

**Implementação do Lean Manufacturing na Indústria
Metalomecânica
Empresa: XC Consultores**

Carlos Miguel Viana do Couto

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. Miguel Gomes

Orientador na XC Consultores: Eng.º António Cruz



**Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica**

Julho de 2010

Ao meu Avô

Resumo

A dissertação realizada consistiu na implementação do *Lean Manufacturing* numa empresa da indústria metalomecânica. Esta metodologia consiste em criar uma dinâmica de eliminação de desperdícios e de maximização do valor acrescentado, melhorando assim, de uma forma contínua, os processos de produção.

A dissertação iniciou-se com o levantamento inicial, de forma a conhecer a organização e estrutura da empresa e assim criar um conjunto de acções que respondessem às necessidades da empresa. Destas acções, constituíram prioridade para a empresa três objectivos.

O primeiro objectivo foi melhorar o dossier de Concepção e Inovação. A competitividade desloca-se cada vez mais da produção para as actividades desenvolvidas antes do fabrico e principalmente para o processo de concepção. Neste sentido, a qualidade começa na exacta identificação das necessidades e expectativas do cliente. Após análise do dossier actual da empresa, detectou-se informação em duplicado, falta de informação e não padronização dos documentos, originando um dossier pouco organizado. Foi então criado um novo dossier com toda a informação organizada e sucinta de forma a facilitar a sua consulta e compreensão.

O segundo objectivo foi redesenhar o sector da soldadura. Aqui foi feito um levantamento dos processos e fluxos de produção, dos materiais e ferramentas utilizadas e dos desperdícios envolvidos, nomeadamente na soldadura, na montagem de tectos e no transporte de stock e matérias-primas. Foi então analisado o *layout* actual e criadas soluções de forma a melhorar o processo de produção e assim, diminuir custos para a empresa e reduzir tempos não produtivos.

O terceiro objectivo foi redesenhar a linha de montagem. Este foi, sem dúvida, o ponto mais crítico do trabalho, pois o bordo de linha actual é praticamente inexistente, onde todo o material é proveniente do armazém situado num pavilhão anexo. Aqui, foi feito também um levantamento de todas as necessidades na montagem de um módulo (pré-fabricado) e criadas soluções para um melhor bordo de linha de forma a ter uma correcta utilização dos espaços, bem como a minimização de transportes e de tempos não produtivos e assim simplificar a gestão de processos, aumentando a qualidade e garantindo a flexibilidade do sistema de produção.

Actualmente o novo dossier de Concepção e Inovação está a ser utilizado por todo o departamento de produção da empresa, mostrando maior flexibilidade e eficiência a nível interno. Em relação ao novo *layout* no sector de soldadura e na linha de montagem, foi aceite uma das soluções propostas à empresa e será brevemente implementada, permitindo prever uma continuidade do trabalho desenvolvido num futuro próximo.

Implementation of Lean Manufacturing in Metalworking Industry

Abstract

This dissertation consisted on Lean Manufacturing's implementation in a company's metalworking industry. This methodology allows creating a dynamics for the elimination of waste and maximization of value added, thereby improving in a continuous production processes.

The dissertation began with an initial stud, to know the organization and structure of the company and thereby create a set of actions to respond to business needs. In these actions constituted priority for the company three objectives.

The first objective was to improve the dossier of Design and Innovation. Competitiveness moves increasingly to the production activities undertaken prior to manufacturing and especially to the design process. In this sense, quality begins at the precise identification of needs and expectations of the customer. After examining the current files of the company, it was detected duplicate information, lack of information and no standardized documents, resulting in a poorly organized file. So it was created a new dossier with all information organized and succinct in order to facilitate consultation and understanding.

The second objective was to redesign the sector of welding. Here it was reviewed the processes and production flows, materials and tools used and waste involved, particularly in welding, assembling and ceilings in the transport of stock and raw materials. Then it was analyzed the current layout and designed new solutions to improve the manufacturing process and thereby reducing costs to the company and reduce non-productive time.

The third objective was to redesign the assembly line. This was undoubtedly the most critical work, because the current line side is practically non-existent, because all the material comes from the warehouse located outdoors. Here was also made a stud of needs in the assembly of a modular container and created solutions for a better line side to take the proper utilization of space and minimization of transport and non-productive time and thereby simplify management processes, enhancing quality and ensuring the flexibility of the production system.

Currently the new dossier of Design and Innovation is being used throughout the production department of the company, showing greater flexibility and efficiency. For the new layout in the sector of welding and assembly line has been accepted one of the solution by the company and will soon be implemented, allowing to provide a continuity of work in the near future.

Agradecimentos

Ao Prof. António Miguel Gomes, orientador do projecto na FEUP, pelo apoio e orientação prestada ao longo do projecto.

Ao Eng.º António Cruz e ao Eng.º Paulo Costa pelo apoio no decorrer do projecto.

Ao Sr. Seabra Pinto pela integração, amizade e todo o apoio prestado ao longo do projecto.

Ao Eng.º Carlos Silva e à Eng.ª Elisabete Pinheiro pelo apoio no decorrer do projecto.

Ao Sr. Joaquim, Sr. Orlando, Sr. Victor, Sr. Carlos, Sr. Sousa, Sr. Amaral, Sr. Delfim pela simpatia e disponibilidade demonstrada.

A todos os meus Amigos da FEUP, pela amizade e confiança, cruciais na minha vida académica.

À Isabel, por toda a paciência, força, amizade e por ter-me feito sempre acreditar nas minhas capacidades.

Ao meu Pai e a minha Mãe pela amizade, paciência e motivação que tanto precisei ao longo do meu percurso académico.

Aos meus irmãos, pela amizade e paciência no decorrer do meu percurso académico.

Aos meus Avós, por toda a atenção e sabedoria que me deram ao longo das suas vidas.

E em especial ao Dr. Viana de Carvalho, meu Avô, pela inspiração, pela força, pela amizade, pela confiança, pela motivação e por toda a aprendizagem que me deu ao longo da sua vida, a quem dedico esta dissertação.

Índice de Conteúdos

1	Introdução	1
1.1	Apresentação da XC Consultores	1
1.2	Implementação de <i>Lean Manufacturing</i> na Indústria	2
1.3	Método seguido no projecto	2
1.4	Análise de outras abordagens existentes	3
1.5	Organização da dissertação	4
2	Lean Manufacturing	5
2.1	Conceito de <i>Lean Manufacturing</i>	5
2.2	Principais técnicas utilizadas no <i>Lean Manufacturing</i>	7
2.2.1	Identificação de desperdícios	7
2.2.2	Estratégia de layout	8
2.2.3	Diagrama de esparguete	11
2.2.4	Gestão visual	11
2.2.5	Metodologia 5S	11
2.2.6	<i>Sistema Kanban</i>	13
2.2.7	Bordo de linha	13
2.2.8	Sistema Pull	14
2.2.9	Melhoria contínua	14
3	Apresentação do caso de estudo	15
3.1	Apresentação da empresa cliente	15
3.2	Secção de produção de módulos	16
3.2.1	Produção de bases	17
3.2.2	Produção de tectos	19
3.2.3	Montagem de módulos	21
3.2.4	Levantamento de desperdícios	24
3.3	Dossier de Concepção e Inovação	27
4	Apresentação da solução proposta	29
4.1	Sector de soldadura e montagem de tectos	29
4.1.1	Alternativa A1	30
4.1.2	Alternativa A2	32
4.1.3	Alternativa A3	33
4.2	Sector de montagem de módulos	34
4.2.1	Alternativa B1	34
4.2.2	Alternativa B2	36
4.2.3	Alternativa B3	36
4.3	Análise do Dossier de Concepção e Inovação	37
5	Apresentação da solução a implementar	41
5.1	Solução aceite para o sector da soldadura	41
5.2	Solução aceite para o sector de montagem	42
5.3	Solução completa	43
5.4	Solução aceite para a Concepção e Inovação	45
6	Conclusões e trabalhos futuros	46

6.1	Conclusões	46
6.2	Trabalhos futuros	48
	Referências	49
ANEXO A:	Layout actual	50
ANEXO B:	Levantamento inicial no sector da soldadura	51
ANEXO C:	Levantamento inicial no sector de montagem	52
ANEXO D:	Duplicação de informação	53
ANEXO E:	Excesso de informação	54
ANEXO F:	Estudo do layout em maquete.....	55
ANEXO G:	Alternativa A1.....	56
ANEXO H:	Carrinho de apoio.....	57
ANEXO I:	Carrinho de matéria-prima.....	58
ANEXO J:	Alternativa A2.....	59
ANEXO K:	Alternativa A3	60
ANEXO L:	Alternativa B1	61
ANEXO M:	Carrinho de painel/madeira	62
ANEXO N:	Alternativa B2.....	63
ANEXO O:	Alternativa B3.....	64
ANEXO P:	Macro plano.....	65
ANEXO Q:	Ficha de pré-produção de protótipos.....	66
ANEXO R:	Mapa de acções.....	67
ANEXO S:	Ficha de custeio industrial previsional/real	68
ANEXO T:	Solução completa aceite	69

Lista de Siglas

5M – *Man, Material, Machine, Methods, Money*

5S – *Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke*

C&I – *Concepção e Inovação*

JIT – *Just In Time*

LSS – *Lean Six Sigma*

MP – *Matéria-prima*

PDCA – *Plan, Do, Check, Act*

PME – *Pequena e Média Empresa*

SMED – *Single Minute Exchange of Die*

TPM – *Total Productive Maintenance*

TPS – *Toyota Productive System*

TQM – *Total Quality Management*

VSM – *Value Stream Mapping*

Lista de Figuras

Figura 1 - Princípios do Lean Thinking (fonte desconhecida).....	6
Figura 2 - Estratégia de <i>Layout</i>	9
Figura 3 - Layout por produto.....	9
Figura 4 - Layout por processo	10
Figura 5 - Layout por célula.....	10
Figura 6 - Layout de posição fixa	10
Figura 7 - 5S (fonte desconhecida).....	12
Figura 8 - Módulo	16
Figura 9 - <i>Layout</i> actual da secção 02	16
Figura 10 -Base standard.....	18
Figura 11 - Base especial.....	18
Figura 12 - Fluxo de produção de uma base	18
Figura 13 - Tecto MEX	19
Figura 14 - Tecto MAC	20
Figura 15- Fluxo de produção de um tecto	20
Figura 16 - Fluxo de transporte para sector de montagem.....	21
Figura 17- Fluxo de transporte de material do armazém.....	23
Figura 18 - Zona congestionada	23
Figura 19 - Elevado stock intermédio.....	23
Figura 20 - Danos nos artigos.....	24
Figura 21 - Baixa utilização de espaços	24
Figura 22 - Diferentes fichas de custeio.....	27
Figura 23 - Duplicação de informação	28
Figura 24 - Excesso de informação.....	28
Figura 25 - Estudo do <i>layout</i> em maquete	29
Figura 26 - Alternativa A1.....	30
Figura 27 - Exemplo de transporte de MP na soldadura	31
Figura 28 - Alternativa A2.....	32
Figura 29 - Alternativa A3.....	33
Figura 30 - Alternativa B1.....	34
Figura 31 - Desperdício de movimento	35
Figura 32 - Ferramentas misturadas	35

Figura 33 - Alternativa B2.....	36
Figura 34 - Alternativa B3.....	36
Figura 35 - Metodologia aplicada à Concepção e Inovação.....	37
Figura 36 - Macro plano	38
Figura 37 - Ficha de pré-produção de protótipos.....	38
Figura 38 - Mapa de acções.....	39
Figura 39 - Ficha de custeio industrial	40
Figura 40 - Solução aceite no sector da soldadura.....	41
Figura 41 - Solução aceite no sector de montagem de módulos.....	42
Figura 42 - Solução completa aceite.....	43

Lista de Tabelas

Tabela 1- Zonas da secção 02.....	17
Tabela 2 - Tipos de módulo e sua percentagem de venda.....	17
Tabela 3 - Tempo e distância na produção de uma base.....	19
Tabela 4 – Tempo e distância na produção de um tecto.....	20
Tabela 5 - Tempo e distância no transporte para sector de montagem.....	22
Tabela 6- Desperdícios na soldadura.....	24
Tabela 7 - Percentagem total de desperdício na soldadura.....	24
Tabela 8 - Desperdícios na montagem de tectos.....	25
Tabela 9 - Percentagem total de desperdício na montagem de tectos.....	25
Tabela 10 - Desperdícios na montagem de módulos.....	26
Tabela 11 – Percentagem total de desperdício na montagem de módulos.....	26

1 Introdução

Ao longo deste capítulo é feita, inicialmente, a descrição da XC Consultores, uma empresa que se dedica a procurar maximizar os recursos dentro das organizações, seguindo como princípio a eliminação do desperdício e a melhoria contínua. Será estudada, no capítulo 3, uma empresa cliente, nomeadamente a metalomecânica CAPA, onde será aplicada a metodologia seguida pela empresa XC Consultores, baseada essencialmente no TPS (*Toyota Production System*).

Neste capítulo é descrita também a forma de actuar da XC Consultores nas empresas, que visa essencialmente o trabalho no terreno, pois mais importante do que só conhecer as ferramentas, é vital as pessoas perceberem as vantagens de as usar e quererem a mudança.

No final do capítulo é apresentada toda a organização da dissertação.

1.1 Apresentação da XC Consultores

A XC Consultores foi constituída em finais de 1995, com a actividade principal de prestar serviços de consultoria na área da organização e qualidade. Com a evolução do mercado, de novas oportunidades e solicitações de clientes, foi progressivamente alargando a sua actividade para outras áreas de consultoria, como ambiente, organização, produção, higiene e segurança e estratégia.

Em 2002, iniciou a internacionalização em empresas pertencentes a grupos portugueses, com projectos de implementação de sistemas de qualidade em Espanha e na Polónia. Em 2005, duplicou as instalações e consolidou as áreas de negócio, sendo criada, em 2006, a XC Brasil e a consolidação no mercado nacional com expansão para a Madeira e os Açores.

Actualmente, o seu mercado principal são as PME's dos sectores tradicionais da indústria portuguesas e grandes empresas para projectos de especialização, onde conta com consultores internos e diversos consultores externos especialistas em áreas como sistemas de informação e automação, procurando assim responder com qualidade, flexibilidade e rapidez às exigências dos clientes.

A missão da XC Consultores é, portanto, criar valor aos clientes, colaboradores e accionistas, garantindo inovação e excelência nos processos e serviços, sustentada em relações de confiança. A sua filosofia assenta em 7 valores fundamentais, nomeadamente a orientação ao cliente, a idoneidade, a flexibilidade, o espírito de equipa, a inovação e a qualidade, a confidencialidade e o respeito pela cultura do cliente.

No que respeita ao *Lean Manufacturing*, a XC consultores oferece aos seus clientes diversas soluções tais como células e linhas de produção, TPM, *Kanban*, VSM, SMED, gestão visual, 5S, trabalho padronizado e *pull flow*.

1.2 Implementação de *Lean Manufacturing* na Indústria

Actualmente, as empresas para sobreviverem e se manterem competitivas, necessitam de dispor de um sistema organizacional eficiente. O *Lean Manufacturing* é uma metodologia que tem como objectivo a eliminação ou redução dos desperdícios, que envolve mudanças nas práticas de gestão de qualidade e gestão de operações utilizadas de forma a melhorar os processos produtivos.

Foi estudada a implementação do *Lean Manufacturing* numa indústria metalomecânica, com base num caso prático onde foram realizadas as seguintes etapas: levantamento inicial à empresa e sua caracterização, identificação dos desperdícios e apresentação de soluções, actuando com o objectivo de ganhar flexibilidade operacional, aumentar índices de produtividade, melhorar resultados e procurar o retorno dos capitais investidos.

Será importante ter em mente, que a aplicação desta metodologia requer preparar as pessoas para a mudança, pois esta é a barreira mais difícil de ultrapassar, fornecendo-lhes as ferramentas certas, de forma a estas acabarem por entender as vantagens de as usar e quererem a mudança.

1.3 Método seguido no projecto

A globalização da economia e o rápido desenvolvimento da tecnologia obriga as organizações a mobilizarem-se no sentido de obter o grau máximo de qualidade, competitividade e modernidade, de modo a assegurarem a sua sobrevivência e o seu crescimento. Aqui se enquadra o *Lean Manufacturing*, cuja filosofia assenta na redução de desperdícios e em princípios de melhoria contínua.

O método seguido no caso de estudo (capítulo 3) seguiu a metodologia utilizada pela XC Consultores, ou seja, aplicar ferramentas do *Lean Manufacturing*.

Numa primeira fase, foi feito o levantamento inicial na empresa cliente, onde foi analisada a sua situação actual, procedeu-se à identificação das diferentes famílias de produtos e matérias utilizadas, à observação do fluxo produtivo e de materiais, do volume de vendas, do tempo de processamento, à representação do *layout* actual e à identificação de todos os desperdícios existentes.

Numa segunda fase, foi proposto à empresa cliente um conjunto de acções a implementar, tendo em atenção as principais necessidades da empresa.

Numa terceira fase, após definição das acções a implementar, procedeu-se ao estudo de possíveis alternativas com base na análise dos resultados obtidos.

Numa quarta fase, foi escolhida uma das alternativas apresentadas, sendo definida a sua data de implementação.

1.4 Análise de outras abordagens existentes

Face à constante mudança, as empresas são obrigadas, cada vez mais, a acompanhar a evolução da tecnologia. Na utilização de tecnologias avançadas de produção e novas filosofias de gestão, está na verdade o sucesso de cada empresa.

Existem outras filosofias com objectivos similares aos do *Lean Manufacturing*, tais como o JIT (*Just in Time*), o TQM (*Total Quality Management*), o LSS (*Lean Six Sigma*) e o TPM (*Total Productive Maintenance*).

O JIT consiste em fornecer a um determinado processo apenas os componentes estritamente necessários, na quantidade, local e momento mais adequado. Para se atingir uma produção JIT, existem uma série de factores bastante importantes, tais como a eliminação de desperdícios, a qualidade total e a preparação das pessoas. O que diferencia o JIT de outras abordagens é o facto de ser um sistema total, em que todos os elementos da empresa trabalham com o objectivo de melhorar, isto é, só todos os problemas serão solucionados se todos estiverem envolvidos no processo.

O TQM é a gestão pela qualidade total cujo objectivo é a melhoria contínua da satisfação dos clientes, o aumento da produtividade, a redução dos custos internos e a definição, controlo e melhoria de todos os processos chaves de negócio. O *Lean Manufacturing* deverá proporcionar resultados iguais ou melhores do que no TQM e atingi-los mais cedo, devido ao facto de o TQM começar com a qualidade. Que pode ou não ser a área mais crítica da empresa, ou a área que produz resultados mais rápidos. Esta filosofia assegura e mantém o sucesso de uma empresa ganhadora, mas não resolve os problemas estratégicos, faltando uma métrica que permita relacionar a qualidade com os resultados do negócio.

O LSS é uma filosofia que através da análise estatística permite definir, medir, analisar, melhorar e controlar processos, com o objectivo de melhorar a qualidade, minimizando os defeitos. *Lean Manufacturing* e LSS têm objectivos diferentes, enquanto o primeiro dedica-se a redução de desperdícios, aumentando a produção e reduzindo o *lead time* (período de processamento desde a colocação do pedido de um produto até a sua entrega ao cliente), o segundo centra-se na melhoria da qualidade dos produtos e na redução de custos.

O TPM é uma metodologia que visa envolver, numa organização, todos os níveis e funções de forma a maximizar a eficácia dos equipamentos de produção, procurando envolver os funcionários em todos os departamentos e níveis, desde o operário, até à administração, onde todos são responsáveis pela utilização e manutenção do equipamento. O TPM concentra-se na eliminação de seis grandes perdas, nomeadamente falhas no equipamento, tempo de *setup*, redução de velocidade/cadência no processo, defeitos no processo, tempos de paragem e redução da taxa de produção. Os principais objectivos do TPM são, portanto, ter zero avarias de equipamentos e zero defeitos do produto, criando uma melhor utilização dos meios de produção e da capacidade da planta.

Os métodos e ferramentas, para melhoria de processos, defendidos por estas abordagens, têm sido aplicados não só como meios para a melhoria do desempenho de processos em si, mas também para confrontar modelos obsoletos que ainda hoje se aplicam na cultura e no sistema de produção de muitas empresas.

1.5 Organização da dissertação

A dissertação é composta por seis capítulos.

No primeiro capítulo apresenta-se a empresa XC Consultores, a metodologia adoptada e os objectivos a atingir.

No segundo capítulo apresenta-se o conceito *Lean Manufacturing* e as suas ferramentas principais.

No terceiro capítulo apresenta-se o caso prático em estudo, com a apresentação do local de trabalho, empresa cliente da XC Consultores, e descrição dos seus processos produtivos.

No quarto capítulo apresentam-se as alternativas propostas para resolver os problemas apresentados no capítulo anterior, com base nos resultados obtidos no levantamento inicial.

No quinto capítulo apresentam-se as soluções aceites pela empresa.

No sexto capítulo apresentam-se conclusões e perspectivas de trabalho futuro.

2 Lean Manufacturing

Este capítulo tem como objectivo apresentar a metodologia *Lean Manufacturing*, bem como as suas principais ferramentas, onde foi dada maior importância às técnicas utilizadas ao longo da dissertação.

2.1 Conceito de *Lean Manufacturing*

A filosofia de produção *Lean Manufacturing* ou Sistema de Produção da Toyota (TPS) surgiu no Japão, criada por Taiichi Ohno, após a Segunda Guerra Mundial, como um sistema de produção com o objectivo de otimizar os processos e procedimentos através da eliminação de desperdícios e de orientar a sua atenção para a satisfação do cliente. (Pinto,2006)

“-A eliminação de desperdícios e elementos desnecessários a fim de reduzir custos; a ideia básica é produzir apenas o necessário, no momento necessário e na quantidade requerida.-” (Ohno,1997).

Nas décadas seguintes, outras empresas japonesas foram, gradualmente, adoptando esta filosofia, até que nos anos 90 dois investigadores, James Womack e Daniel Jones, criaram a filosofia *Lean Thinking*, que, por outras palavras, é uma actualização do sistema TPS onde foram introduzidas um conjunto de novas ferramentas e práticas, como por exemplo o serviço ao cliente e a cadeia de valor. (Pinto, 2006)

A filosofia *Lean Thinking* define-se então como um sistema de gestão, que tem como objectivo simplificar a forma como uma organização produz, e entrega, valor aos seus clientes, enquanto todos os desperdícios são eliminados, melhorando assim a qualidade e a flexibilidade do processo, reforçando a sua capacidade de competir num mercado cada vez mais exigente e globalizado.

