrica 2 e vice-versa equivale a um quilómetro e meio. Então seria necessário antes de se avançar com qualquer mudança considerar se os custos de transporte e de mudança se compensa relativamente ao aumento de nave na fábrica 1.

Contudo o investimento de caixas standard é uma medida que devia ser levada a cabo o quanto antes para que se consiga ter uma melhor percepção visual do que realmente existe em armazém.

## Capítulo 4- Conclusões e Perspectivas Futuras

Devido à conjectura que se vive actualmente, a Toyota Caetano Portugal em Ovar, aproveitou para desenvolver novos projectos para poderem ser aplicados no futuro. Um desses projectos incide na logística, um departamento que foi esquecido ao longo dos anos e que agora encontra-se numa situação precária.

Um dos estudos que se encontram em cima da mesa para o departamento logístico incide na reorganização de armazém aplicando a filosofia Lean, onde se pretende aplicar ferramentas como os 5S, os Kanbans, entre outros.

Ao longo destes oito meses de estágio, no armazém de Incorporação Nacional aplicou-se os 5S e no final do mês de Maio pretende-se, com a colaboração da Yazaki, aplicar Kanbans a uma referência específica de cablagens. Este teste piloto tem como objectivo determinar e corrigir problemas que possam surgir de forma a se poder alargar a toda a gama de produtos fornecidos pela Yazaki e a outros fornecedores.

O estudo desenvolvido na reorganização do armazém só consegue funcionar em pleno se todos os colaboradores associados à logística trabalharem de forma colaborativa e de responsabilização. Por isso é necessário que se criem as condições necessárias tais como, um bom planeamento de metas a cumprir, formação constante e a elaboração de uma equipa logística apenas destacada para a implementação do projecto.

Como todas estas mudanças acarretam elevados custos foi essencial procurar ferramentas que conseguissem demonstrar o que seria o armazém futuramente, e para tal o SolidWorks e o AutoCad tiveram um papel importantíssimo. O Autocad permitiu visualizar todos os cenários propostos para a mudança de armazém em 2D, conseguindo-se uma percepção de áreas. Com a aplicação do SolidWorks criou-se o armazém virtual em 3D para se visualizar não só as áreas ocupadas pelos materiais como também o volume.

Depois de uma análise criteriosa com todos os chefes de equipa do departamento logístico definiu-se um prazo de três para a implementação de todas as alterações.

O primeiro ano, 2009, teve como objectivo estudar tudo o que pode ser realizado para alcançar as mudanças previstas tendo sempre em vista as vantagens e as desvantagens nessas alterações, o segundo ano terá como objectivo a implementação das mudanças

estudadas e o terceiro servirá para corrigir o que ainda não está correctamente implementado.

Para estes três anos houve um estudo criterioso de todos os passos necessários para que o projecto progrida com sucesso.

## Bibliografia

- Achanga, Pius, Shehab, Esam, Roy, Rajkumar, Nelder, Geoff. (2006). Critical success factors for lean implementation within SMEs. *International Journal of Operations & Production Management*, 4, 460-471.
- Bartholdi, J. & Hackman, S. T. (2008). *Warehouse & Distribution Science*. The Supply Chain and Logistics Institute School of Industrial and Systems Engineering Georgia Institute of Technology Atlanta.
- Baudim, Michel (2005). *Lean Logistics: The nuts and bolts of delivering materials and goods*. Productivity Press.
- Bonavia, T. & Marin, J. A. (2006). An empirical study of lean production in the ceramic tile industry in Spain. *International Journal of Operations & Production Management*, 5, 505-531.
- Capítulo IV: Medição de desempenho logístico, consultado em Dezembro de 2008, em [www.maxwell.lambda.ele.puc-rio.br](http://www.maxwell.lambda.ele.puc-rio.br)
- Carvalho, Dinis (2000). *Just in Time*. Universidade do Minho
- Charles, V., Puthraya, N Raghavendra, Kavitha, S. Irene (2007). *Simple Kanban Technique for Better Inventory Management*. The Icfai University.
- Introdução á logística alternativa, consultado em Outubro de 2008, em [pt.kaizen.com](http://pt.kaizen.com).
- Kilpatrick, J. and Osborne, R. (2006). *Lean Evolves: The Next R(E)volution*. Business Breakthroughs Inc, 1-9.
- Lando, Nishida . *Logística Lean: conceitos básicos*. Lean Institute Brasil.
- Liker, Jeffery K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles From the world's greatest manufacturer*. McGraw-Hill Professional.

- Logística Lean: Conceitos Básico, consultado em Dezembro de 2008, em [www.leansolutions.com](http://www.leansolutions.com)
- Martichenko, Robert & Goldsby, Thomas ().Lean six sigma logistics: Strategic development to operational success. J. Ross Publishing.
- Morrill, Arthur B.(1995). Lean Logistics: Its Time Has Come. Program Manager.
- O KMS- Kaizen Management System, consultado em Outubro de 2008, em [pt.kaizen.com](http://pt.kaizen.com).
- O sistema Kanban de planeamento da produção, consultado em Dezembro de 2008, em [www.ogerente.com.br](http://www.ogerente.com.br).
- Os sete Princípios Kaizen, consultado em Outubro de 2008, em [pt.kaizen.com](http://pt.kaizen.com).
- Phillips, Edward J. (1997). Manufacturing Plant Layout – Fundamentals and fine Points of optimum facility design. Society of Manufacturing Engineers.
- Picchi, Flávio A. (2000). Lean Principles and the construction main flows. Lean Enterprise Institute.
- Pinto, João P. (2008). Lean Thinking Introdução ao Pensamento Magro. Comunidade Lean Thinking.
- Poppendieck, Mary (2002).Principles of Lean Thinking. Poppendieck.LLC.
- Seven Skills People Need to Create a Lean Enterprise, consultado em Dezembro de 2008, em [www.rusmart.com](http://www.rusmart.com)
- Simões, V. (2008). Critical Factors of Lean Implementation in Manufacturing Enviroments. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Um projecto Kaizen TFM: Total Flow Management, consultado em Outubro de 2008,

em pt.kaizen.com.

- Wu, Yen Chun. (2003). Lean manufacturing: a perspective of lean suppliers. *International Journal of Operations & Production Management*, 11, 1349-1376.