De acordo com o *Lean Institute Brasil*, são apresentados os cinco princípios do *Lean Thinking* (ver Figura 1):

- Definir valor
Quem define o valor é o cliente e não a empresa. A necessidade do cliente gera o valor e o papel das empresas é determinar qual é essa necessidade e procurar satisfazê-la a um preço específico, de forma a manter a empresa e aumentar o lucro, através da melhoria contínua dos processos, reduzindo, assim, os custos e melhorando a qualidade.
- Definir a cadeia de valor
Procede-se ao estudo da cadeia produtiva, separando os processos em três tipos, nomeadamente, aqueles que efectivamente geram valor, aqueles que não geram valor (mas são importantes para a manutenção dos processos e da qualidade) e aqueles que não agregam valor (devendo estes ser eliminados imediatamente). As empresas devem analisar todo o processo, desde a criação até à venda final.
- Optimizar fluxos
Refere-se ao fluxo de materiais, pessoas, capital ou informação. Este fluxo percorre toda a cadeia de valor e o objectivo é que seja contínuo, isto é, sem que existam pontos

de estrangulamento que impliquem a paragem ou a redução da actividade em determinados pontos da cadeia. Desta forma, aumenta a capacidade de resposta face aos pedidos do cliente, reduzindo os custos e tornando a empresa mais competitiva.

- Implementar o sistema *Pull*

É a produção puxada, onde a produção de um produto ou serviço deve ser iniciada apenas quando o cliente solicita. Aqui aplica-se o conceito do JIT, produzindo ou servindo no momento certo, nas quantidades certas, o que permite a redução do excesso de produção, levando à redução de stock e de mão-de-obra desnecessária.

- Perfeição

Este princípio define a importância da qualidade e da inexistência de repetições de trabalho. A empresa deve concentrar-se no aperfeiçoamento contínuo, apostando na formação, distribuindo instruções de qualidade para as principais tarefas, definindo padrões e critérios de qualidade ajustados e garantindo um bom acompanhamento de todas as etapas do processo. Desta forma, aumenta-se a produtividade, reduz-se os custos e obtém-se melhores tempos de resposta, bem como uma boa imagem perante o cliente. Para isso, a empresa pode contar com metodologias de melhoria contínua (*Kaizen*), como o ciclo PDCA, entre outras.

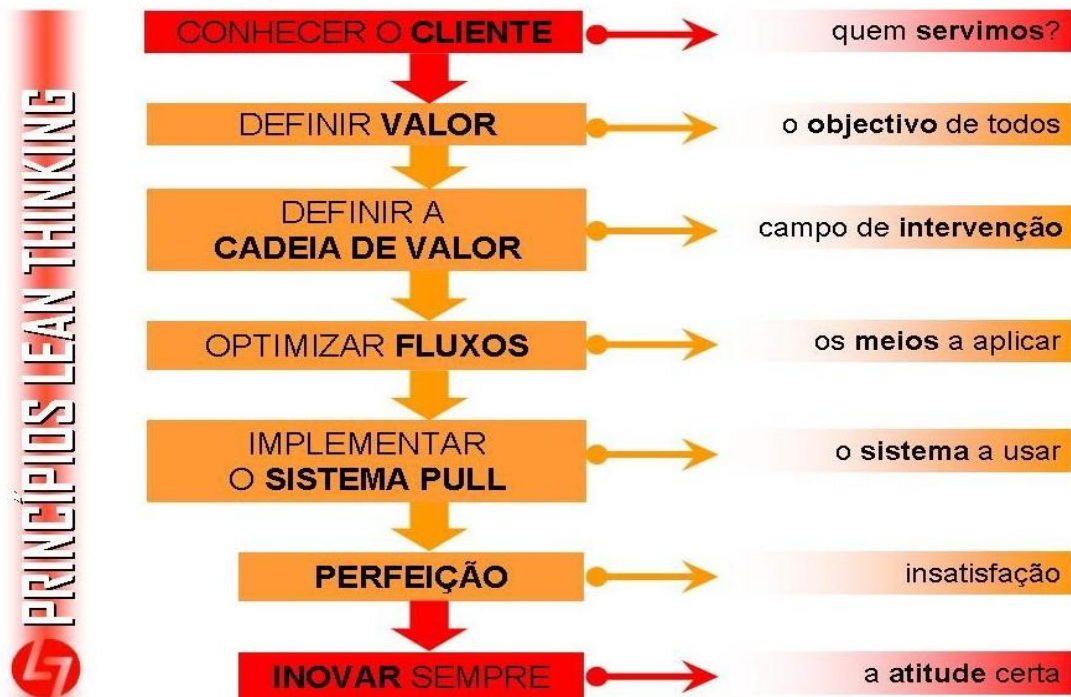


Figura 1 - Princípios do Lean Thinking (fonte desconhecida)

Observa-se então que esta filosofia baseia-se fundamentalmente na especificação correcta do valor para o cliente final, na identificação de toda a cadeia de valor, desde a concepção do produto até chegar ao cliente final, na eliminação das acções que não agregam valor, em produzir apenas quando o cliente solicita e por último, na análise dos resultados e melhoria contínua dos processos.

2.2 Principais técnicas utilizadas no *Lean Manufacturing*

A filosofia *Lean Manufacturing* desenvolveu diversas técnicas, com o objectivo de permitir às organizações a aplicação de conceitos e a implementação da mudança. Desta forma, hoje as empresas dispõem de um largo conjunto de ferramentas que as apoiam no sentido da melhoria contínua.

2.2.1 Identificação de desperdícios

Na visão de Ohno (1997), o *Lean Manufacturing* é o resultado da eliminação de sete tipos clássicos de desperdícios, também denominados de *mudas*, existentes dentro de uma empresa. *Muda* é um termo japonês para tudo o que é desperdício, que adiciona custo mas não agrega valor.

“No sistema de Lean Manufacturing tudo o que não agrega valor ao produto, visto sob os olhos do cliente, é desperdício. O desperdício apenas adiciona custo e tempo. Todo o desperdício é o sintoma e não a causa do problema.” (Ohno,1997)

A identificação do desperdício não é uma tarefa fácil, pois, por vezes, o facto de convivermos diariamente com os desperdícios, torna-nos parte do processo, daí ser de extrema importância identificar e actuar na redução do *muda*.

Seguidamente, são descritas as sete fontes de desperdício (Imai,1997):

- Excesso de produção

É o desperdício que pode existir pela quantidade, onde a produção ultrapassa o volume programado ou por antecipação, que é a perda por produzir cedo demais originando fluxos irregulares de materiais e informação, bem como maior stock.

- Tempos de espera

Consiste no tempo em que não é praticado nenhum tipo de processamento, transporte ou inspecção. Existem três tipos de desperdício por espera: no processo, quando um lote fica a aguardar a operação da máquina para iniciar a sua produção, devido à falta de matéria-prima; do lote, quando peças já passaram por determinado processo e aguardam pelas restantes para seguir à próxima etapa; do operador, que ocorre quando um trabalhador está impedido de executar a tarefa seguinte.

- Transportes

Ocorre quando são realizadas deslocações excessivas de materiais, pessoas e informação. Podem ser reduzidas, através da definição de um layout adequado, que minimize as distâncias a serem percorridas. Desta forma, os custos de transporte podem ser reduzidos se o material for entregue no devido local.

- Excesso de stock

É o desperdício sob a forma de stock de matéria-prima ou produto acabado, originando custos excessivos, baixo desempenho, mau serviço prestado ao cliente, bem como desaproveitamento de investimento e espaço. Deve-se sobretudo a longos *lead times*, longos *setups* e a falta de ordem no processamento.

- Processos inadequados

Inclui o esforço desnecessário que não adiciona valor ao produto ou ao serviço, nomeadamente na utilização de máquinas ou equipamentos usados de forma incorrecta quanto à capacidade de desempenhar uma operação e na aplicação de procedimentos irregulares.

- Movimentação desnecessária

Desorganização dos locais de trabalho resultando em movimentos desnecessários realizados pelos operadores entre postos de trabalho, nomeadamente na procura de ferramentas ou de matéria-prima.

- Defeitos

Acontece quando os produtos não satisfazem os requisitos ou quando existem falhas frequentes do processo. Isto além de significar desperdícios, origina custos para a empresa.

“(...) a mais importante das fontes de desperdício nas organizações é não aproveitar o potencial das pessoas.” (Pinto, 2006)

2.2.2 Estratégia de *layout*

Layout significa ocupação de espaço, sendo a distribuição dos recursos pelo espaço disponível, onde se inclui o espaço necessário para a movimentação do material, a mão-de-obra e o armazenamento em stock.

O *layout* é responsável por grande parte dos desperdícios na produção identificados na filosofia *Lean Manufacturing*, nomeadamente pelo transporte, pela movimentação desnecessária e pelo excesso de stock. Daí a importância para as empresas, no que respeita à concepção de um *layout* e às decisões inerentes, pois erros cometidos nas fases iniciais de design e implementação reflectem-se ao longo do tempo de vida das organizações.

“A mudança do layout da fábrica para ter melhor eficiência é uma alta prioridade (...)” (Imai,1988)

Assim, um *layout* tem como objectivos:

- A integração total de todos os factores que afectem o espaço físico
- Utilização mais eficiente das instalações e do equipamento
- Facilitar o fluxo de materiais e informações
- Todo o espaço efectivamente utilizado
- Satisfação e segurança para os funcionários
- Maior flexibilidade dos meios de produção

Na Figura 2 são indicados os factores a considerar na concepção de um *layout*:

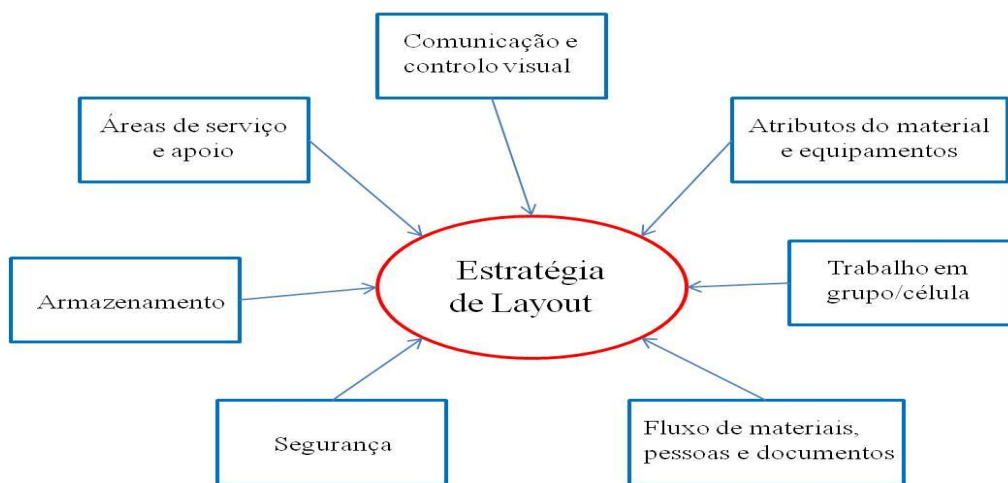


Figura 2 - Estratégia de *Layout*

Existem quatro tipos clássicos de *layout* (Pinto,2006):

- *Layout* por produto

Neste tipo de arranjo físico (ver Figura 3), os equipamentos e processos estão organizados na sequência específica para melhor conveniência do produto, podendo também ser designado por *layout* em linha. Tem como vantagens melhoria no fluxo de produção, diminuição das distâncias percorridas e um melhor ambiente de trabalho.



Figura 3 - Layout por produto

- *Layout* por processo

Neste tipo de *layout* os equipamentos e processos são organizados por pessoas equipamentos que exercem funções semelhantes (ver Figura 4). É o arranjo físico mais indicado se a empresa possui uma variedade de produtos grande. Tem como vantagens maior flexibilidade e possibilidade de ajuste a vários volumes de fabrico.

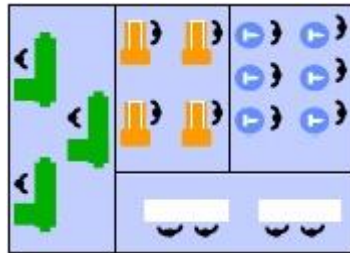


Figura 4 - Layout por processo

- *Layout* por célula

Este tipo de layout (ver Figura 5) é utilizado quando se pretende um conjunto de máquinas dedicadas ao fabrico de um produto ou família de produtos. Tem como vantagens baixo stock intermediário, menor movimentação de materiais, redução de tempos não produtivos e maior flexibilidade.

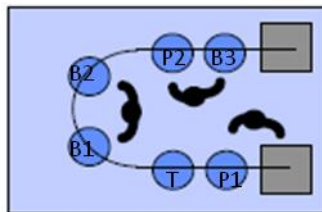


Figura 5 - Layout por célula

- *Layout* de posição fixa

É utilizado para montagens complicadas (ver Figura 6), onde os materiais são muito grandes. Aqui os recursos e pessoas movimentam-se em redor do produto a ser fabricado.



Figura 6 - Layout de posição fixa

2.2.3 Diagrama de esparguete

O diagrama de esparguete é uma ferramenta *lean* que permite definir o *layout* ideal para uma organização através da representação, de uma forma esquemática, do fluxo de material ou informação com base na observação das distâncias percorridas pelos operários.

Inicialmente começa-se por desenhar o diagrama da planta da área a avaliar, traçando linhas sobre esta, para mapear o fluxo de circulação. Após análise, procede-se ao redesenhar do processo, através de um novo diagrama de esparguete.

Apesar de ser uma ferramenta de mapeamento simples, dá-nos uma visão útil da geografia do processo, caracterizada pelo trajecto que um produto percorre ao longo de um fluxo de valor.

2.2.4 Gestão visual

A gestão visual é uma ferramenta utilizada para comunicar de forma simples e eficiente com as pessoas, permitindo a visualização de toda a informação necessária para um correcto funcionamento das empresas.

Tem como vantagens, organizar as áreas de trabalho de uma forma adequada, melhorar o fluxo de produção, eliminar o desperdício em termos de materiais que são utilizados e eliminar o tempo que é gasto no processo de produção. A gestão visual, trabalha também para melhorar de uma forma contínua o processo de produção e a qualidade dos produtos que são produzidos, sendo por isso um elemento chave do *Lean Manufacturing*.

A gestão visual, embora não tenha um procedimento evidente, deve ser aplicada aos 5M, sendo estes os elementos essenciais de qualquer organização: mão-de-obra, máquinas, materiais, métodos e medidas. (Imai,1997)

2.2.5 Metodologia 5S

Os 5S são uma metodologia que permite criar postos de trabalho mais eficientes, mais organizados e mais seguros. O objectivo dos 5S numa organização passa por mentalizar as pessoas dessas mesmas vantagens, tais como:

- Melhorar a qualidade dos produtos/serviços
- Redução dos desperdícios
- Criar a disciplina para conseguir a padronização dos trabalhos
- Optimizar o espaço físico
- Criar um melhor ambiente entre as pessoas
- Redução dos tempos de movimentação.

Os 5S (ver Figura 7) assentam em 5 pontos fundamentais (Imai,1997):

- **Seiri** – Triagem

Separar os itens de acordo com a necessidade, descartando os desnecessários. Tem como vantagens, aumentar o espaço na área de trabalho, aumentar a qualidade com custos reduzidos e reduzir tempos de ciclo e *lead-times*.

- **Seiton** – Arrumação

Arrumar cada item no local definido, através de identificações, cores, de forma a facilitar a sua procura. Tem como vantagens melhor ergonomia, maior segurança e melhores condições de trabalho

- **Seiso** – Limpeza

Tem como objectivos, obrigar as pessoas a observar as máquinas, levando a que se apercebam cedo de possíveis anomalias e elevar a moral das pessoas, ao criar locais de trabalho mais agradáveis. Tem como vantagens maior facilidade na detecção de avarias, bem como uma menor necessidade de maiores operações de limpeza.

- **Seiketsu** – Normalização

A normalização garante que as três etapas anteriores não são esquecidas, sendo definidas regras relativamente às tarefas.

- **Shitsuke** – Disciplina

A disciplina é a responsabilidade das pessoas, para que seja possível manter e melhorar a organização através de três formas: formação, acções de melhoria e auditorias.



Figura 7 - 5S (fonte desconhecida)

“O compromisso da empresa com os 5S, seu apoio e envolvimento tornam-se essenciais. A empresa precisa determinar, por exemplo, com que frequência o seiri, seiton e seiso devem ocorrer e quem deve-se envolver.” (Imai,1996)

Com a aplicação sistemática desta metodologia consegue-se diminuir o tempo de procura de materiais e ferramentas, evitar quebra de stocks com uma gestão rápida e eficaz dos mesmos, aumentar a segurança e a moral, com locais de trabalho mais agradáveis. Desta forma, com o envolvimento de todas as pessoas da organização, dá-se um aumento da produtividade, mostrando que os 5S além de organizar o local de trabalho, também permitem às empresas maior qualidade e maior produtividade.

2.2.6 Sistema Kanban

O sistema *Kanban* foi criado e desenvolvido pelo TPS, onde com uma produção JIT, o operário do processo seguinte retira as peças do processo anterior, deixando um *Kanban*, cujo significado é a entrega de uma determinada quantidade de peças específicas. (Pinto, 2006)

O *Kanban* puxa o processo de produção, onde o processo seguinte retirará as partes do processo anterior. Deste modo, fica bem patente a relação cliente-fornecedor que o JIT associa, tendo o *Kanban* como funções a movimentação e a permissão do fluxo de materiais e informação.

Um sistema *Kanban* é uma forma para se atingir a produção JIT, baseando-se no facto que cada processo numa linha de produção apenas retira o número e o tipo de componentes que o processo exige, no momento certo. O mecanismo usado é um cartão *Kanban*, que geralmente é um cartão físico, mas outros dispositivos podem ser usados.

Existem dois tipos principais de cartões *Kanban*:

- Cartão de *Kanban* de transporte
 - Autoriza o tipo e a quantidade de produto que um processo de produção deve retirar do processo anterior.
- Cartão de *Kanban* de produção
 - Autoriza o tipo e a quantidade do produto que o processo anterior deve produzir.

“(...) o sistema Kanban deve ser dos últimos passos a ser dados num projecto de implementação da filosofia TPS/JIT. As tentativas de implementação deste sistema sem a devida preparação do processo produtivo podem levar a situações complicadas do ponto de vista de gestão, provocando o descrédito das pessoas no sistema.” (Pinto, 2006)

2.2.7 Bordo de linha

O bordo de linha é o local do qual o operador retira os materiais que necessita para proceder a uma operação. É fundamental que o bordo de linha esteja organizado de acordo com as necessidades, pois é o local de criação de valor acrescentado. Por exemplo, numa linha de montagem, com a correcta colocação de materiais dispostos de acordo com a sequência de fabrico de um produto, vai ter como vantagem a redução dos desperdícios na produção, nomeadamente desperdícios de movimentação e de tempo de espera.

De referir que para um bordo de linha funcionar, terá que haver facilidade na sua alimentação, isto é, existir espaço suficiente de forma a permitir um correcto funcionamento do comboio logístico.

2.2.8 Sistema Pull

O sistema *Pull* controla o fluxo de trabalho, sem utilização de stock em processo, produzindo apenas quando necessário, ou seja, em função da procura pelo cliente.

Este tipo de sistema, surgiu numa altura onde a qualidade começou a determinar a compra de um produto e a procura deixou de ser infinita, criando o conceito de stock de segurança, ou seja, o nível mínimo de stock que a empresa deve manter para evitar paragens de produção ou perdas de produto.

As principais vantagens deste modelo são:

- Não utiliza previsões, já que responde à reposição de um consumo
- Sincronização automática de várias operações ao longo da cadeia de valor
- Fluxo de informação simplificado
- Produção em pequenos lotes
- *Lead time* reduzido
- Criação de fluxo

De referir que em oposição a este sistema, temos o sistema *Push*, que utiliza as previsões de procura para o cálculo das necessidades de produto final. Isto pode levar ao excesso ou ruptura de stock, bem como a *lead time* elevado, existindo maior dificuldade em sincronizar a produção em todas as fases operatórias e um fluxo de informação complexo.

“(...) um sistema *push* necessita de produção em lotes, criando *muda* de transporte e de inventário.” (Imai, 1997)

2.2.9 Melhoria contínua

A melhoria contínua (*Kaizen* em japonês) é um sistema que visa a melhoria contínua nas organizações, nomeadamente, na qualidade, na tecnologia, nos processos, na cultura da empresa, na produtividade, na liderança e na segurança.

Kaizen é um sistema que envolve todos os funcionários, desde a administração até às empregadas de limpeza. Todos, sem exceção, são encorajados a avançar com sugestões de melhorias pequenas, não uma vez por mês ou por ano, mas de uma forma contínua, quando necessário, sempre no sentido de melhorar a produtividade, segurança e eficácia. (Imai,1997)

O *Kaizen* reúne várias componentes que são vistas como parte do sucesso de uma empresa, como os círculos da qualidade, a automação (*jidoka*), sistema de sugestões, a entrega *just-in-time*, *kanban* e 5S, estando estas todas incluídas no âmbito do sistema *Kaizen* de funcionar como um negócio.

Kaizen envolve a criação de normas e a melhoria contínua dos seus padrões. Para isso dispõe aos trabalhadores, formação, materiais e supervisão, de forma a conseguirem atingir padrões mais elevados e manter a capacidade de cumprir com as normas de uma forma contínua.

“A educação, formação e treino devem ser encarados como um meio facilitador, capaz de gerar confiança e entusiasmos suficientes para envolver todos os colaboradores.” (Pinto,2006)

3 Apresentação do caso de estudo

Neste capítulo, é apresentada a empresa cliente onde decorreu o projecto, referindo o seu modelo organizacional, bem como as suas áreas de negócio.

Foi feito um estudo aprofundado, numa das actividades da empresa, mais concretamente, na secção de produção de módulos, onde é descrito, com base num levantamento inicial, a política da empresa XC Consultores, o processo produtivo e expostos os produtos fabricados.

Posteriormente, é apresentado o fluxo para cada produto, bem como o tempo de operação e distância percorrida durante o processo produtivo. Foram identificados os respectivos desperdícios em cada sector, para que, no capítulo 4, sejam analisadas alternativas de *layout*, de forma a tornar mais eficiente o uso das instalações e do equipamento, bem como facilitar o fluxo de materiais e informações.

Por fim, é apresentada uma recolha da situação actual da empresa, no que respeita à concepção e inovação de produtos, com o objectivo de, no capítulo 4, apresentarem-se possíveis melhorias a implementar no actual dossier de C&I. De referir que este estudo aplicou-se a todo o departamento de produção da empresa, de forma a melhorar e padronizar o dossier actual para todas as áreas de produção da empresa (módulos, saneamento e energias renováveis).

3.1 Apresentação da empresa cliente

A metalomecânica CAPA iniciou a sua actividade em 1986, em Vila Nova de Gaia, com a venda de equipamentos para a construção. Em 1994, com a compra de instalações em Valongo, começou a diversificar a gama de produtos que oferecia ao mercado, passando a fabricar tampas e grelhas destinadas à drenagem e saneamento.

Posteriormente em 1999, lançou-se noutra área de actividade, a construção de módulos (pré-fabricados). O sector de equipamentos para a construção foi sendo abandonado, tendo nesta altura, uma importância pouco significativa no volume global de vendas da empresa.

A evolução da empresa tem-se realizado a um ritmo acelerado apresentando um crescimento médio, na última década, na ordem dos 17% ao ano, tendo sido acompanhada pela completa reformulação da gama de produtos fabricados. As vendas globais da empresa reflectem uma relação de 80% de produtos integralmente concebidos, fabricados e comercializados pela empresa e 20% relativamente a comercialização de novos produtos. (www.capa.pt)

A empresa apesar de contar actualmente com 110 pessoas nos seus quadros e prever um aumento nos próximos dois anos, fruto da intervenção da empresa noutros mercados, nomeadamente em Moçambique (desde 2001) e Angola (desde 2006), possui recursos humanos pouco qualificados, o que do ponto de vista *Lean*, pode constituir uma barreira caso as pessoas envolvidas não tenham uma mentalidade aberta à mudança, bem como espírito de equipa. Paralelamente, a CAPA tem aumentado a sua presença no mercado espanhol, nomeadamente na Galiza, provando que as empresas portuguesas podem ser também competitivas em mercados mais exigentes.

Recentemente, e fruto da sua aposta constante em novas áreas tecnológicas, entrou na área das energias renováveis, nomeadamente na vertente das Eólicas.

3.2 Secção de produção de módulos

Esta secção (denominada na empresa por secção 02) destina-se à produção de módulos (ver Figura 8) e é dividida em dois sectores:

- Soldadura de bases/tectos e montagem de tectos
- Montagem de módulos



Figura 8 - Módulo

Na Figura 9 (anexo A), é apresentado o *layout* actual da secção 02, dividido por zonas (ver Tabela 1):

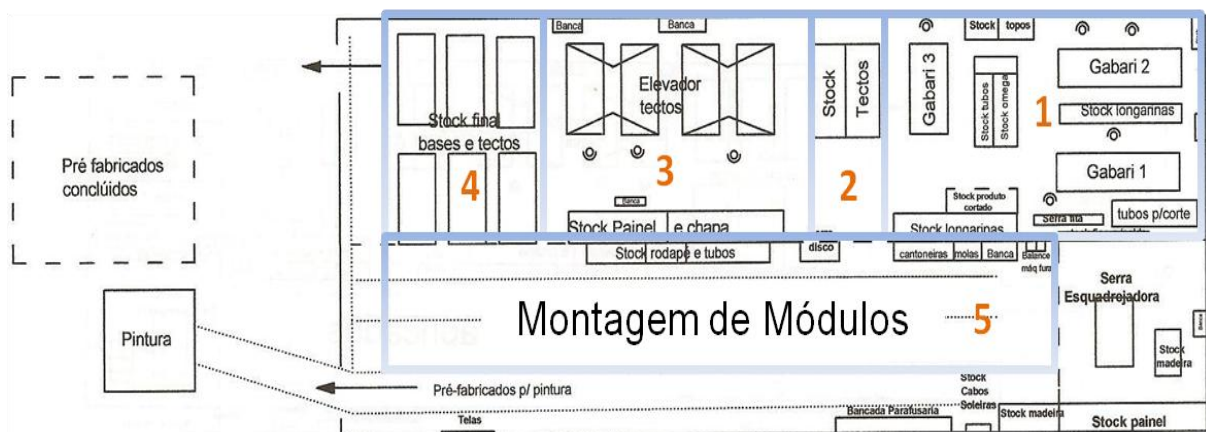


Figura 9 - Layout actual da secção 02

Tabela 1- Zonas da secção 02

Nº	Zonas
1	Soldadura
2	Stock Tectos
3	Elevadores
4	Stock Produto Semi-acabado
5	Montagem de Módulos

A zona 1 é constituída por 3 *gabarits* (posto de soldadura) onde se procede à soldadura de bases e tectos. Concluída a soldadura, as bases são transportadas através de ponte rolante para o stock de produto semi-acabado (zona 4). Já os tectos são transportados para o stock de tectos (zona 2) ou directamente para os elevadores na zona 3, para posterior montagem. Concluída a montagem do tecto, este é transportado finalmente para o stock de produto semi-acabado (zona 4). Aqui, bases e tectos, podem ser colocados em lotes para exportação internacional ou são transportados para a zona 5, onde procede-se à montagem do módulo para venda nacional.

Seguidamente, serão apresentados os fluxos de produção de bases e tectos, com base num levantamento inicial, que consistiu em reunir todos os materiais, ferramentas e máquinas-ferramenta utilizados no sector da soldadura/montagem de tectos (anexo B) e no sector de montagem de módulos (anexo C), de forma a melhor se compreender todos os processos e operações.

Na Tabela 2 é dada a percentagem de venda para cada tipo de módulo produzido.

Tabela 2 - Tipos de módulo e sua percentagem de venda

Módulo	% de venda
MEX	39
MAC	61

3.2.1 Produção de bases

As bases são constituídas por:

- Longarina (aço macio)
- Perfil Ómega
- Tubo rectangular
- Esquadro fixador das colunas
- Cantos

Existem dois tipos de base:

- *Standard*, com comprimento até 6 metros (ver Figura 10)
- Especial, com comprimento superior a 6 metros (ver Figura 11)



Figura 10 - Base standard



Figura 11 - Base especial

Na Figura 12, é apresentado, no *layout* actual, o fluxo percorrido pela base e na Tabela 3 é detalhado o tempo gasto em cada operação, bem como a distância total percorrida.

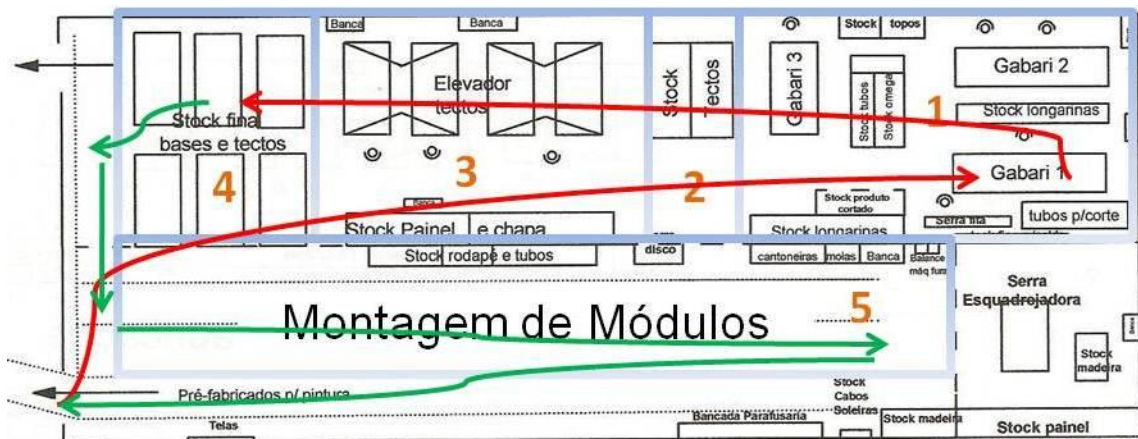


Figura 12 - Fluxo de produção de uma base

Tabela 3 - Tempo e distância na produção de uma base

Base		Tempo (min)
Soldadura	1 soldador	60
	2 soldadores	40
Transporte base -> stock produto semi-acabado		4
Base		Distância (m)
Lotes		140
Montagem módulos		280

A soldadura da base pode ser feita em qualquer *gabarit* disponível, por 1 ou 2 soldadores e demora em média 1 hora ou 40 minutos. Terminada a soldadura, a base é transportada para o stock, onde poderá ser colocada em lotes para exportação ou fica a aguardar posterior montagem na secção de montagem de módulos. Este transporte é feito por ponte rolante e demora em média 4 minutos.

Visualizando o fluxo a vermelho (ver Figura 12), primeiramente todas as matérias-primas e produtos, necessários à soldadura, são transportados por ponte rolante ou empilhadora até ao final do sector, percorrendo 70 metros. De seguida a base é transportada para o stock, percorrendo outros 70 metros.

Caso seja uma base destinada a montagem (fluxo a verde), terá que ser transportada, primeiro por carrinho para o sector de montagem de módulos, para depois, através de ponte rolante, ser transportada para a área de montagem, percorrendo, no máximo, 70 metros novamente.

3.2.2 Produção de tectos

São produzidos dois tipos de tectos, com a seguinte designação:

- Tectos MEX
- Tectos MAC

O tecto MEX (ver Figura 13) é constituído por:

- Longarina longitudinal superior
- Longarina lateral superior
- Fixador das colunas
- Triângulo de elevação
- Painel *sandwich*

**Figura 13 - Tecto MEX**

O tecto MAC (ver Figura 14) é constituído por:

- Longarina longitudinal superior
- Longarina lateral superior
- Perfil caleira
- Fixador das colunas
- Tubo suporte das telhas
- Triângulo de elevação
- Perfil de encosto para o tecto falso
- Telha
- Tecto falso

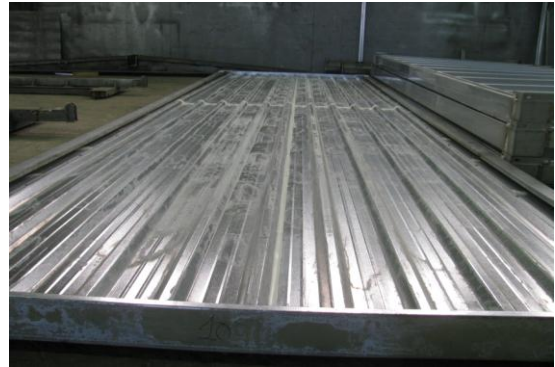


Figura 14 - Tecto MAC

Na Figura 15 é apresentado, no *layout* actual, o fluxo percorrido pelo tecto e na Tabela 4 é detalhado o tempo gasto em cada operação, bem como a distância total percorrida.

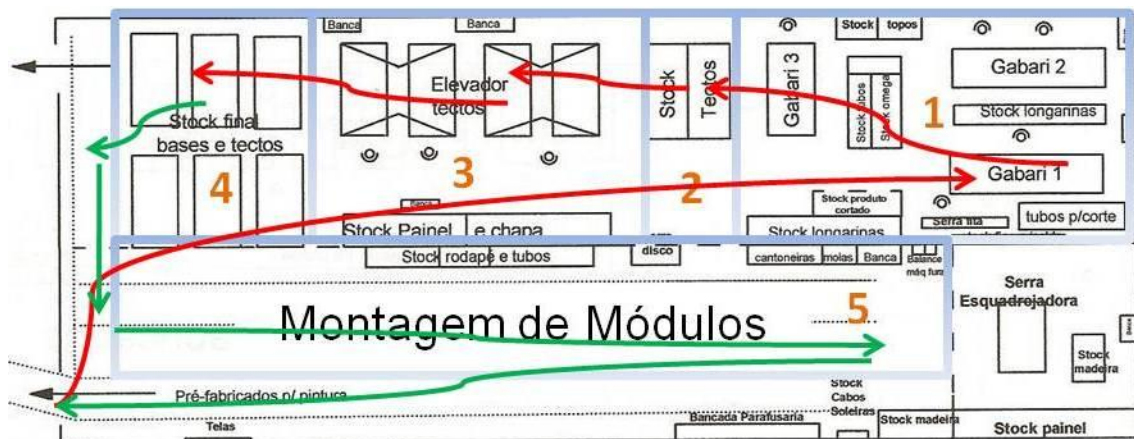


Figura 15- Fluxo de produção de um tecto

Tabela 4 – Tempo e distância na produção de um tecto

		MEX	MAC
Tectos		Tempo (min)	
Soldadura	1 soldador	50	135
	2 soldadores	25	85
Transporte gabarit -> stock tectos		4	4
Transporte stock tecto -> elevador		3	3
Montagem no elevador		40	135
Transporte elevador-> stock produto semi-acabado		3	3
Tectos		Distância (m)	
Lotes		140	140
Montagem de módulos		280	280

A soldadura de ambos os tipos de tectos pode ser feita em qualquer *gabarit* disponível, por 1 ou 2 soldadores, demorando em média, para o MEX, 50 minutos com um soldador ou 135 minutos com dois soldadores e para o MAC, 25 minutos e 85 minutos respectivamente. Terminada a soldadura, o tecto é transportado para o stock de tectos através de ponte rolante, demorando 4 minutos. De seguida é transportado para um dos elevadores de tectos disponível para posterior montagem. Em média, a montagem para um tecto MEX demora 40 minutos e para o tecto MAC 135 minutos. Concluída esta operação, o tecto é transportado novamente por ponte rolante, para o stock de produto semi-acabado (zona 4).

Visualizando o fluxo a vermelho (ver Figura 15), observamos que tal como na base, toda a matéria-prima e produtos percorrem 70 metros, onde após concluída a soldadura, percorrem novamente, mais 70 metros, perfazendo no total 140 metros. A diferença para a base, é que o transporte do tecto, vai implicar mais vezes o uso de ponte rolante, pois antes de chegar ao stock de produto semi-acabado, na zona 5, terá que passar ainda pela zona de montagem de tectos (zona 2 e 3).

Caso seja um tecto destinado a montagem (fluxo a verde), terá que ser transportado, primeiro por carrinho para o sector de montagem de módulos, para depois, através de ponte rolante, ser transportado para a área de montagem, percorrendo, no máximo, 70 metros novamente. De seguida, é transportado, através do carril de saída, para a pintura perfazendo, no total, uma distância percorrida de 280 metros.

3.2.3 Montagem de módulos

Um módulo pode ter no máximo 12 metros de comprimento e 3 metros de largura. Normalmente, produz-se o módulo standard com 6 metros de comprimento.

Como foi referido anteriormente, após bases e tectos serem transportados para o stock de produto semi-acabado, parte dessa produção vai ser destinada a montagem no sector de montagem de módulos, destinada a venda nacional.

Na Figura 16, é visualizado esse percurso e na Tabela 5 é apresentando o tempo gasto no transporte e a respectiva distância percorrida.

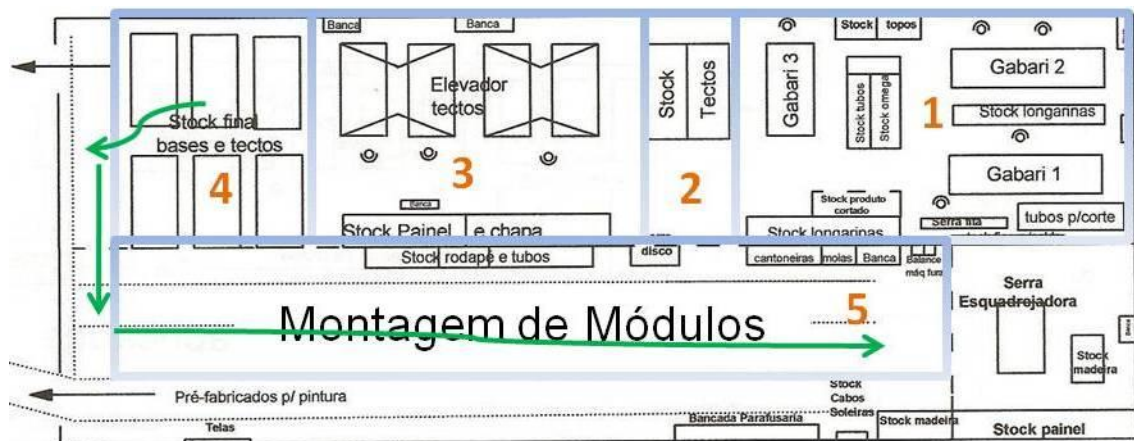


Figura 16 - Fluxo de transporte para sector de montagem

Tabela 5 - Tempo e distância no transporte para sector de montagem

Transporte bases/tectos para sector de montagem de módulos	Tempo (min)
Transporte ponte rolante -> Carrinho de transporte	4
Carrinho de transporte -> Ponte rolante	4
Ponte rolante -> Área de montagem	4
Distância percorrida no sector de montagem de módulos	Distância (m)
Bases/Tectos	140

Este percurso (fluxo a verde) demonstra como se processa a ligação entre dois sectores, feita primeiramente, através de ponte rolante, pousando num carrinho de transporte que sobre um carril, transporta base/tecto para o sector de montagem de módulos. Por fim, é utilizada outra ponte rolante, de forma a colocar base ou tecto na área de montagem. Cada uma destas operações demora, em média, 4 minutos e percorre uma distância de 70 metros. Terminada a montagem, o módulo é conduzido, através do carril de saída, para a pintura, percorrendo novamente 70 metros, ou seja, a distância percorrida pelo módulo neste sector é de 140 metros.

Após análise de todo o processo produtivo desde a soldadura até ao transporte para a área de montagem, procedeu-se ao levantamento de todas as fases na montagem de módulos, bem como à avaliação de todo o bordo de linha existente no *layout* actual.

A montagem de módulos divide-se nas seguintes fases:

- Montagem da base
- Montagem das paredes e tecto
- Montagem de portas e janelas
- Pichelaria
- Electricidade
- Acabamentos

Actualmente, este sector utiliza um *layout* de posição fixa (ver Figura 6), onde operários e material necessário à montagem se movimentam em redor do módulo, sendo este pedido ao armazém em função da encomenda. Isto torna-se desvantajoso, pois além de o armazém se encontrar no exterior da secção, o que implica constantes movimentações de transporte de material com o auxílio de um empilhador, cria uma má organização de espaços, onde todo o material é colocado de qualquer forma na área de montagem.

Na Figura 17 é apresentado o fluxo de movimentação entre o armazém e a área de montagem.

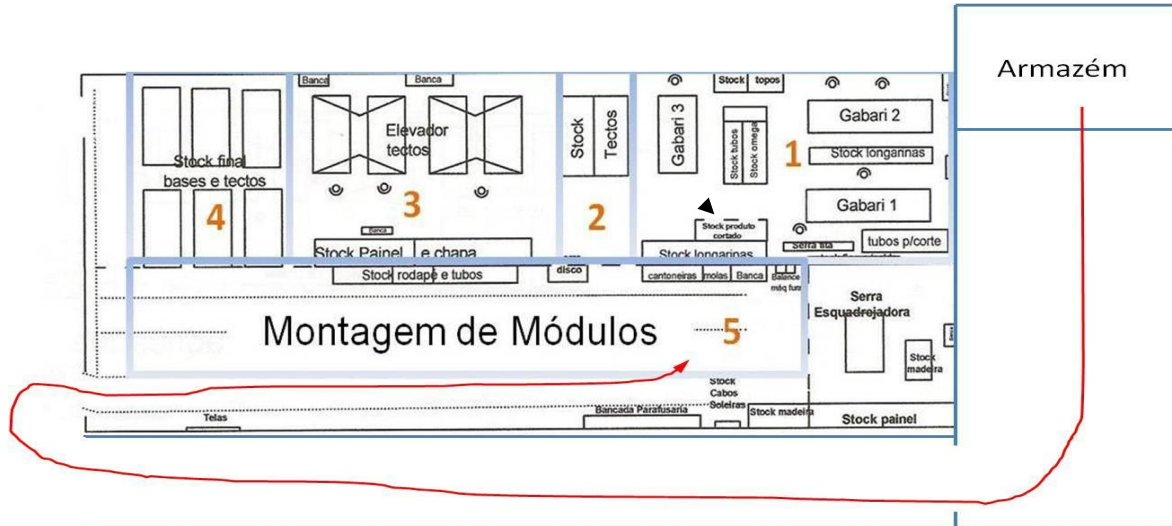


Figura 17- Fluxo de transporte de material do armazém

Esta situação actual cria desvantagens, tais como:

- Elevados custos de posse e de movimentação
- Maiores tempos de ciclo e maiores *lead times*
- Zonas congestionadas (ver Figura 18)
- Elevado stock intermédio (ver Figura 19)
- Danos nos artigos e produtos (ver Figura 20)
- Problemas de segurança
- Baixa utilização de espaços (ver Figura 21)
- Pior qualidade



Figura 18 - Zona congestionada



Figura 19 - Elevado stock intermédio



Figura 20 - Danos nos artigos



Figura 21 - Baixa utilização de espaços

No capítulo 4 serão dadas alternativas, de forma a evitar estas desvantagens, utilizando outra estratégia de *layout* e criando um bordo de linha, algo que na situação actual não existe, causando além de grande desorganização no sector, grandes desperdícios que poderão ser reduzidos.

3.2.4 Levantamento de desperdícios

Foi feito um levantamento de todo o desperdício inerente à produção, isto é, de toda a actividade que consuma recursos sem acrescentar valor ao produto.

No sector de soldadura, foram contabilizados os seguintes desperdícios em 60 minutos de trabalho (ver Tabela 6).

Tabela 6- Desperdícios na soldadura

Desperdícios na Soldadura (minutos)			
Transporte material		Movimento Operador	
Operador 1	Operador 2	Operador 1	Operador 2
0,50	2,42	2,00	0,33
1,75	1,17	1,00	2,67
2,33	0,42	3,00	3,00
0,83	1,33	2,67	10,00
1,17	0,67	5,00	4,00
Total	6,58	13,67	20,00

Analisando a Tabela 7, verificamos que, em 60 minutos de trabalho, o operador, em média, desperdiça 38,5% do tempo de trabalho.

Tabela 7 - Percentagem total de desperdício na soldadura

	Operador 1	Operador 2
Total tempo (minutos)	20,25	26,00
Desperdício Total (%)	34%	43%

Fundamentalmente, estes valores devem-se à constante movimentação por parte do operador, nomeadamente no transporte de matéria-prima para o *gabarit* e na necessidade de recorrer a determinadas ferramentas ou na procura de peças.

Outro desperdício contabilizado foi o tempo de espera do operador após a soldadura, onde este tem que aguardar, em média, 5 minutos até a base/tecto ser removida do *gabarit*, para o operador proceder a nova soldadura. Isto deve-se fundamentalmente, ao facto de nem sempre a ponte rolante estar disponível para o transporte de uma base/tecto para o stock, devido ao constante uso da mesma, como por exemplo no transporte de matéria-prima. Isto acarreta enormes custos de posse e movimentação para a empresa, o que seria de evitar.

Por fim, temos o tempo de transporte de uma base/tecto para o stock, através de ponte rolante, que, em média, demora 4 minutos.

Em relação ao sector de montagem de tectos, foram contabilizados os seguintes desperdícios em 60 minutos de trabalho (ver Tabela 8):

Tabela 8 - Desperdícios na montagem de tectos

Desperdícios na Montagem de tectos (minutos)						
Transporte material			Movimento Operador			
Operador 1	Operador 2	Operador 3	Operador 1	Operador 2	Operador 3	
0,33	0,83	0,75	0,33	0,67	0,50	
0,75	0,75	0,33	0,33	0,83	1,17	
1,00	0,75	1,17	0,83	0,30	0,50	
1,00	1,00	0,75	0,33	0,17	0,67	
0,67		1,00	0,67	0,67	1,17	
		1,00	0,67	0,67		
		0,67	1,75			
Total	3,75	3,33	5,67	4,92	3,30	4,00

Na Tabela 9 é apresentando o desperdício total para cada operador.

Tabela 9 - Percentagem total de desperdício na montagem de tectos

	Operador 1	Operador 2	Operador 3
Total tempo (minutos)	8,67	6,63	9,67
Desperdício Total (%)	14%	11%	10%

Analisando os valores apresentados, o operador, em média, perde 12% do tempo de trabalho, mais concretamente no transporte de material para uso na montagem, na deslocação para uso de ferramentas e no transporte de sucata para o lixo (por exemplo, painel ou chapa que sobra na montagem de tecto).

Aqui o tempo de espera do operador é menor que na soldadura, mas não deixa de ser significativo, pois embora o sector possua dois elevadores para tectos (com 4 espaços de montagem), o operador aguarda em média 3 minutos para o tecto ser transportado para o stock de produto semi-acabado. O tempo de transporte, através de ponte rolante, é de 3 minutos.

Por fim, foram analisados os desperdícios no sector de montagem de módulos. Aqui o levantamento foi baseado, numa média de 4 horas, o que equivale a uma manhã de trabalho. Na Tabela 10 são apresentados os desperdícios identificados e sua contabilização.

Tabela 10 - Desperdícios na montagem de módulos

Desperdícios na Montagem de Módulos (minutos)					
Movimento Operador		Espera Operador		Transporte	
Operador 1	Operador 2	Operador 1	Operador 2	Operador 1	Operador 2
15	15	10	10	5	10
10	5	10	10		
15	15	20	20		
10	10	20	20		
			10		
Total	50	45	60	70	10

Na Tabela 11 é apresentado o desperdício total para cada operador.

Tabela 11 – Percentagem total de desperdício na montagem de módulos

	Operador 1	Operador 2
Total tempo (minutos)	115	125
Desperdício Total (%)	48%	52%

Analisando os resultados obtidos, observa-se que, em média, cada operador desperdiça 50% do tempo de trabalho. Isto deve-se essencialmente à desorganização do local de trabalho, resultando em movimentação excessiva por parte dos operários e ao tempo de espera, devido à falta de material preparado ou stock necessário para a montagem.

3.3 Dossier de Concepção e Inovação

Face ao aumento de competitividade por parte de outras empresas e à maior exigência dos seus clientes, a empresa CAPA tem dado cada vez mais importância à concepção e inovação de novos produtos, bem como de produtos já existentes, visando o aumento da sua competitividade e rentabilidade. Como tal esta situação trouxe, para todo o departamento de produção, nomeadamente para a secção de módulos, secção de drenagem e saneamento e secção das energias renováveis, a necessidade de acelerar o ciclo de desenvolvimento dos seus produtos.

Para ser competitiva, já não basta à empresa concentrar-se na redução de custos como estratégia. Actualmente, a qualidade é um factor de competitividade, onde o investimento na diferenciação de produtos, na pesquisa e no desenvolvimento estão directamente ligados ao desempenho financeiro e ao sucesso da empresa.

Numa primeira fase procedeu-se à recolha dos documentos utilizados, actualmente, pelo departamento de produção, relativamente à C&I. Este conjunto de documentos resume-se fundamentalmente em três tipos:

- Caracterização e planeamento do projecto
- Plano de acções
- Ficha de custeio

Foi observado que cada um dos responsáveis pelas secções elaborava o seu próprio documento, criando depois no dossier de C&I diferentes documentos com a mesma tipologia. A Figura 22 é um exemplo disso, onde é apresentada a ficha de custeio utilizada na secção de saneamento e drenagem e na secção das energias renováveis.

CAPA - Engenharia e Construções Metalomecânicas, SA

Listagem de Custos por Artigo

Data de Emissão: 08-04-2008

Artigo: 50303 - Tampa Xacrez rebatida 181 - 600x750 / 700x850

Alternativa: 01

Quantidade: 1,00

Pág. 1

Componente	Unidade	Preço	Corsano	SubTotal
HP-300285	Formato chapa Xacrez 440x1000x0,5mm (TampaNRU/27)	6,65 €	20,00	133,00 €
HP-300286	Formato chapa Xacrez 860x1250x0,5mm (AcTopNRU/27)	6,65 €	3,72	24,82 €
HP-300287	Formato chapa Xacrez 650x1250x0,5mm (AntA1NR1)	6,65 €	3,56	23,66 €
HP-300290	Formato chapa Xacrez 750x800x0,5mm (ChufNRU/27)	6,65 €	0,15	0,99 €
HP-400155	Tubo Red. discpado 50x1,5 (M)	1,20 €	1,00	1,20 €
HP-400660	Varão de ferro redondo Lis com 8mm	6,65 €	1,00	6,65 €
SH-736100	Galvanização	6,34 €	38,00	242,92 €
Custo Materiais				298,59 €

Operações	Máquina	Hão de obra	SubTotal			
Centro de Trabalho	Operação	Custo	Tempo	Custo	Tempo	SubTotal
CT01 - OS - Guilhotina Hércules 2 130	Corte Tampa	6,50 €	1,00	6,50 €	0,40	2,60 €
CT02 - OS - Balancé HULLOT 120 T 20	Corte carnos Tampa	6,50 €	1,00	6,50 €	0,27	1,75 €
CT05 - OS - Quiladora 6 m - GASF 30	Quilagem	6,50 €	1,00	6,50 €	0,33	2,14 €
CT09 - OS - Soldadura nº 1	40 - Soldadura Tampa	6,50 €	1,00	6,50 €	0,76	4,94 €
CT08 - OS - Guilhotina Mecânica 3 x 50	Corte do aço	6,50 €	1,00	6,50 €	0,43	2,80 €
CT14 - OS - Quiladora 6 m - GASF 60	Quilagem	6,50 €	1,00	6,50 €	0,33	2,14 €
L - OS - Soldadura nº 1	70 - Soldadura Aro	6,50 €	1,00	6,50 €	0,76	4,94 €
CT10 - OS - Serrão de fita	80 - Corte Casquilho	6,50 €	1,00	6,50 €	0,18	1,17 €
CT18 - OS - Furadeira SOLID BV 28	90 - Furação do casquilho	6,50 €	1,00	6,50 €	0,11	0,71 €
CT10 - OS - Soldadura nº 1	130 - Soldadura Casquilho	6,50 €	1,00	6,50 €	0,21	1,36 €
CT67 - OS - Guilhotina Hércules 2 130	Cumbakoum	6,50 €	1,00	6,50 €	0,27	1,75 €
CT16 - CT - Embalgem	110 - Galvanização e Transporte	6,50 €	1,00	6,50 €		
Custo Operações				4,86 €		
Custo Total				303,45 €		

CAPACUSTEIO SEGUIDOR SOLAR

Desenho	Folha	Designação	Peso Maq. Galv. (kg)	Material	Qt.	un
Estruturas e/ Palédes						
	1	T 40 x 40 x 5mm c/ 6m	14,8	Aço Galvanizado a quente	35	un
	2	Cantoneiras 40 x 40 x 5mm c/ 6m	14,85	Aço Galvanizado a quente	10	un
Mesa Central						
	1	Tubo Rectangular 200 x 150mm c/ 3m	42	Aço Galvanizado a quente	8	un
	2	Mancal de apoio	1,5	Chapa de Aço 100x40x0,8mm zincado	10	un
	3	Chapa U	2	Barra 200x5mm zincada	0,5	un
	4	Casquilho de poliamida	2	Tubo poliamida vazado autolubrificante 70x10	1	m
Costelas						
	1	Chapa C 50x30mm	5	Chapa galvanizada 3000x1500x2mm	4	un
	2	Tubo quadrado 50x50mm	5,64	Aço Galvanizado a quente	12	m
	3	Costela em aço 3mm	6	Aço Galvanizado a quente	4	un
	4	Perfil U c/ perfuração em aço 5mm	2	Aço Galvanizado a quente	2	un
Coluna						
	1	Flange de Base	4	Aço Galvanizado a quente	1	un
	2	Flange de Cabeça	4	Aço Galvanizado a quente	1	un
	3	Tubo Cilindrico Ø123x30mm c/ 1,5m		Aço Galvanizado a quente	1	un
	4	Perno M10 roscado		Aço inox	100	mm
	5	Fêmea M10 zincada DIN 125		Aço inox	2	un
	6	Arruela M10 zincada DIN 934		Aço inox	2	un
Cremalheira Redutora						
	1	Redutor tipo anel (cremalheira)			1	un
	2	Micro Motor redutor planetário DC24V			1	un
	3	Parafusos cab. Sext		M12 x 50 DIN 933 - A zincado	20	un
	4	Parafusos cab. Sext		M14 x 40 DIN 933 - A zincado	16	un
	5	Arruela de pressão		M12 DIN 127-A2 inox	38	un
	6	Flange de acoplamento Motor x cremalheira	0,42	Chapa de Aço 120x50x10mm	0,3	kg
	7	Carriola de acoplamento	0,17	Varão M20 em inox	1	un
	8	Parafuso cabeça cilíndrica c/ fenda		M6 x 20 DIN 84 inox	4	un

Figura 22 - Diferentes fichas de custeio

Além de observada a não padronização dos documentos (ver Figura 22), foi também identificada, no documento “Caracterização e planeamento do projecto” e no documento “Plano de acções”, informação em duplicado (ver Figura 23, anexo D)

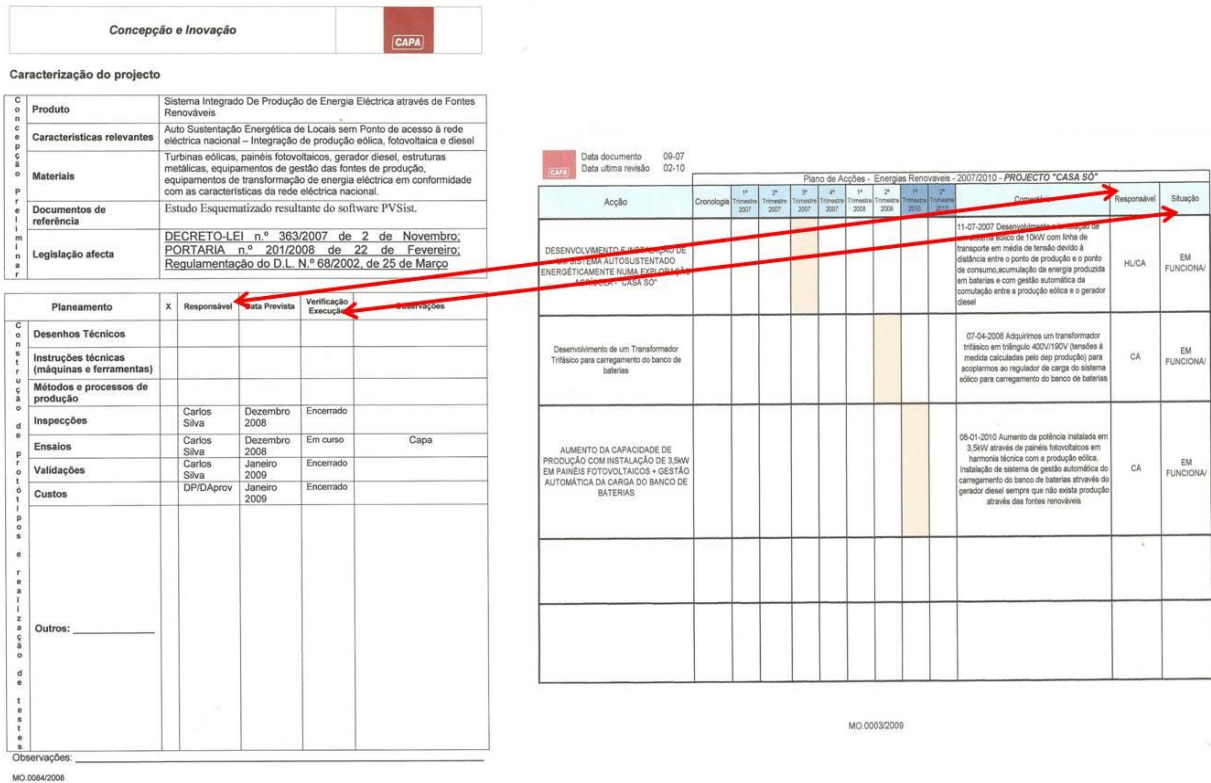


Figura 23 - Duplicação de informação

Por fim, foi observada no documento “Plano de acções” falta de organização, bem como excesso de informação (ver Figura 24, anexo E). No capítulo 4, será apresentada uma metodologia criada para que este documento se torne além de padronizado, mais organizado.

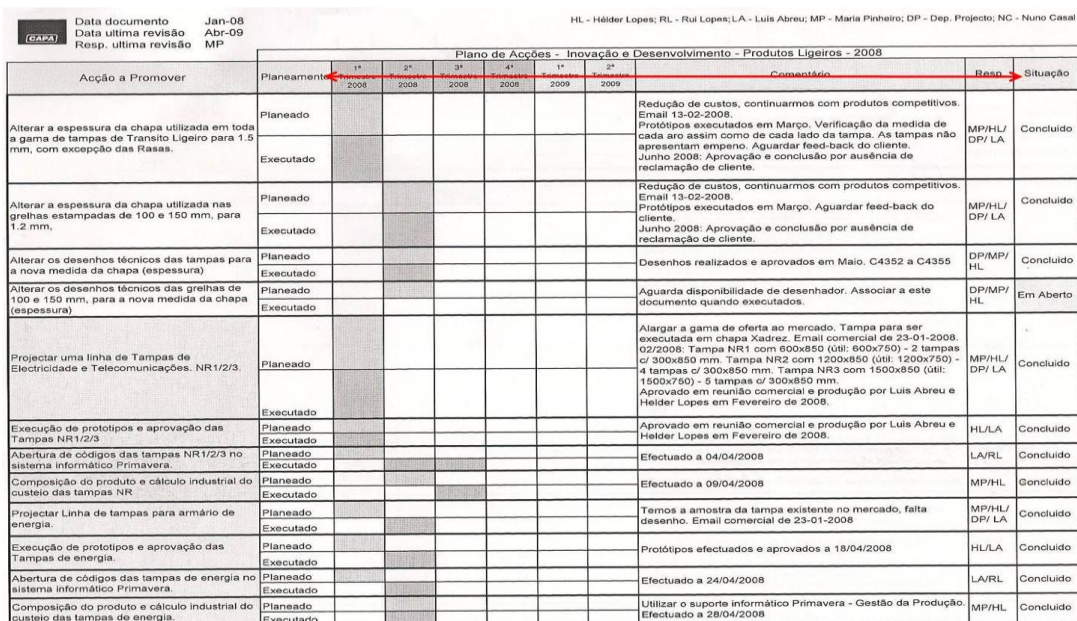


Figura 24 - Excesso de informação

4 Apresentação da solução proposta

Neste capítulo, são apresentadas alternativas de *layout* para a secção 02, relativamente ao sector de soldadura e montagem de tectos e ao sector de montagem de módulos. Apesar de estas alternativas serem apresentadas separadamente por sectores, convém referir que todas acoplam-se entre si, permitindo assim criar várias alternativas ao *layout* actual.

São também analisados os resultados obtidos no capítulo 3, criadas soluções de forma a otimizar o fluxo de produção e criar ambientes de trabalho adequados, sempre na óptica da melhoria contínua.

Por fim, é analisado o levantamento apresentado no capítulo anterior, relativamente à concepção e inovação, e apresentadas soluções de forma a melhorar aspectos no procedimento e organização do dossier.

4.1 Sector de soldadura e montagem de tectos

Após análise do levantamento inicial feito na empresa, iniciou-se o estudo de um novo *layout* dos postos de trabalho e na filosofia de planeamento das linhas.

Utilizou-se como método para o estudo inicial, a maquete. Para isso, foi necessário, tirar as medidas de todas as “peças”, ou seja, as medidas da secção, nomeadamente de todas as máquinas-ferramenta, de todo o stock e matéria-prima existente, para assim criar-se possíveis alternativas ao *layout* actual. Na Figura 25 (anexo F), temos um exemplo de uma alternativa feita em maquete:

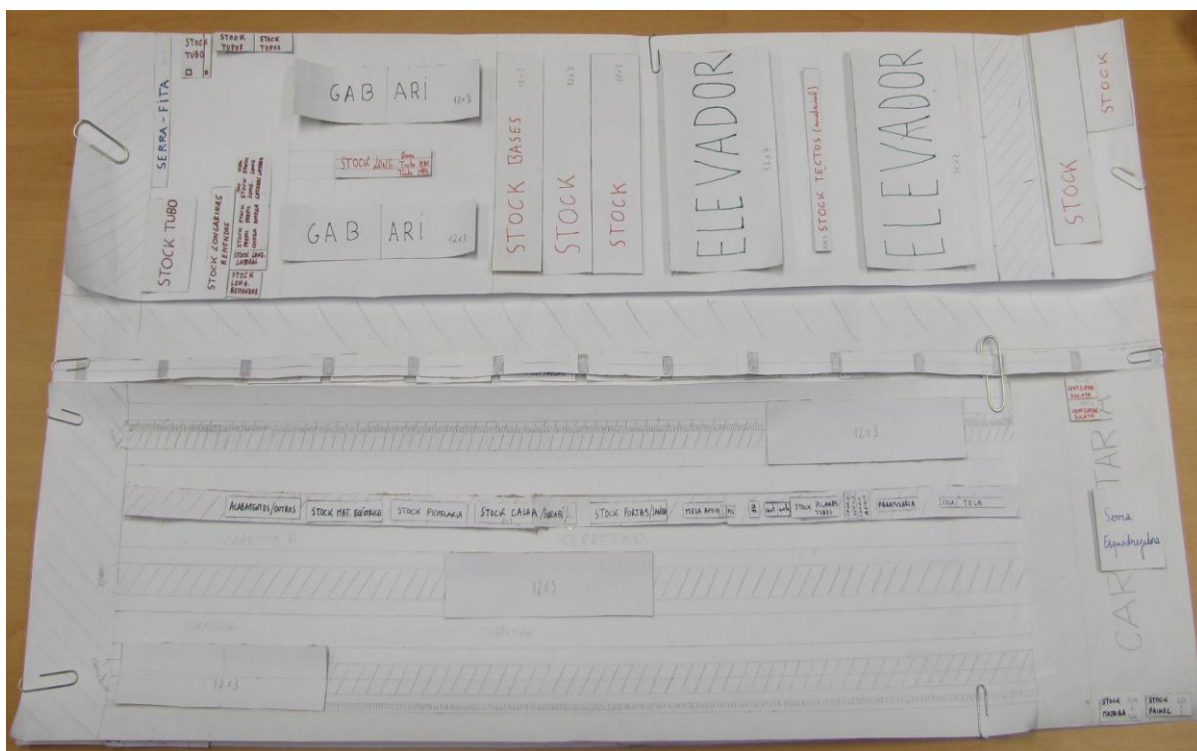


Figura 25 - Estudo do *layout* em maquete

A vantagem de inicialmente utilizarmos esta técnica, é a facilidade de “jogarmos” com as peças, de uma forma simples e rápida, algo que não seria possível se o estudo fosse feito inicialmente num software de design.

Após a criação das possíveis alternativas em maquete, foram então desenhadas em *Autocad*, para permitir uma melhor visualização.

Actualmente no sector da soldadura e montagem de tectos, temos um *layout* por processo (ver Figura 4) em que os processos estão organizados por funções. Apesar de ser um *layout* flexível, é de difícil gestão, pois leva ao aumento do tempo não produtivo, bem como a muitos transportes por ponte rolante.

Desta forma, foram criadas soluções, em que o *layout* continua a ser funcional, mas que trabalhe em linha, minimizando os contra-fluxos de produção que criam muitos desperdícios (de espera, de movimento e de transporte).

4.1.1 Alternativa A1

Na Figura 26, é apresentada a alternativa A1 (anexo G):

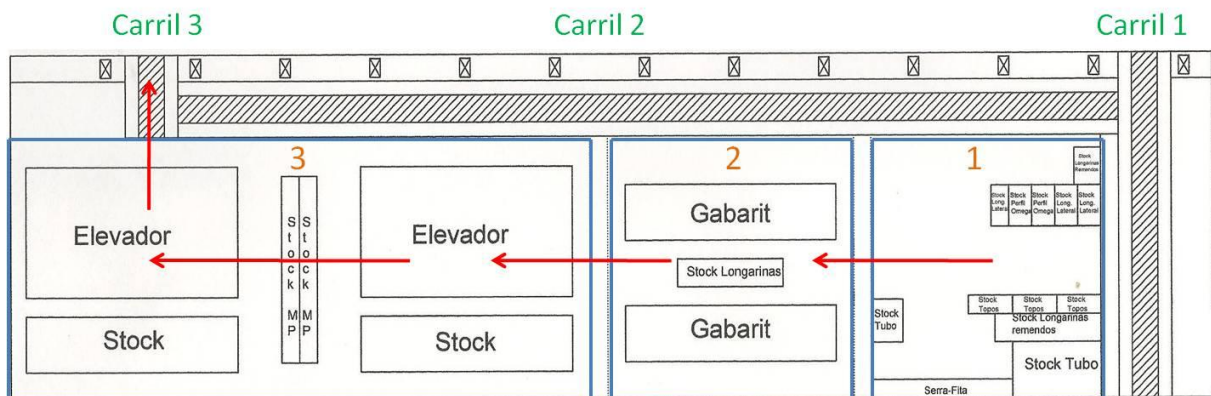
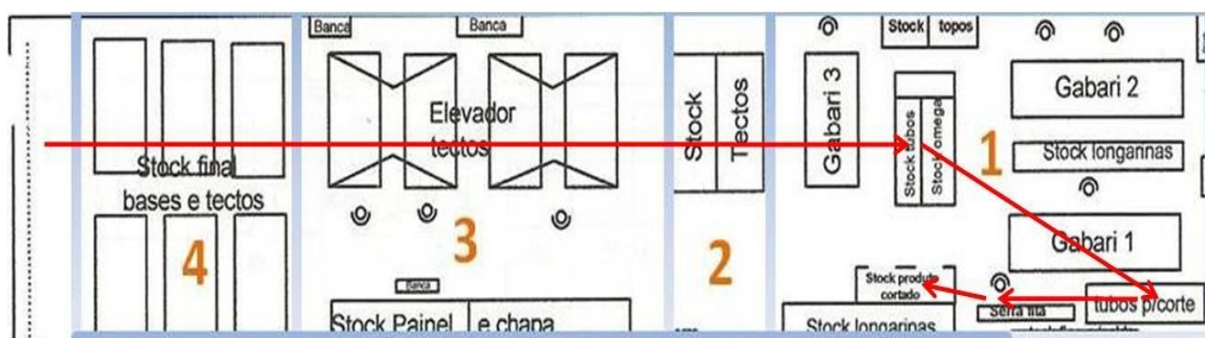


Figura 26 - Alternativa A1

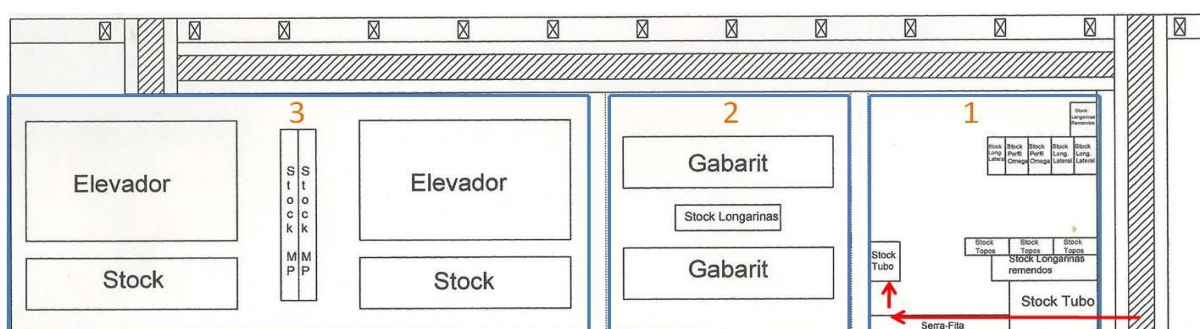
Um dos maiores problemas evidenciados no capítulo 3, relativamente ao *layout* actual (ver Figura 12), foi o facto de toda a matéria-prima e produtos para consumo na soldadura, terem que percorrer todo o sector (distância de 70 metros) através do uso de ponte rolante ou empilhador.

Nesta alternativa, para evitar este problema, colocou-se toda a MP e produtos à entrada da secção, minimizando a distância percorrida no seu transporte, reduzindo custos de movimentação, bem como evitando contra-fluxos. Desta forma, apesar de este *layout* continuar a ser por processo, encontra-se a trabalhar em linha.

Na Figura 27, é dado como exemplo, o transporte do tubo no *layout* actual e na alternativa 1.



a) *Layout* actual



b) Alternativa A1

Figura 27 - Exemplo de transporte de MP na soldadura

Seguidamente, foram desenhados dois carris (a tracejado na Figura 26), nomeadamente o “carril 2” que percorre todo o comprimento da secção, de forma a existir uma alternativa ao uso sistemático da ponte rolante, facilitando a excessiva movimentação de recursos e cargas. De referir que o espaço ocupado por este carril, seria também utilizado pelo empilhador relativamente ao transporte de matéria-prima e produtos aplicados na montagem de tectos. Em relação ao “carril 3”, funcionaria como ligação entre os dois sectores, onde bases e tectos são transportados, por um carrinho de transporte, sobre o carril para o sector de montagem.

A grande desvantagem desta alternativa prende-se com o facto de não haver espaço físico, neste sector, para stock de bases/tectos concluídos. Deste modo, este espaço teria que ser definido no sector de montagem de módulos, o que seria de evitar, visto que retiraria espaço no sector de montagem de módulos.

De forma a reduzir o desperdício na movimentação dos operadores na soldadura e na montagem de tectos, desenhou-se um possível carrinho de apoio (anexo H), de forma a todo o material estar ao alcance de mãos de cada operador, sendo estrategicamente posicionado para que este possa alcançar as ferramentas ou peças sem grande esforço e deslocação.

Além do carrinho de apoio para ferramentas, também será utilizado na soldadura, para cada *gabarit*, um carrinho contendo matéria-prima (anexo I) necessária à soldadura de bases e tectos. Desta forma, reduz-se desperdícios de movimentação entre a zona 1 e a zona 2, isto é, entre a zona de stock de MP e a zona de soldadura. De referir que o uso de carrinhos se aplicará tanto nesta alternativa, como nas seguintes.

Ao contrário do *layout* actual onde a estação de trabalho dispõe de peças e ferramentas, horizontalmente ao longo de toda a superfície de trabalho (em bancas de trabalho junto à parede), nesta alternativa que se apresenta e nas seguintes, toda a estação de trabalho tem uma disposição verticalizada, para que ferramentas e peças estejam mais próximas do operador. Isto reduz espaço e tempo gasto na procura do material.

4.1.2 Alternativa A2

Na Figura 28, é apresentada a alternativa A2 (anexo J):

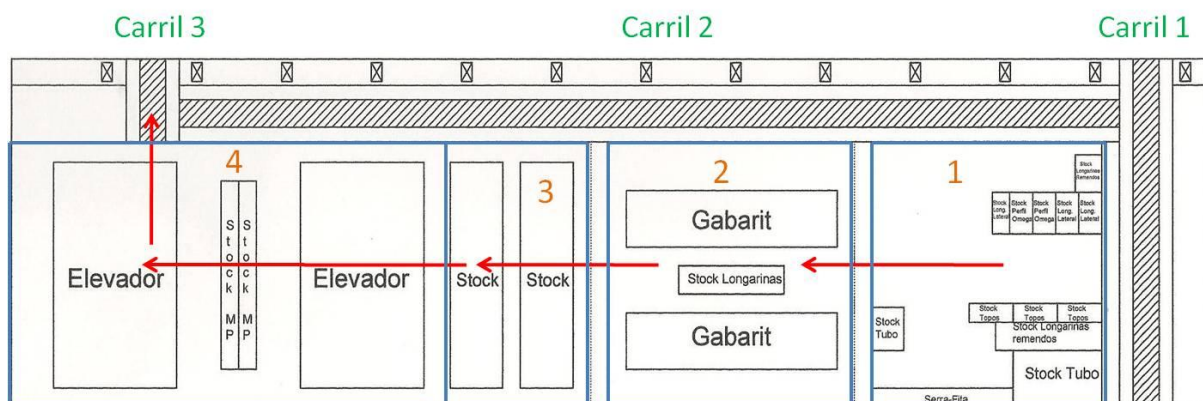


Figura 28 - Alternativa A2

Aqui a diferença relativamente à alternativa 1 é que o stock intermédio, após a soldadura, passou a estar numa área própria (zona 3), entre os processos de soldadura e de montagem de tectos, o que facilita o controlo visual das operações e minimiza a movimentação (ponte rolante). Além disso, melhora as condições de segurança, pois aqui a ponte rolante não atravessa nenhuma zona de trabalho, como acontecia na alternativa 1.

Outra vantagem, que se aplica a todas as alternativas apresentadas, é o facto de as bases não serem obrigadas a percorrer 140 metros no sector, como acontecia na situação do *layout* actual (ver Figura 12). Assim, caso a base seja destinada para kits, e não para montagem de módulos, esta poderá na zona 2, após soldadura, ser colocada no “carril 2” e ser deslocada até ao “carril 1”, e desta forma sair da secção, poupando em 50% a distância percorrida actualmente, ou seja, com esta alternativa a base percorre no total 70 metros, reduzindo o uso da ponte rolante.

Contudo, nesta solução continuamos a ter a desvantagem de não existir, neste sector, uma zona de stock de produto semi-acabado, após a montagem do tecto, no elevador, obrigando todo o stock a ser transportado através do “carril 3”, para o sector de montagem de módulos. Esta contrariedade foi o ponto de partida para a criação da alternativa A3, que será apresentada seguidamente.

4.1.3 Alternativa A3

Por último, temos a alternativa A3 (ver Figura 29, anexo K):

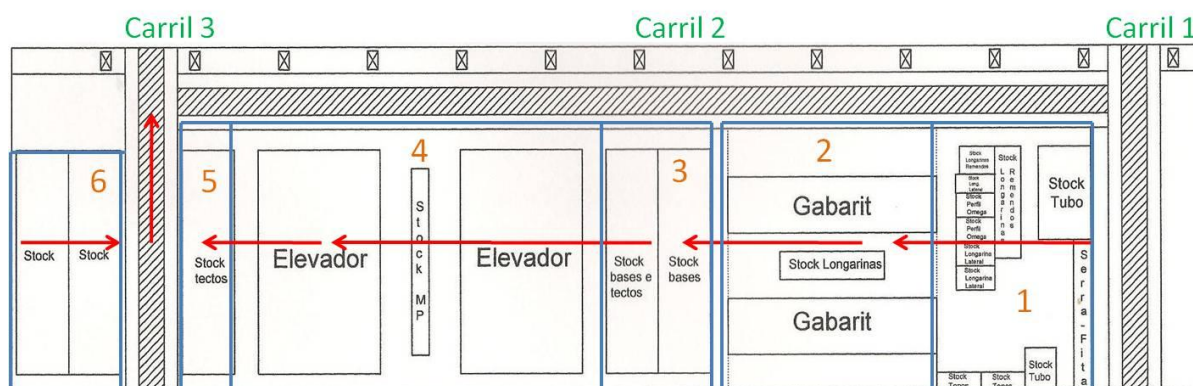


Figura 29 - Alternativa A3

De forma a solucionar a desvantagem referida nas duas soluções anteriores, toda a zona de MP que alimenta a soldadura, passou a ocupar um espaço físico menor, de forma a ganhar-se maior espaço no sector, ou seja, deixou de ter 19,3 metros de comprimento, e passou a ter 15,1 metros.

Além disto, retiraram-se os corredores, entre zonas, projectados nas alternativas anteriores, pois seria mais vantajoso para o sector poupar esse espaço para assim, no final do sector, ser possível existir uma zona de stock de produto semi-acabado.

Outra vantagem desta solução é o facto de agora existir, após o último elevador, um carril em toda a largura do sector, que vai facilitar o transporte de bases e tectos para montagem, e desta forma criar um fluxo em linha (em U) mais evidente, levando a melhoria no fluxo de produção e diminuição das distâncias percorridas.

Em relação ao stock intermédio, entre a soldadura e montagem de tectos, à primeira vista parece similar à alternativa 2, mas se analisarmos devidamente, constata-se que na alternativa 3, a área do stock está devidamente definida. Desta forma, a base soldada permanecerá em stock, onde poderá ser conduzida por ponte rolante até ao “carril 3”, para posterior montagem no sector de montagem de módulos, ou então será colocada no “carril 2”, e fará o percurso inverso até à porta de saída, no caso de ser destinada a lotes para exportação. Assim, o “carril 2” estará sempre desimpedido, de forma a permitir outro tipo de movimentações, como o transporte de MP para a zona 4 (zona de montagem de tectos)

Além disto, graças ao ganho de espaço na soldadura, conseguiu-se nesta alternativa um dado importante, ou seja, passou a existir, após os elevadores e antes do “carril 3”, uma zona de stock para tectos já montados, tornando esta alternativa mais flexível.

Por fim, conseguiu-se também, nesta alternativa, evitar que o stock de produto semi-acabado seja transportado para o sector de montagem de módulos, o que além de retirar área para montagem, iria criar maior desorganização e movimentação no “carril 3”.

Com esta alternativa, ganhamos não só maior flexibilidade em alturas de maior produção, como conseguimos uma correcta utilização dos espaços, bem como a utilização dos recursos humanos de forma eficiente.

4.2 Sector de montagem de módulos

Neste sector, adoptou-se como estratégia, um *layout* em linha, onde as estações de trabalho são colocadas de acordo com a sequência das operações e são executadas de acordo com a sequência estabelecida sem caminhos alternativos. O material percorre um caminho previamente determinado dentro do processo. Foram projectados também novos carris de forma a transportar o módulo ao longo do bordo de linha, de forma a minimizar a movimentação excessiva dos operários, pois actualmente este sector possui um *layout* posicional, onde o módulo é montado numa posição fixa (no solo).

4.2.1 Alternativa B1

Na Figura 30, é apresentada a alternativa B1 (anexo L):

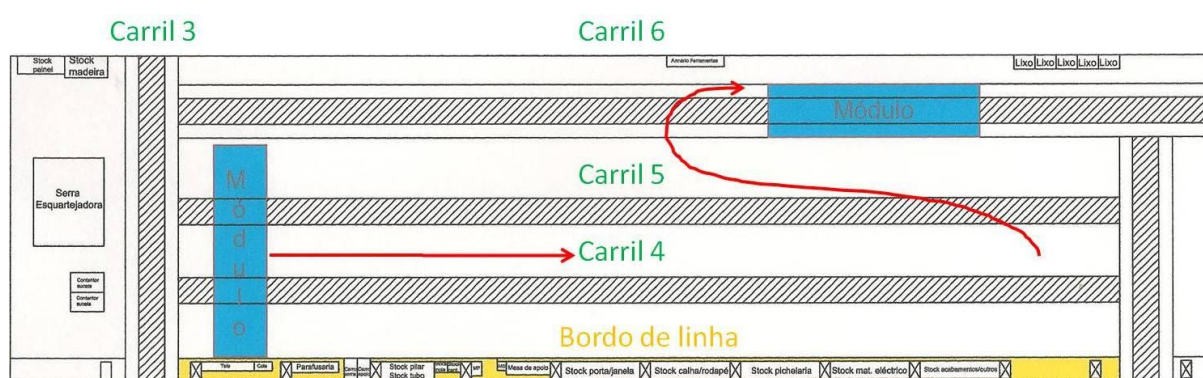


Figura 30 - Alternativa B1

Nesta alternativa, de forma a aproveitar todo o espaço disponível do sector, criou-se o bordo de linha na extremidade do sector (entre os pilares que dividem o sector de soldadura e o sector de montagem). O bordo de linha está, como já foi referido, organizado de acordo com a sequência de montagem, constituído pelas seguintes fases:

- Montagem da base
- Montagem das paredes e do tecto
- Montagem de portas e janelas
- Pichelaria
- Material eléctrico
- Acabamentos

Com a criação do bordo de linha, o stock deixa de ter lugar incerto (ver Figura 18), passando a ter espaço definido, o que vai facilitar o controlo de nível de stock, algo que não acontece actualmente, de uma forma eficiente, causando elevados custos para a empresa, pois não existe um planeamento das necessidades de material, existindo ou excesso de quantidade de stock (ver Figura 19) ou falta dele, obrigando, por exemplo, os operários, a meio de uma montagem, a deslocarem-se ao exterior para carregar o stock em falta, aumentando o tempo não produtivo, algo que se evitaria com uma melhor gestão de stocks, garantindo um abastecimento no tempo certo e na quantidade certa, bem como um maior controlo do desperdício e desvios de material.

Como se visualiza na Figura 30, o módulo desloca-se sobre o carril, deixando de ter posição fixa como acontece actualmente, e funcionando agora numa linha de produção, onde o módulo vai-se movimentando à medida que passa pelas fases de montagem. Terminada a montagem na linha, o módulo é transportado, através de ponte rolante, para o “carril 6”, onde aguardará pela última operação, feita no exterior, a pintura.

Após feito o levantamento de todo o material necessário para o bordo de linha (anexo C), identificou-se a existência de material, em stock, com 6 metros de comprimento, isto é, superior ao espaçamento entre colunas que é de 4,5 metros, o que iria danificar o material, algo que acontece actualmente e que foi apresentado na Figura 20.

Foi também observado que existe um enorme desperdício de movimentação na montagem da base e das paredes, em que o operário vai e vem consecutivamente, carregando “às costas” (ver Figura 31) a madeira e o painel cortado na serralharia (neste caso a 45 metros de distância, ou seja, no total, percorrendo uma distância de 90 metros). Com base neste inconveniente foi projectado um carrinho de transporte para painel ou madeira (anexo M), de forma a reduzir este desperdício, e assim aumentar o tempo produtivo. Aqui, ao contrário de no sector de soldadura, já existem carrinhos de apoio, mas além de, por vezes, estarem a uma distância significativa do alcance de mãos do operário, possuem as ferramentas de trabalho misturadas, originando desperdício de tempo e evidenciando desorganização no posto de trabalho (ver Figura 32).



Figura 31 - Desperdício de movimento



Figura 32 - Ferramentas misturadas

Além deste inconveniente, com o bordo de linha criado na extremidade de sector, há uma deficiente ocupação de espaço, onde como se pode visualizar na Figura 30, no caso de montagem de um módulo com 12 metros de comprimento, não sobra praticamente espaço entre o bordo de linha e o módulo.

Com base neste problema, as próximas alternativas a apresentar terão os módulos dispostos segundo a direcção do carril, permitindo criar duas linhas de montagem, o que aumenta a flexibilidade do sector em épocas de maior produção.

4.2.2 Alternativa B2

Na Figura 33 é apresentada a alternativa B2 (anexo N):

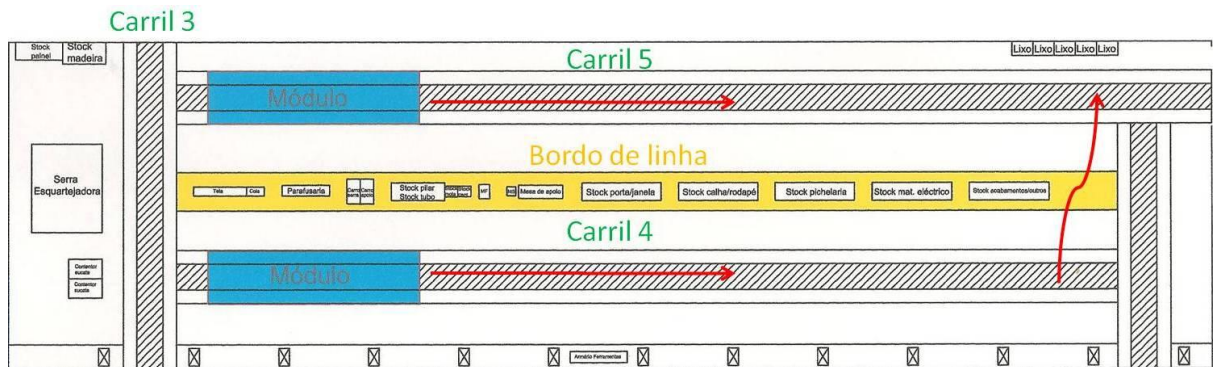


Figura 33 - Alternativa B2

Nesta alternativa, o bordo de linha é criado a meio do sector, possibilitando a existência de duas linhas de montagem. Relativamente à alternativa B1, aqui existe espaço para o operador trabalhar, quer entre a parede e o módulo, quer entre o bordo de linha e o módulo. Outro problema resolvido é o facto de agora, o material em stock com comprimento de 6 metros, já não correr risco de sofrer danos, pois já não temos limitação de espaço, como acontecia na alternativa B1 devido à existência de pilares.

É de referir, que o “carril 3” em todas as alternativas, é o carril que permite o transporte de bases e tectos provenientes do sector de soldadura. No capítulo 5, será dada mais profundidade à importância deste carril no funcionamento do *layout* em estudo.

A maior desvantagem desta alternativa é o facto de o carril 5, funcionar simultaneamente como linha de montagem e linha de saída para a pintura, podendo criar estrangulamento, em alturas de maior produção, em virtude de os módulos concluídos no “carril 4” terem que ser transportados também para o “carril 5”, de forma a serem conduzidos à pintura.

Com base neste inconveniente, projectou-se a alternativa B3.

4.2.3 Alternativa B3

Na Figura 34 é apresentada a alternativa B3 (Anexo O):

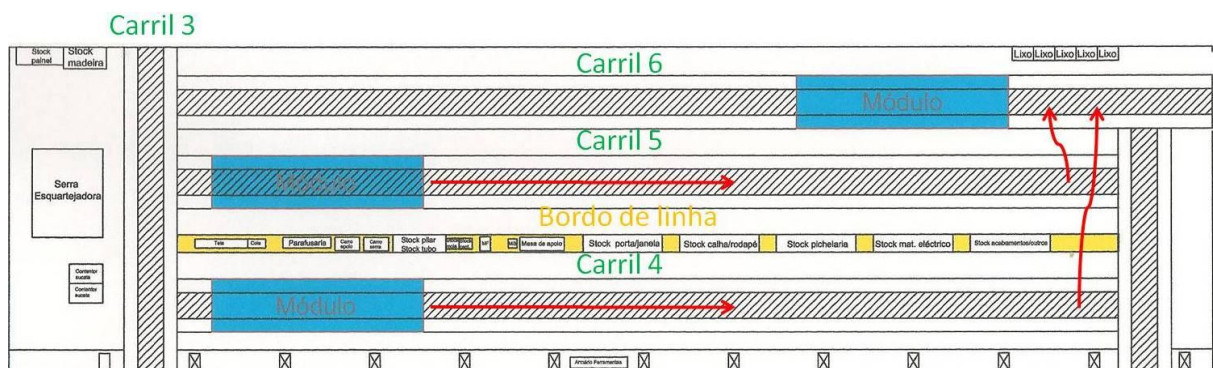


Figura 34 - Alternativa B3

Como foi referido anteriormente, a criação desta alternativa teve como por base, evitar que o carril de saída para a pintura, fosse também um carril destinado a linha de montagem. Para isso, foi criado um novo carril, onde para isso foi preciso diminuir a largura do bordo de linha, bem como encurtar a sua distância relativamente ao módulo.

Assim continuamos a ter o bordo de linha a alimentar duas linhas de montagem, bem como um carril destinado unicamente ao transporte de módulos para a pintura, garantindo, desta uma maior utilização dos espaços.

Contudo, a diminuição da largura corredor que abastece o bordo de linha, pode não permitir um correcto funcionamento do comboio logístico. Esta falta de flexibilidade, constituiu uma grande desvantagem à implementação desta alternativa.

4.3 Análise do Dossier de Concepção e Inovação

Após a recolha e identificação dos documentos utilizados no actual dossier de concepção e inovação, começou-se por definir a metodologia a seguir na sua melhoria. Esta metodologia, utilizada pela XC Consultores é apresentada na Figura 35:

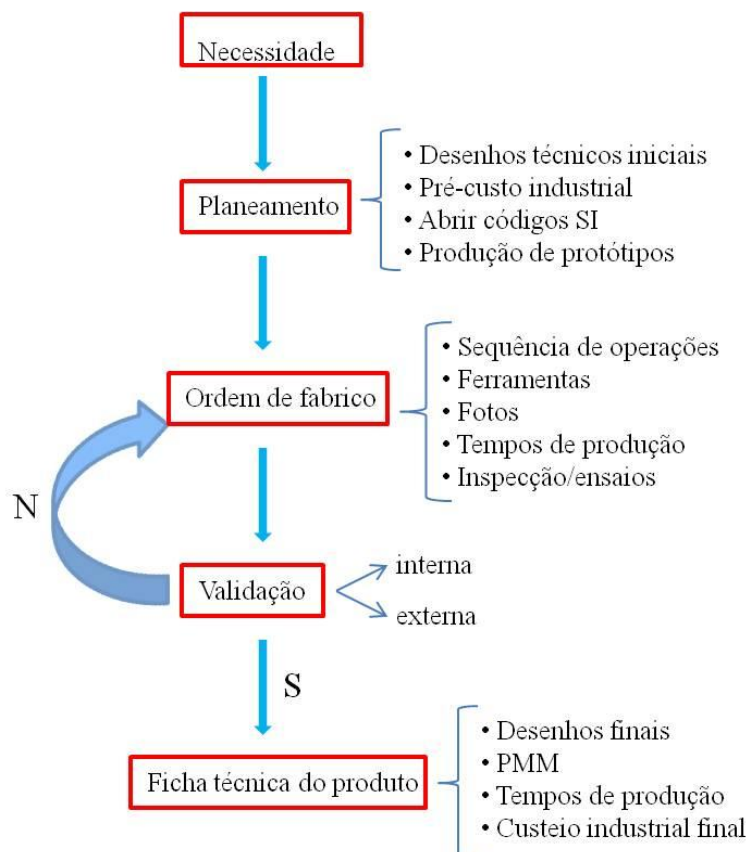


Figura 35 - Metodologia aplicada à Concepção e Inovação

Com base nesta metodologia, foi definido elaborar o seguinte conjunto de documentos:

- Macro plano
- Mapa de acções
- Ficha de pré-custeio industrial previsional/real
- Ficha de pré-produção de protótipos

Se compararmos com os documentos já existentes no dossier actual (referidos no capítulo 3), foram introduzidos dois novos documentos, nomeadamente o macro plano e a ficha de pré-produção de protótipos.

No documento macro plano (ver Figura 36, anexo P), pretendeu-se organizar todos os projectos realizados na concepção e inovação, referindo, nomeadamente, o projecto, o responsável e a data, bem como comentários que sejam importantes de salientar, para assim facilitar a consulta de determinado projecto.


 Projectos Concepção e Inovação			
Projecto	Responsável	Data	Comentários

Figura 36 - Macro plano

Relativamente à ficha de pré-produção de protótipos (ver Figura 37, anexo Q), permite o registo da produção dos protótipos criados pela empresa, possibilitando a elaboração de fichas técnicas, especificações finais e o cálculo dos custos industriais finais.


 Pré-Produção de Protótipos					
Operador	Sequência Operador	Tempo Operador	Máquina	Ferramenta	Tempo Ferramenta

Figura 37 - Ficha de pré-produção de protótipos

Em relação a documentos existentes no dossier actual de concepção e inovação aplicou-se uma melhoria adoptando a metodologia referida na Figura 35.

Com isto, ambos os documentos “Caracterização e planeamento de projecto” e “Plano de acções” (ver Figura 23) foram transformados num só documento, sendo denominado por Mapa de acções (ver Figura 38, anexo R), onde toda a informação encontra-se mais organizada, sem informação duplicada e o mais importante, segue uma metodologia que torna o documento padronizado para qualquer projecto, em qualquer secção, do departamento de produção.


 Concepção e Inovação									
Caracterização do Projecto									
Produto									
Características									
Materiais									
Documentos de referência									
Legislação afectada									
Planeamento									
Acção	Plano de acções								
	Desenhos Técnicos	Instruções Técnicas	1º trimestre 2010	2º trimestre 2010	3º trimestre 2010	4º trimestre 2010	Comentário	Responsável	Estado
Desenho Inicial									
Abertura Códigos									
Produção Protótipos									
Inspeção Protótipos									
Validação									
Acção	Plano de acções								
	Desenhos Técnicos	Instruções Técnicas	1º trimestre 2010	2º trimestre 2010	3º trimestre 2010	4º trimestre 2010	Comentário	Responsável	Estado
Desenho Final									
Custeio Industrial									
Criação de Instruções de Produção									
Criação de Fluxogramas									
Actualização dos PMMs									
Planos de Manutenção									
Processo Marcação CE									
Criação de Fichas Técnicas									
Responsável	Sigla								
Manuel Inácio	MI								
Hélder Lopes	HL								
Nuno Casal	NC								
Carlos André	CA								
Luís Abreu	LA								
Rui Lopes	RL								
Dep. Projecto	DP								

Figura 38 - Mapa de acções

Por fim, mostra-se na Figura 39 (anexo S), a melhoria efectuada na ficha de custeio, existindo dois documentos, a ficha de custeio industrial previsional e a ficha de custeio industrial real, para que se possa averiguar se o custo total final do projecto não ficou longe do custo total previsto. Para isso foi adicionada uma componente importante, que antes não existia, o custo de investimento, que contabiliza o custo do investimento necessário para determinado projecto. Além disso, foi tido em conta a componente visual do documento, permitindo uma melhor interpretação do documento.

Ficha Custeio Industrial Previsional						
CAPA						
Data de emissão: dd-mm-aaaa						
Artigo:						
Custo Material						
Código	Componente	Preço	Quantidade	SubTotal		
				0		
				0		
				0		
				0		
				0		
				0		
				0		
				0		
				0		
				0		
				0		
				0		
				0		
				0		
				0		
				0		
				0		
				0		
				0		
				0		
				0		
Total Custo Material				0		
Custo Operação						
Centro de trabalho	Operação	Máquina		Mão-de-obra		SubTotal
		Custo	Tempo (min)	Custo	Tempo (min)	
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
Total Custo Operação				0		
Custo Investimento						
Investimento necessário				Preço	Quantidade	SubTotal
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
Total Custo Investimento				0		
Custo Total Previsional						0

Ficha Custeio Industrial Real						
CAPA						
Data de emissão: dd-mm-aaaa						
Artigo:						
Custo Material						
Código	Componente	Preço	Quantidade	SubTotal		
				0		
				0		
				0		
				0		
				0		
				0		
				0		
				0		
				0		
				0		
				0		
				0		
				0		
				0		
				0		
				0		
				0		
				0		
				0		
				0		
				0		
				0		
				0		
Total Custo Material				0		
Custo Operação						
Centro de trabalho	Operação	Máquina		Mão-de-obra		SubTotal
		Custo	Tempo (min)	Custo	Tempo (min)	
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
Total Custo Operação				0		
Custo Investimento						
Investimento necessário				Preço	Quantidade	SubTotal
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
Total Custo Investimento				0		
Custo Total Real						0

Figura 39 - Ficha de custeio industrial

5 Apresentação da solução a implementar

Neste capítulo, é apresentado o *layout* aceite pela empresa cliente, após discussão de todas as alternativas apresentadas no capítulo anterior. No entanto, este não poderá ser implementado antes do mês de Agosto por dois motivos:

- O primeiro porque a alteração completa do *layout* actual, envolvendo mudança de máquinas de grande porte, bem como construção de novos carris, iria afectar o funcionamento normal da produção, numa época que se prevê de muitas encomendas.
- O segundo motivo deve-se ao facto de a empresa estar a finalizar a construção de dois novos *gabarits*, que terão como particularidade um mecanismo capaz de empilhar no máximo 5 bases/tectos em cada *gabarit*, poupando desta forma o uso excessivo da ponte rolante, minimizando custos de transporte.

Deste modo, a implementação do novo *layout* será feito, na segunda quinzena de Agosto, altura em que a empresa pára a produção e entra para férias.

Adicionalmente ao tema principal da dissertação, serão também analisados os resultados obtidos no que respeita à melhoria efectuada no dossier de Concepção e Inovação.

5.1 Solução aceite para o sector da soldadura

A solução aceite para o sector da soldadura foi a alternativa A3 (ver Figura 40).

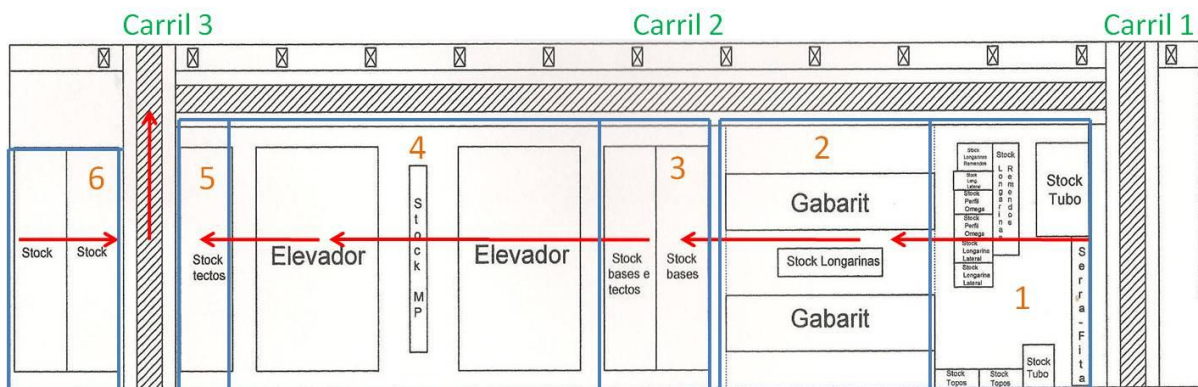


Figura 40 - Solução aceite no sector da soldadura

Esta foi, sem dúvida, a alternativa mais vantajosa para este sector, onde a implementação de um *layout* dispondo os processos pela sequência da produção de bases e tectos, vai não só reduzir o uso de ponte rolante, diminuindo custos importantes para a empresa, como também reduzir inúmeros desperdícios verificados actualmente.

Desta forma, com a criação de um fluxo em linha e de uma melhor utilização do espaço físico, vai permitir, com a introdução de carrinhos de apoio e de material, a redução de movimentação de materiais, produtos e pessoas, que além de utilizar de forma mais eficiente os recursos da empresa, garante maior flexibilidade do sistema de produção.

5.2 Solução aceite para o sector de montagem

A solução aceite para o sector de montagem foi a alternativa B2 (ver Figura 41).

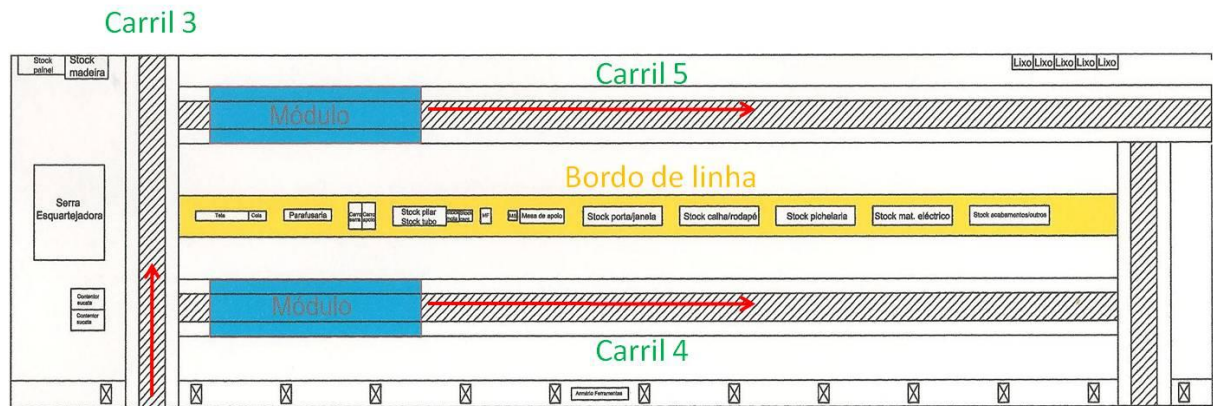


Figura 41 - Solução aceite no sector de montagem de módulos

Apesar de ter sido a solução aceite pela empresa cliente, houve uma discussão entre esta alternativa e a alternativa B3 (ver Figura 34). A escolha fez-se fundamentalmente pela maior flexibilidade no sector, designadamente por maior espaço entre as linhas de montagem e o bordo de linha nesta alternativa, dando maiores garantias de permitir um correcto funcionamento do comboio logístico para abastecimento de postos.

Como foi referido no capítulo anterior, a vantagem da alternativa B3 está no facto de conter, além de duas linhas de montagem sobre carril, um carril de saída exclusivamente dedicado à saída dos módulos para posterior pintura ou até, em épocas mais chuvosas, permitir manter os módulos concluídos dentro da secção (a área destinada situa-se no exterior), garantindo a sua qualidade e, portanto, a satisfação do cliente.

Contudo, a maior flexibilidade do sistema de produção na alternativa aceite prevaleceu sobre um eventual estrangulamento no carril de saída, pois, apesar de na alternativa 3, haver uma maior utilização de espaços, corria-se sérios riscos de, por exemplo, o empilhador não passar no corredor, criando dificuldades no abastecimento dos postos de trabalho ou até mesmo os operários não terem o devido espaço para trabalhar correctamente pois, por vezes, usam ferramentas/acessórios de maior dimensão.

Esta alternativa tem como vantagens principais:

- Utilização de *layout* por produto, em que equipamentos e processos estão organizados na sequência específica
- Existência de um bordo de linha, o que vai diminuir distâncias percorridas, bem como tempos de espera
- Área definida para stock de materiais e produtos
- Diminuição de stocks intermédios
- Melhor qualidade nos artigos e produtos
- Maior organização
- Fluxo em linha
- Maior flexibilidade

5.3 Solução completa

Na Figura 42 (anexo T), temos a solução completa para a secção de produção de módulos.

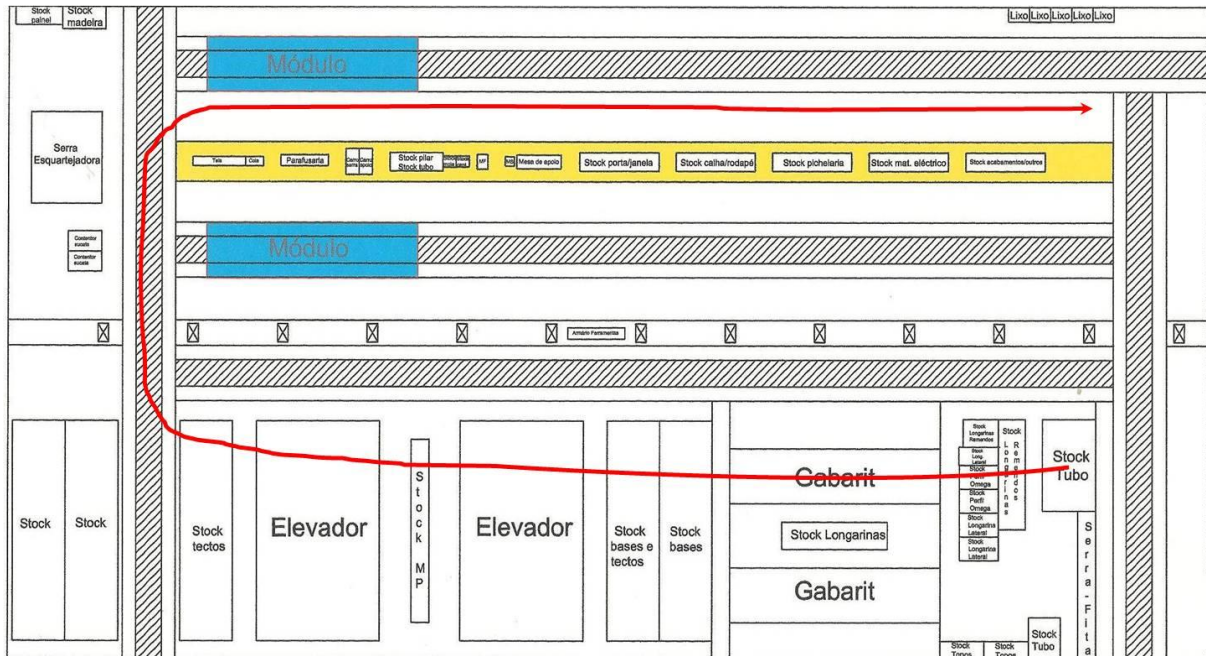


Figura 42 - Solução completa aceite

Como se pode analisar através da Figura 42, foi criado, com a junção de ambas as alternativas escolhidas, um *layout* tipo U, onde é seguido um fluxo em linha nas operações de produção, em que as máquinas e as estações de trabalho são dispostas em forma de um U.

Este tipo de *layout*, traz grandes vantagens, designadamente:

- Capacidade de um só operário supervisionar a entrada e a saída da linha
- Diminuição das distâncias percorridas
- Diminuição do tempo de transporte de materiais
- Diminuição de movimentação de operários
- Possibilidade de o mesmo operário trabalhar em diferentes estações
- Melhor comunicação entre operários
- Maior facilidade no balanceamento da produção
- Maior flexibilidade
- Menor stock
- Melhor controlo da qualidade
- Melhor controlo visual das operações

Nesta solução global, há um aumento do fluxo de valor, isto é, os produtos passam mais rapidamente pela secção, levando à redução de stocks e do *lead time*, o que significa a redução do tempo total em que os materiais demoram a atravessar os processos, bem como do produto parado em stock, o que vai significar para a empresa uma redução de custos do processo produtivo.

Outra vantagem é a existência de carris em toda a largura e comprimento da secção, o que vai permitir à empresa combater um dos seus maiores problemas, o uso excessivo da ponte rolante, que acarreta enormes custos com o seu uso e manutenção. Além disso, reduzirá tempos de espera desnecessários, por exemplo, por parte dos soldadores quando terminam uma base ou tecto, e aguardam pela sua remoção de forma a continuar com o seu trabalho.

Relativamente às zonas de stock encontram-se devidamente organizadas de acordo com a sequência de todo o processo produtivo, isto é, existe uma zona de stock específica para bases logo após a zona da soldadura, o que permite uma diminuição das distâncias percorridas observadas no *layout* actual, onde as bases quer sejam destinadas a montagem ou destinadas a lotes, percorrem sempre o mesmo percurso até ao stock de produto semi-acabado, causando desperdício de transporte. Existe também uma zona de stock específica para os tectos, após montagem nos elevadores, antes do carril que faz a ligação entre sectores, o que de todo vantajoso. De referir, que conseguiu-se nesta solução, que a zona de stock de produto semi-acabado se mantivesse no sector de montagem de soldadura, de forma a disponibilizar mais espaço na área de montagem de módulos, e assim viabilizar a alternativa aceite para esse sector.

Em relação ao sector de montagem, o *layout* deixa de ser de posição fixa, e passa a ser por produto, em que todo o material e equipamento estão dispostos pela sequência específica de montagem. Foram criadas duas linhas de montagem, onde o módulo vai percorrendo o carril, desde o início até ao fim de montagem, sendo alimentado por um bordo de linha que se encontra entre as duas linhas de produção.

Assim, a criação deste bordo de linha, irá permitir a redução de distâncias percorridas e tempos de espera, mas fundamentalmente, criar áreas definidas para todo o stock de materiais e produtos, o que além de diminuir stocks intermédios e melhorar qualidade nos artigos e produtos, dará uma maior organização ao sector, bem como criar um ambiente limpo, algo que certamente dará maior motivação aos operários.

Outra vantagem importante, é uma melhor comunicação com o armazém, pois com a definição dos espaços para stock no bordo de linha, vai facilitar o seu controlo, e como tal reduzir movimentações desnecessárias entre o armazém e a secção de produção de módulos, como exposto no capítulo 3 (ver Figura 17). Na verdade, actualmente, esta movimentação é constante, pois é pedido material à medida que a montagem é feita, tendo sido observado por exemplo, o empilhador vir do armazém apenas para entregar uma porta necessária à montagem do módulo. Casos similares a este repetem-se diariamente na empresa, algo que com esta solução será evitado.

Espera-se assim, com a implementação desta solução, obter maior eficiência e flexibilidade na secção de produção de módulos.

5.4 Solução aceite para a Concepção e Inovação

Após reunião com todo o departamento de produção da empresa, decidiu-se implementar os documentos criados e apresentados no capítulo 4.

Para isso, foi feita uma breve apresentação da metodologia aplicada nos documentos, para que, cada um dos responsáveis pelas secções da empresa, entendesse a finalidade de cada um dos documentos criados, e assim percebesse as vantagens do seu uso imediato.

Actualmente, o novo dossier de Concepção e Inovação é utilizado por todos, e segundo os responsáveis trouxe as seguintes vantagens:

- Padronização dos documentos
- Maior organização
- Melhor planeamento
- Melhor controlo de custos
- Maior facilidade na consulta e interpretação do dossier
- Melhoria de comunicação entre o departamento de produção
- Melhoria no fluxo de informações
- Maior rapidez na execução das tarefas

Desta forma, conseguiu-se, no departamento de produção, maior flexibilidade e eficiência no que respeita à concepção e inovação.

6 Conclusões e trabalhos futuros

Esta dissertação teve como objectivo principal a implementação do *Lean Manufacturing* numa indústria metalomecânica, permitindo-me aplicar não só os meus conhecimentos académicos, como também lidar com o ambiente empresarial.

Não foi uma tarefa fácil de cumprir, onde a resistência à mudança foi uma constante durante estes últimos cinco meses, pois o facto de as pessoas conviverem diariamente com o desperdício, torna-os parte desse processo, diminuindo a abertura de mentalidade para a inovação e melhoria contínua, valores cruciais para o sucesso de qualquer empresa.

Por isso, não é fácil implementar esta filosofia, que requer, por vezes, uma mudança radical de mentalidade, valores e disciplina. Daí a importância de motivar as pessoas, dando primazia à comunicação, pedindo-lhes a sua opinião e partilha de conhecimento, de forma a gradualmente conseguirmos justificar o nosso ponto de vista, neste caso, o ponto de vista *Lean*.

O trabalho de dissertação consistiu em três fases, levantamento inicial, de forma a conhecer o processo produtivo da empresa, apresentação de alternativas aos problemas e, por fim, escolha da solução a implementar para resolver esses problemas.

6.1 Conclusões

Apesar de todos os objectivos propostos pela empresa terem sido cumpridos com sucesso, com o passar dos meses, o impulso inicial de todo o departamento de produção, no que respeita à melhoria, foi-se perdendo. Isto deve-se ao facto de o *Lean Manufacturing* ser uma filosofia cujos resultados não aparecem com a rapidez desejada, pois primeiro é preciso fazer um levantamento exaustivo de todo o processo produtivo, observar desperdícios, e isso cria desconfiança por parte das pessoas, que não entendem que o trabalho que está a ser feito é, não só para o sucesso da empresa, mas também para o sucesso de cada um.

Não tenho dúvidas que a implementação do *Lean Manufacturing* é fundamental para o sucesso futuro da empresa CAPA, contudo penso que a duração do projecto foi curta, pois uma das características desta filosofia, é o envolvimento das pessoas e motivá-las na melhoria contínua dos processos. Algo que foi e continua a ser feito, de forma a contagiar tudo e todos, e assim transformar a CAPA numa empresa *Lean*, ou seja, numa empresa que produza e entregue qualquer produto, em qualquer dia, ao menor custo e com a qualidade que satisfaça plenamente o cliente.

Esta desconfiança e falta de envolvimento, contudo, não retirou toda a motivação e empenho em cumprir todos os desafios propostos pela empresa CAPA.

Em relação à Concepção e Inovação, procedeu-se à análise do dossier utilizado pela empresa, onde se detectou informação em duplicado, falta de informação e não padronização dos documentos, originando um dossier com uma fraca organização e de difícil interpretação. Criou-se então um novo dossier seguindo uma metodologia aplicada pela XC Consultores nas empresas cliente, de forma a corrigir e a melhorar os problemas identificados no capítulo 3.

Actualmente todo o departamento de produção utiliza o novo dossier de Concepção e Inovação, onde as vantagens são elogiadas por todos, especialmente a padronização dos documentos e um melhor planeamento dos projectos. Desta forma, há uma maior produtividade de todo o departamento e uma economia do tempo dispendido na realização dessas tarefas, tornando as pessoas tão eficientes no departamento como no chão de fábrica

Relativamente ao assunto principal deste trabalho, o estudo e desenho de um novo *layout* para a secção de produção de módulos, a sua implementação será feita no mês de Agosto, devido aos motivos referidos no capítulo 5. O objectivo deste novo *layout* foi reduzir os desperdícios inerentes aos processos de produção, o desgaste das pessoas e melhorar a comunicação visual.

Para isso foi adoptada a visão da XC Consultores, privilegiando o trabalho no terreno, onde foi feito um levantamento do processo produtivo, da família de produtos, dos materiais utilizados, das quantidades vendidas, bem como utilizadas algumas técnicas do *Lean Manufacturing*, como a identificação de desperdícios ou o diagrama de esparguete, que serviu de análise para o actual fluxo da produção e das distâncias percorridas. Desta forma criou-se um conjunto de alternativas de forma a solucionar todos os problemas identificados no *layout* actual e assim reduzir desperdícios, evitar contra-fluxos na produção e criar um melhor ambiente entre operários.

No sector da soldadura será aplicado um fluxo em linha, passando a existir uma melhor utilização do espaço envolvente com a criação de carris a todo o comprimento e largura do sector, de forma a reduzir o uso excessivo de ponte rolante, que acarreta actualmente elevados custos para a empresa. Além disso, serão introduzidos carrinhos de apoio e de material, reduzindo desperdícios de movimentação de materiais, produtos e pessoas.

No sector de montagem de módulos, o *layout* deixa de ser de posição fixa e passa a ser um *layout* por produto (ou em linha) com a criação de dois carris, destinados a duas linhas de montagem que serão alimentadas por um bordo de linha ordenado de acordo com a sequência de montagem, que irá revolucionar por completo este sector, tornando-o não só num espaço dinâmico, como irá também diminuir distâncias percorridas e tempos de espera. Além disso, todo o stock de materiais e produtos terá uma área definida, de forma a reduzir custos e melhorar a qualidade nos artigos e produtos.

Com a implementação destas soluções para os dois sectores, será criado na secção de produção de módulos um *layout* tipo U, onde será seguido um fluxo em linha nas operações de produção, em que as máquinas e as estações de trabalho são dispostas em forma de um U. Isto conduzirá a grandes vantagens como a uma diminuição de 50% nas distâncias percorridas, a uma diminuição de movimentação de operários, à capacidade de um só operário supervisionar a entrada e a saída da linha, a uma melhor comunicação entre operários, a um melhor controlo de qualidade, a uma maior facilidade no balanceamento de produção e a uma melhor gestão visual das operações. Com isto espera-se garantir uma maior flexibilidade e eficiência no actual sistema de produção.

6.2 Trabalhos futuros

Este trabalho consistiu, fundamentalmente, em preparar o chão de fábrica de forma a aplicar-se, no futuro, ferramentas mais complexas do *Lean Manufacturing*. O próximo passo será, portanto, educar todos os intervenientes no processo produtivo, de forma a tirar o máximo proveito do novo *layout* da empresa.

Para isso será importante aplicar a metodologia 5S nos postos de trabalho, de forma a mentalizar as pessoas das vantagens de trabalhar num local organizado, algo que será possível com a implementação do novo *layout*, permitindo assim melhorar a organização, aumentar a produtividade e especialmente, diminuir os desperdícios inerentes à produção.

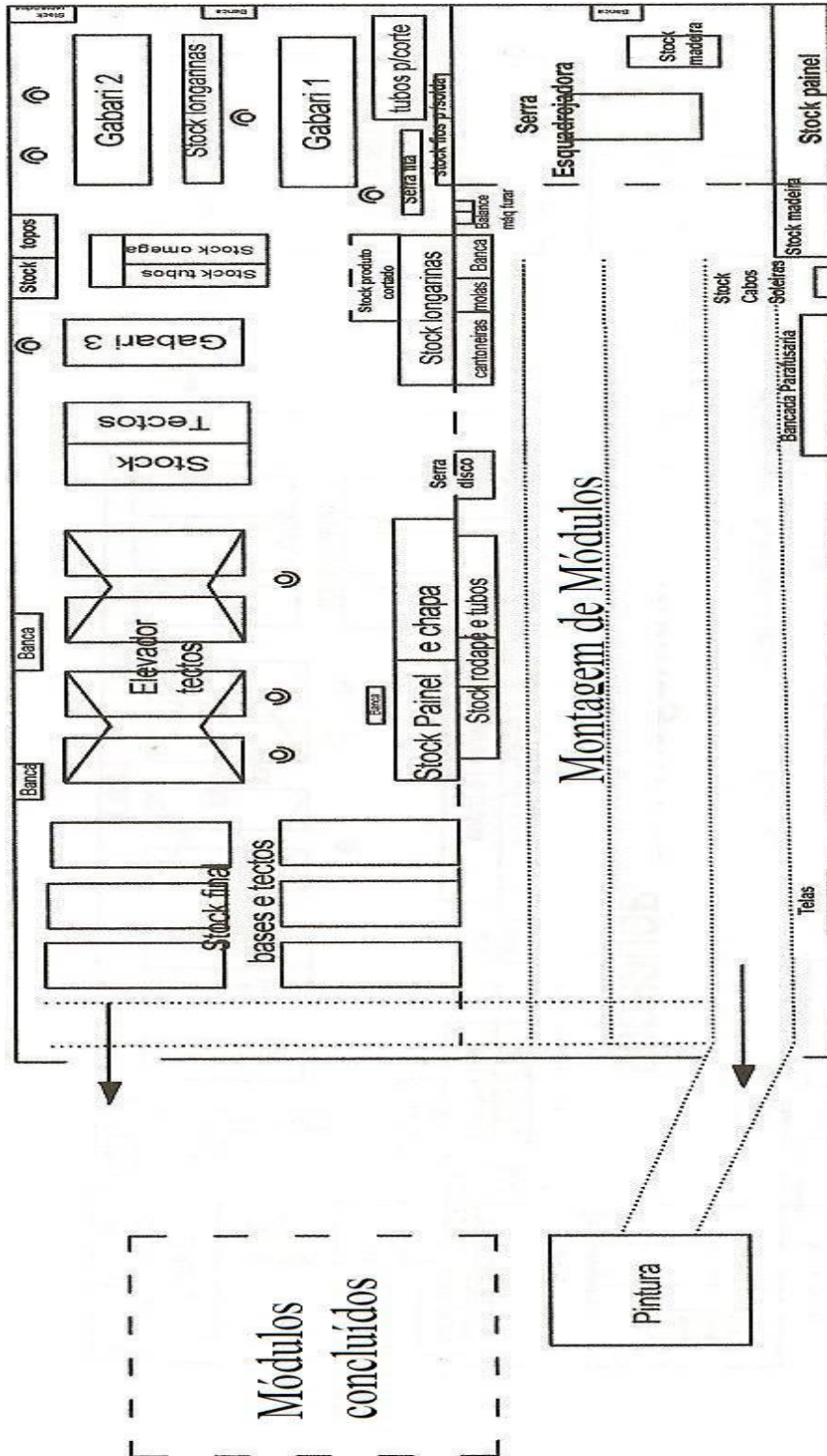
Com a criação do novo bordo de linha, será também importante criar um supermercado de forma a substituir os empilhadores por comboios logísticos, permitindo o correcto funcionamento no abastecimento de postos a um custo não tão elevado e assim conduzir a uma redução do desperdício de transporte e de movimentação, à redução de stock e à redução do *lead time*.

De referir também que o novo *layout* será não só implementando na empresa CAPA em Portugal, como também nas empresas sediadas em Angola e Moçambique, permitindo prever uma continuidade do trabalho desenvolvido até ao momento.

Referências

- Imai, Masaaki (1996). *Gemba Kaizen: Estratégias e técnicas do Kaizen no piso de fábrica*. Imam. São Paulo.
- Imai, Masaaki (1988). *Kaizen: A estratégia para o sucesso competitivo*. Imam. São Paulo.
- Imai, Masaaki (1997). *Gemba Kaizen: A commonsense, low-cost approach to management*. McGraw-Hill.
- Rother, Mike; Harris, Rick (2001). *Creating Continuous Flow*. The Lean Enterprise Institute. Cambridge.
- Pinto, João Paulo (2006). *Gestão de Operações na indústria e nos serviços*. Lidel.
- Bicheno, John (2000). *Cause and effect Lean*. Picsie Books.
- Bicheno, John (2004). *The new lean toolbox*. Picsie Books.
- Press, P. (2002). *Identifying waste on the shopfloor*. Shopfloor Series.
- Press, P. (2002). *5S for operators: 5 pillars of the visual workplace*. Shopfloor Series.
- Ohno, Taiichi (1997). *O sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala*. Bookman.
- Womack, James (1990). *The machine that changed the world*. Rawson Associates.
- George, Michael (2005). *The lean six sigma pocket*. McGraw-Hill.
- Pires, António (1999). *Inovação e desenvolvimento de novos produtos*. Edições Sílabo.
- Sebenta de Gestão da Qualidade Total (FEUP, 2008).
- <http://www.xcconsultores.pt>, acedido em Março de 2010.
- <http://www.capa.pt>, acedido em Março de 2010.
- <http://www.vision-lean.pt>, acedido em Junho de 2010.
- <http://www.lean.org.br>, acedido em Maio de 2010.

ANEXO A: Layout actual



ANEXO B: Levantamento inicial no sector da soldadura

Soldadura		Montagem tectos	
nº	Material	nº	Material
	perfil omega tubo rectangular 40x30 tubo rectangular 100x60 longarina frontal base longarina lateral base longarina frontal tecto MAC longarina lateral tecto MAC longarina frontal tecto MEX longarina lateral tecto MEX triângulo de elevação esquadro canto tubo descarga cola/veda (sikaflex) fio solda		buñil parafuso/porca/aniha tecto falso telha painel sandwich tinta branca cola/veda (sikaflex) esferovite sika remover lã de rocha
nº	Ferramenta	nº	Ferramenta
3	martelo grampo fita métrica máscara luvas protector auricular óculos protecção avental gabarit		martelo pistola cola/veda fita métrica capacete luvas pincel (tinta) óculos protecção
nº	Máquina-Ferramenta	nº	Máquina-Ferramenta
1 6 8 1	serra-fita máquina soldar rebarbadora balancé mecânico	1 2 1 2	serra aparafusadora rebarbadora elevador

ANEXO C: Levantamento inicial no sector de montagem

Montagem inicial		
Base	Lateral	Tecto
tela vinilica chapa anti-derrapante madeira cola parafuso auto-perfurante	pilar parafuso anilha fêmea cantoneira calha painel sandwich mola soleira	tela "asfalta" tubo descarga
Montagem final		
Pichelaria	Material eléctrico	Material diverso
base de chuveiro tubo pvc sanita autoclismo lavatório mono-comando torneira sifão varão válvula de emergência válvula de esfera acessórios pvc bicha flexível conjunto de entrada de água	ar condicionado lâmpada armadura interruptor tomada botão de pressão/vasculante cabo eléctrico termoacumulador gerador quadro eléctrico disjuntor caixa de derivação	cola/veda (sikaflex) vedox tinta
Parafusaria	Acabamento interior	Acabamento exterior
Parafuso Anilha Porca Fêmea Rebite	soalho tijoleira rodapé estoro cortina postigo	contra-placado marítimo claraboia canto-lacado
Ferramentas		Máquinas-Ferramenta
serra circular rebarbadora aparafusadora fita métrica torno de banca xizato escadote	carrinho "charriot" cavelete caixa de ferramentas	serra esquadrejadora máquina de solda máquina de furar empilhador ponte rolante máquina de cintar máquina rolo de calcar tela

ANEXO D: Duplicação de informação

Concepção e Inovação	
----------------------	--

Caracterização do projecto

Caracterização do projecto	Produto	Sistema Integrado De Produção de Energia Eléctrica através de Fontes Renováveis
	Características relevantes	Auto Sustentação Energética de Locais sem Ponto de acesso à rede eléctrica nacional – Integração de produção eólica, fotovoltaica e diesel
	Materials	Turbinas eólicas, painéis fotovoltaicos, gerador diesel, estruturas metálicas, equipamentos de gestão das fontes de produção, equipamentos de transformação de energia eléctrica em conformidade com as características da rede eléctrica nacional.
	Documentos de referência	Estudo Esquematizado resultante do software PVSist.
	Legislação afecta	DECRETO-LEI n.º 363/2007 de 2 de Novembro; PORTARIA n.º 201/2008 de 22 de Fevereiro; Regulamentação do D.L. N.º 68/2002, de 25 de Março

Planeamento	X	Responsável	Data Prevista	Verificação Execução	Observações
Desenhos Técnicos					
Instruções técnicas (máquinas e ferramentas)					
Métodos e processos de produção					
Inspecções		Carlos Silva	Dezembro 2008	Encerrado	
Ensaios		Carlos Silva	Dezembro 2008	Em curso	Capa
Validações		Carlos Silva	Janeiro 2009	Encerrado	
Custos		DP/DÁprov	Janeiro 2009	Encerrado	
Outros:					

Observações:

MO.0084/2008

Acção	Cronologia	Plano de Acções - Energias Renováveis - 2007/2010 - PROJECTO "CASA SÓ"								Responsável	Situação		
		1º Trimestre 2007	2º Trimestre 2007	3º Trimestre 2007	4º Trimestre 2007	1º Trimestre 2008	2º Trimestre 2008	3º Trimestre 2008	4º Trimestre 2008				
DESENVOLVIMENTO E INSTALAÇÃO DE UM SISTEMA AUTOSUSTENTADO ENERGÉTICAMENTE NUMA EXPLORAÇÃO "CASA SÓ"											11-07-2007 Desenvolvimento e instalação de um sistema eólico de 10KW com linha de transporte em média de tensão devido à distância entre o ponto de produção e o ponto de consumo; acumulação da energia produzida em baterias e com gestão automática da comutação entre a produção eólica e o gerador diesel	HLUCA	EM FUNCIONA/
Desenvolvimento de um Transformador Trifásico para carregamento do banco de baterias											07-04-2008 Adquirimos um transformador trifásico em triângulo 400V/150V (tenões à medida calculadas pelo dep produção) para acoplarmos ao regulador de carga do sistema eólico para carregamento do banco de baterias	CA	EM FUNCIONA/
AUMENTO DA CAPACIDADE DE PRODUÇÃO COM INSTALAÇÃO DE 3,5KW EM PAINÉIS FOTOVOLTAICOS + GESTÃO AUTOMÁTICA DA CARGA DO BANCO DE BATERIAS											08-01-2010 Aumento da potência instalada em 3,5KW através de painéis fotovoltaicos em harmonia técnica com a produção eólica. Instalação de sistema de gestão automática do carregamento do banco de baterias através do gerador diesel sempre que não exista produção através das fontes renováveis	CA	EM FUNCIONA/

MO.0003/2009

ANEXO E: Excesso de informação

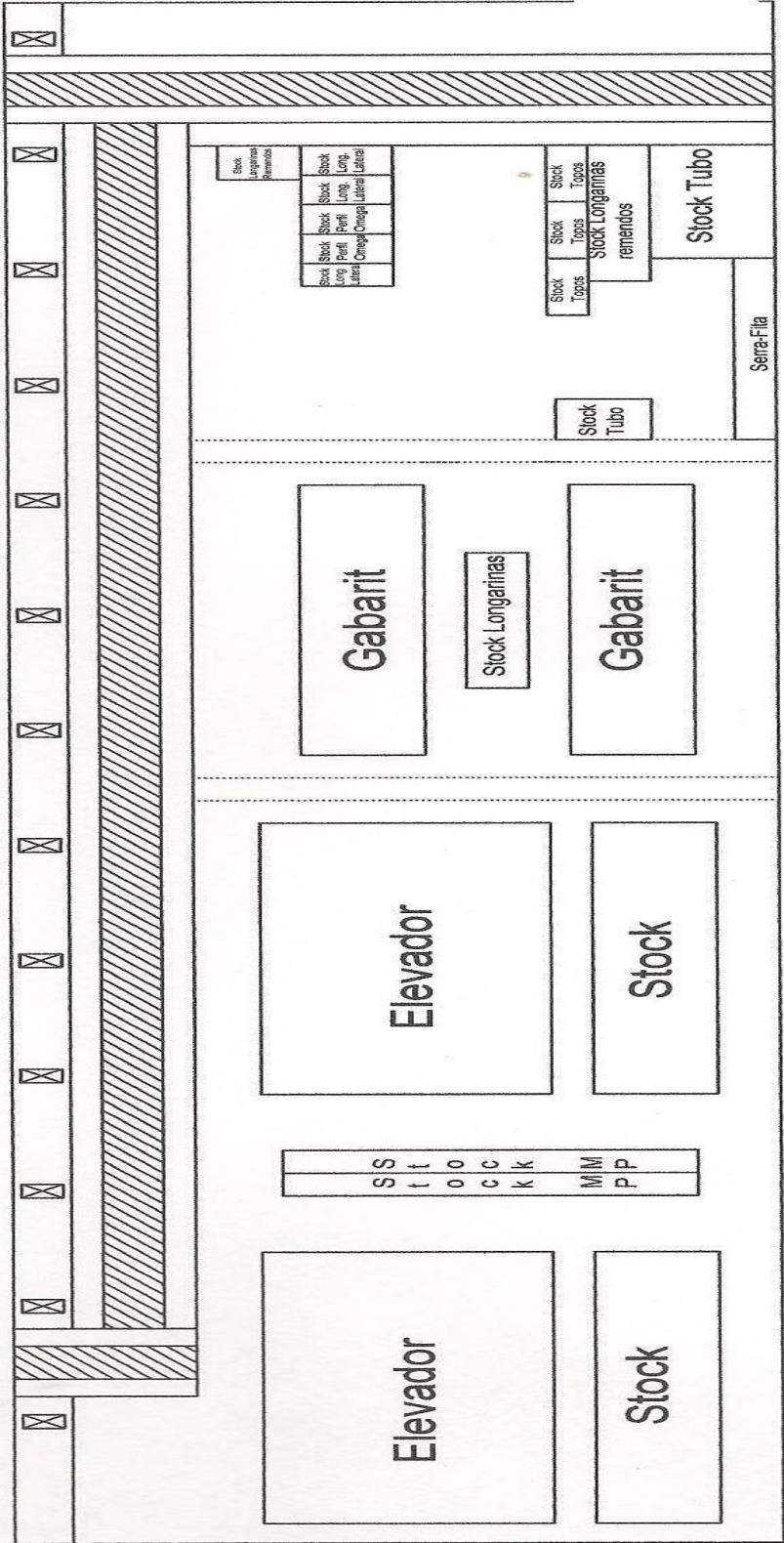
HL - Hélder Lopes; RL - Rui Lopes; LA - Luis Abreu; MP - Maria Pinheiro; DP - Dep. Projecto; NC - Nuno Casal

Data documento Jan-08
Data última revisão Abr-09
Resp. última revisão MP

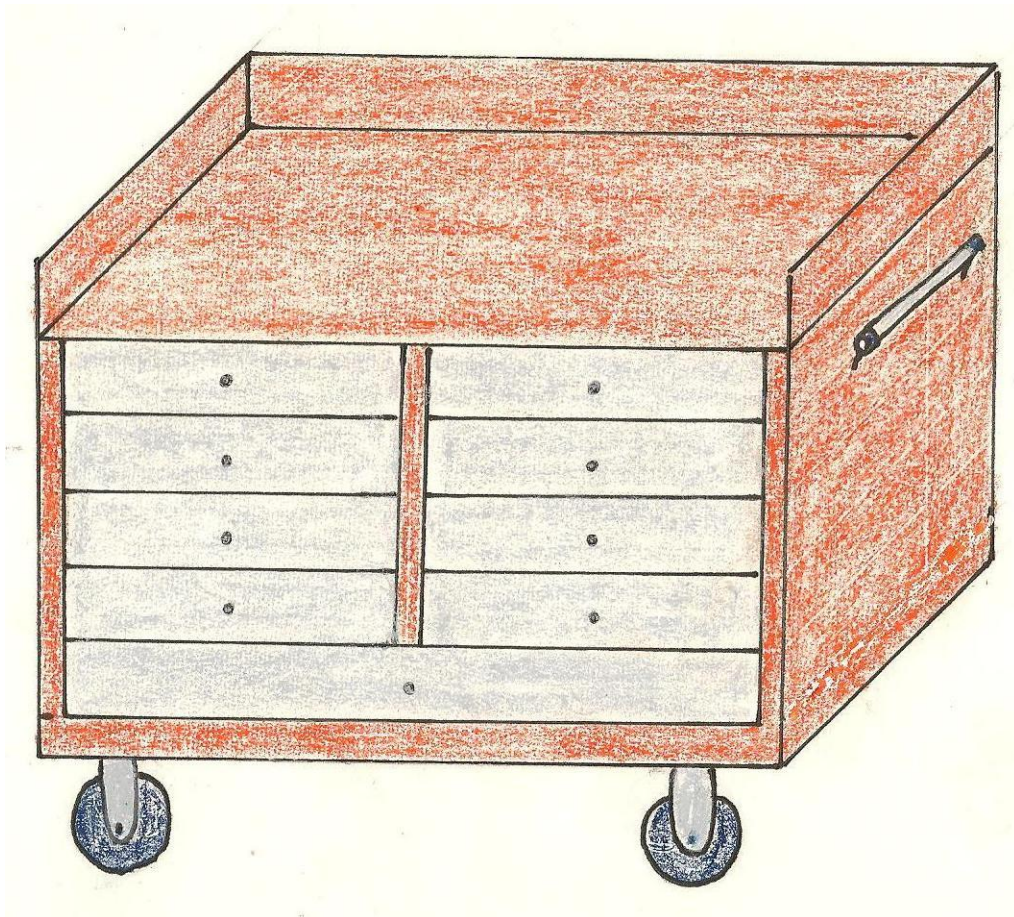
Plano de Acções - Inovação e Desenvolvimento - Produtos Ligeiros - 2008

	1º 2008	2º 2008	3º 2008	4º 2008	1º 2009	2º 2009	Respo.	Situação
Ação a Promover	Planeamento						Comentário	
Alterar a espessura da chapa utilizada em toda a gama de tampas de Transito Ligeiro para 1,5 mm, com excepção das Rasas.	Planeado						Redução de custos, continuarmos com produtos competitivos. Email 13-02-2008. Protótipos executados em Março. Verificação da medida de cada aro assim como de cada lado da tampa. As tampas não apresentam empeno. Aguardar feed-back do cliente. Junho 2008: Aprovação e conclusão por ausência de reclamação de cliente.	MP/HL/ DP/LA
Alterar a espessura da chapa utilizada nas grelhas estampadas de 100 e 150 mm, para 1,2 mm.	Planeado						Redução de custos, continuarmos com produtos competitivos. Email 13-02-2008. Protótipos executados em Março. Aguardar feed-back do cliente.	MP/HL/ DP/LA
Alterar os desenhos técnicos das tampas para a nova medida da chapa (espessura)	Planeado						Desenhos realizados e aprovados em Maio. C4352 a C4355	DP/MP/ HL
Alterar os desenhos técnicos das grelhas de 100 e 150 mm, para a nova medida da chapa (espessura)	Planeado						Aguarda disponibilidade de desenhador. Associar a este documento quando executados.	DP/MP/ HL
Projectar uma linha de Tampas de Electricidade e Telecomunicações. NR1/2/3.	Planeado						Alargar a gama de oferta ao mercado. Tampa para ser executada em chapa Xadrez. Email comercial de 23-01-2008. 02/2008: Tampa NR1 com 600x850 (útil: 600x750) - 2 tampas c/ 300x850 mm. Tampa NR2 com 1200x850 (útil: 1200x750) - 4 tampas c/ 300x850 mm. Tampa NR3 com 1500x850 (útil: 1500x750) - 5 tampas c/ 300x850 mm. Aprovado em reunião comercial e produção por Luis Abreu e Hélder Lopes em Fevereiro de 2008.	MP/HL/ DP/LA
Execução de protótipos e aprovação das Tampas NR1/2/3	Executado						Aprovado em reunião comercial e produção por Luis Abreu e Hélder Lopes em Fevereiro de 2008.	HL/LA
Abertura de códigos das tampas NR1/2/3 no sistema informático Primavera.	Planeado						Efectuado a 04/04/2008	LA/RL
Composição do produto e cálculo industrial do custo das tampas NR	Planeado						Efectuado a 09/04/2008	MP/HL
Projectar Linha de tampas para armário de energia.	Planeado						Temos a amostra da tampa existente no mercado, falta desenho. Email comercial de 23-01-2008	MP/HL/ DP/LA
Execução de protótipos e aprovação das Tampas de energia.	Executado						Protótipos efectuados e aprovados a 18/04/2008	HL/LA
Abertura de códigos das tampas de energia no sistema informático Primavera.	Planeado						Efectuado a 24/04/2008	LA/RL
Composição do produto e cálculo industrial do custo das tampas de energia.	Planeado						Utilizar o suporte informático Primavera - Gestão da Produção. Efectuado a 28/04/2008	MP/HL

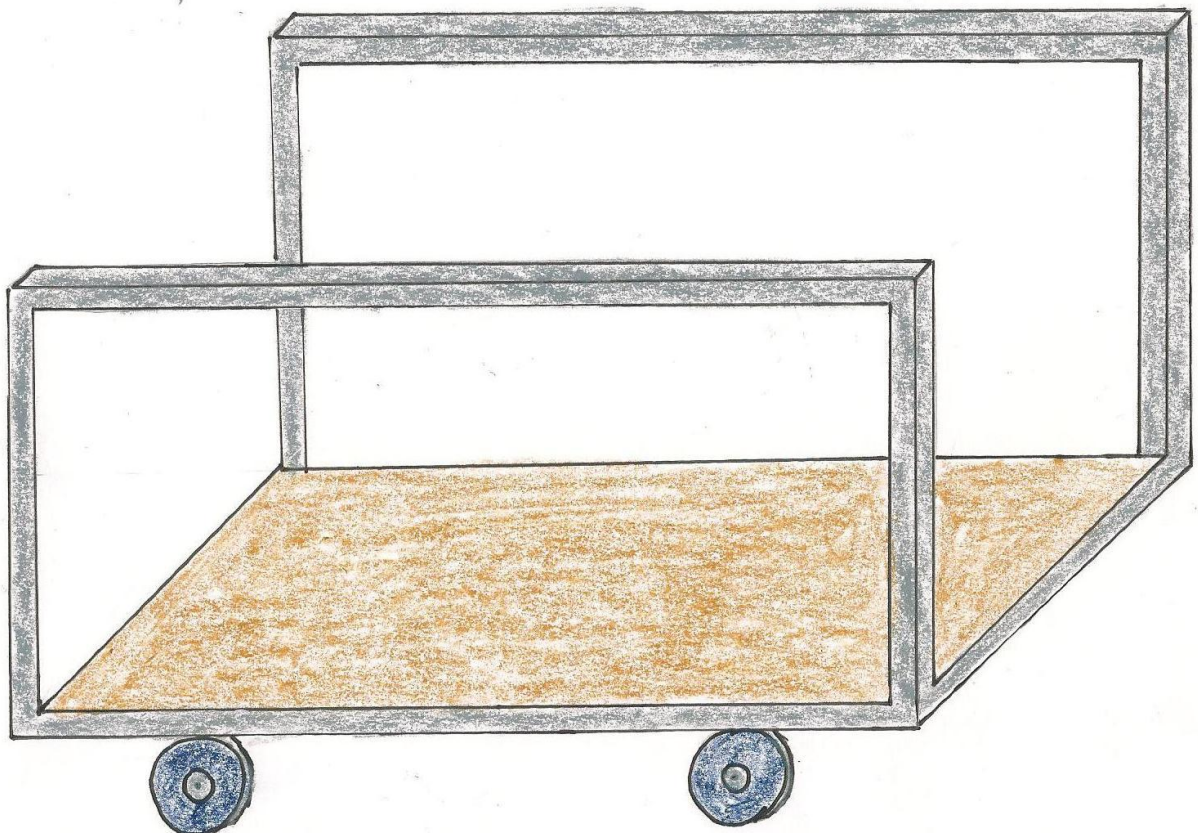
ANEXO G: Alternativa A1



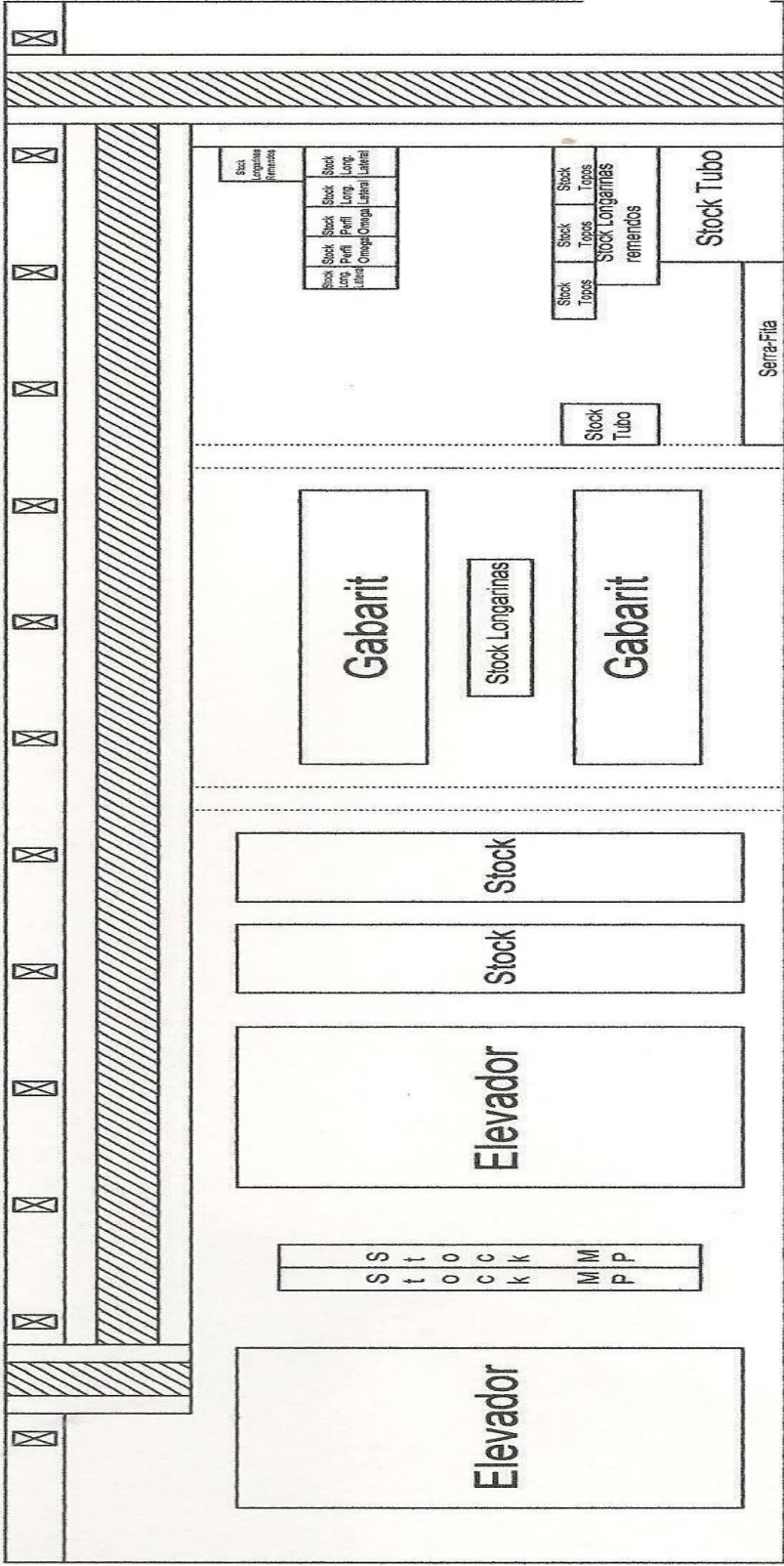
ANEXO H: Carrinho de apoio



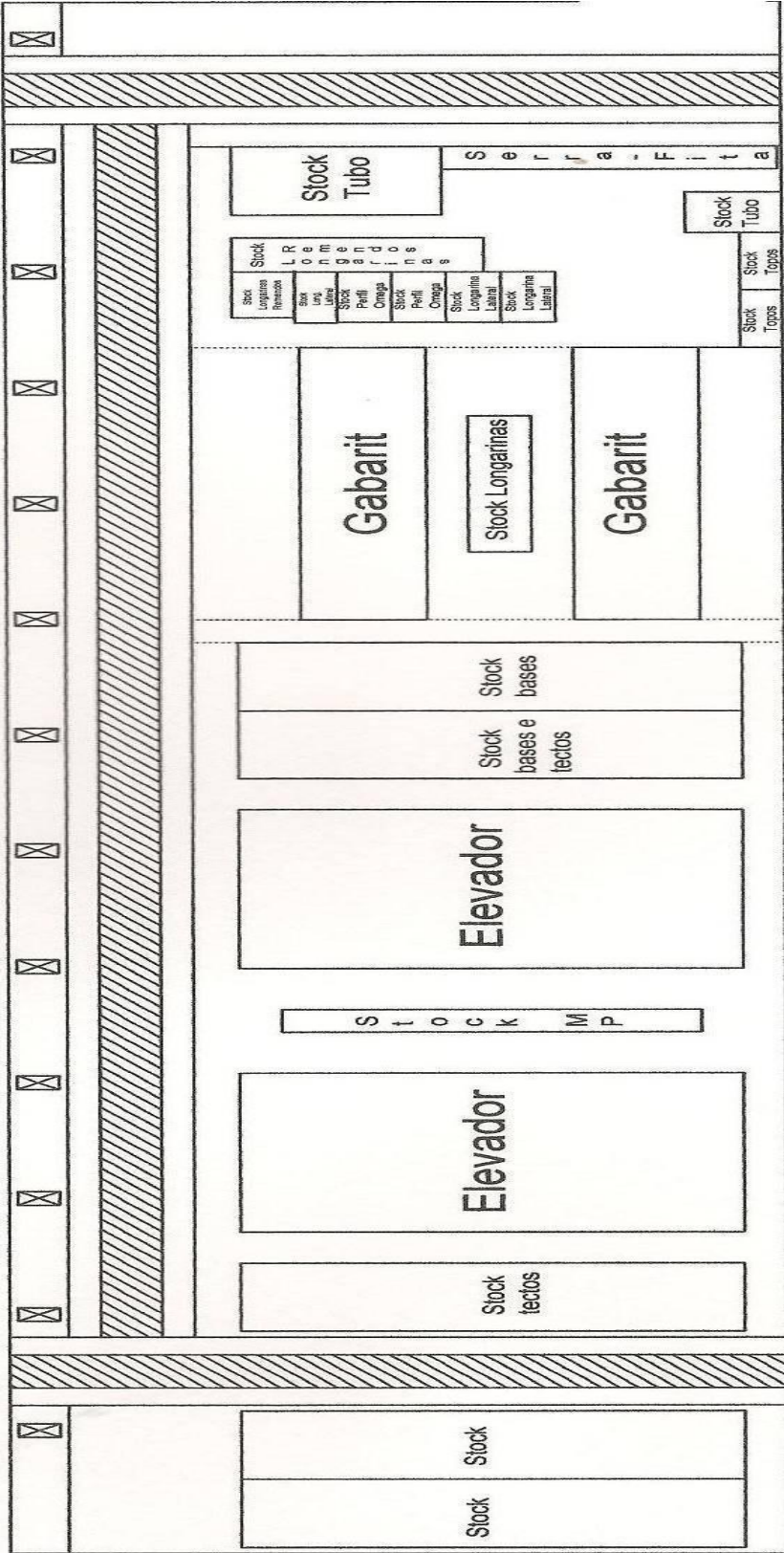
ANEXO I: Carrinho de matéria-prima



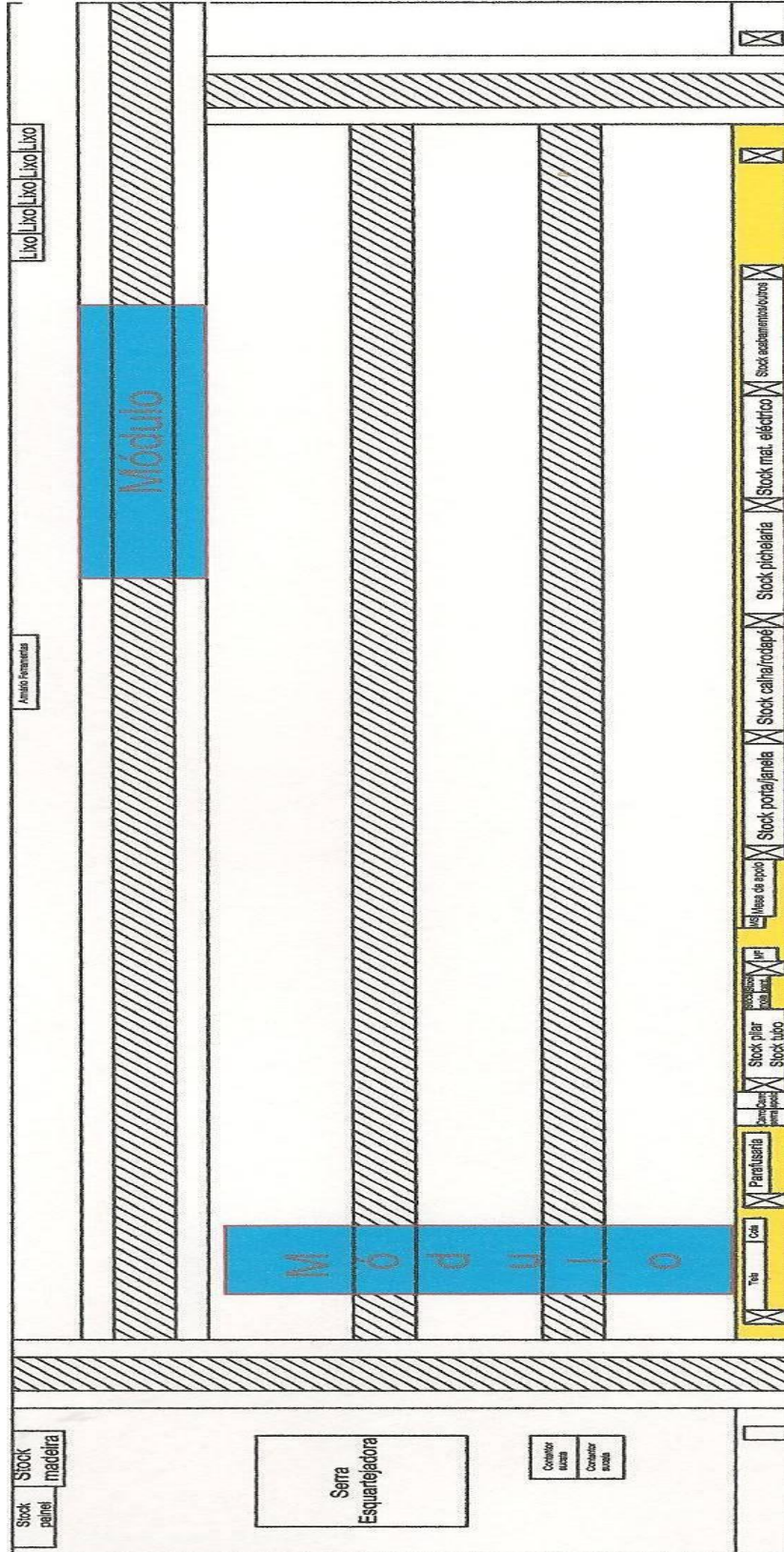
ANEXO J: Alternativa A2



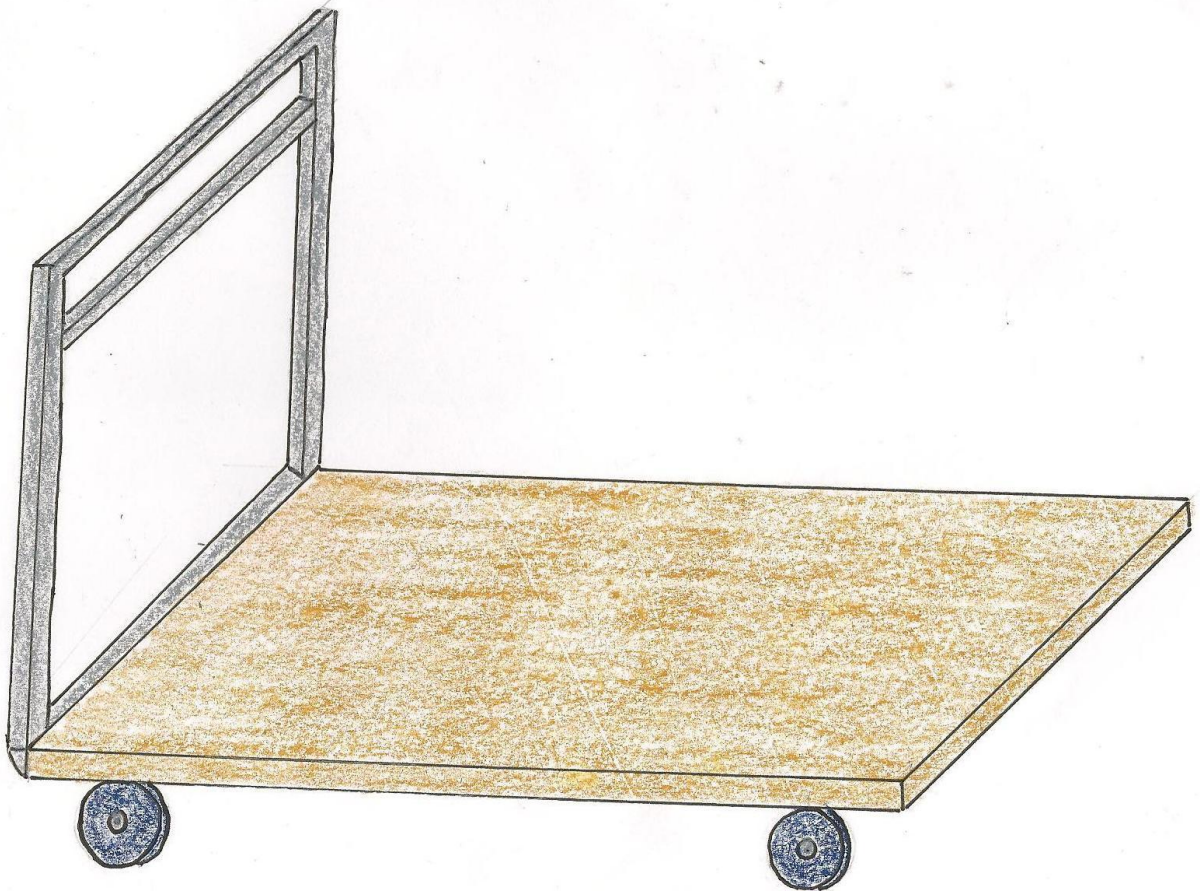
ANEXO K: Alternativa A3



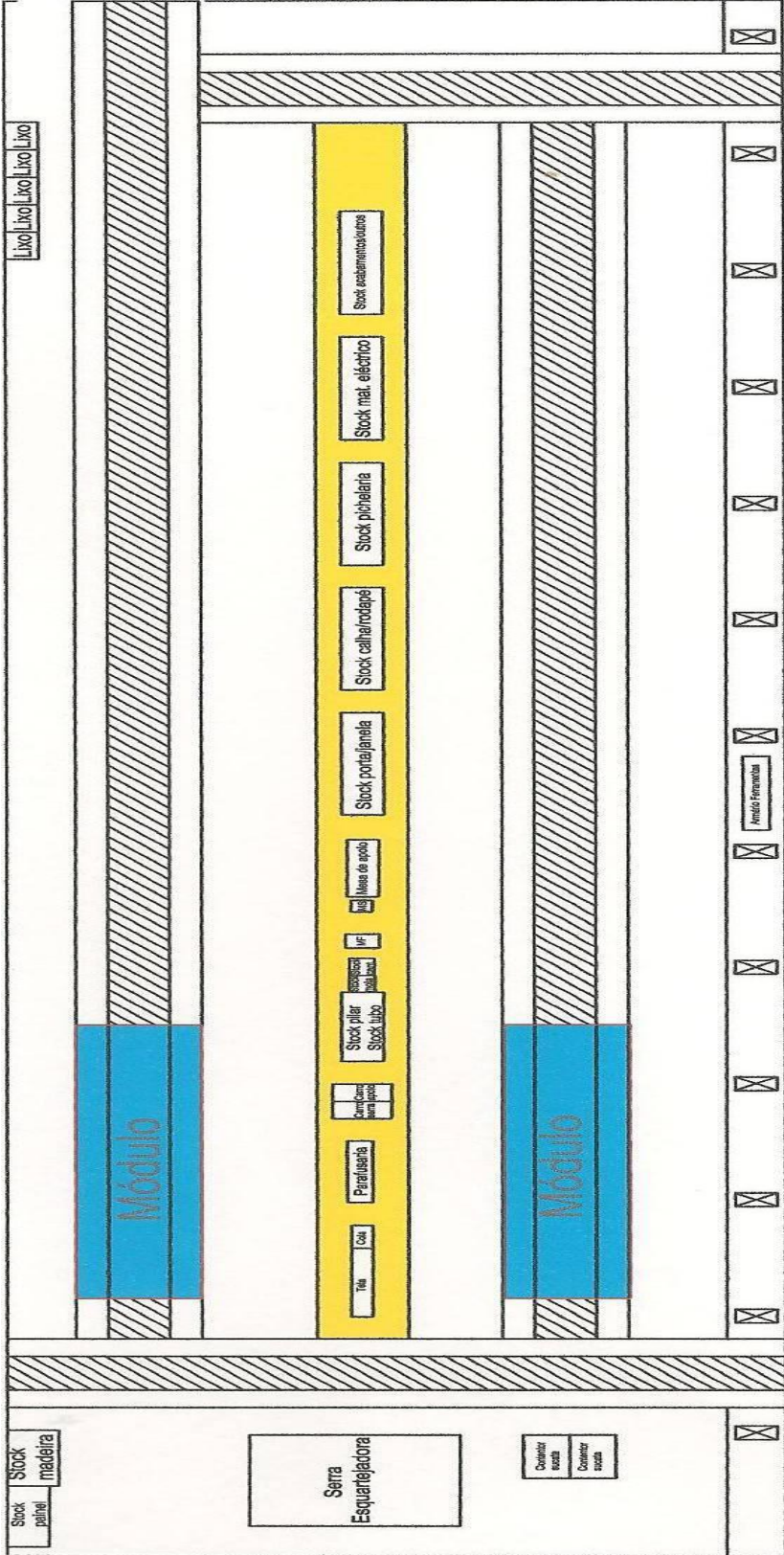
ANEXO L: Alternativa B1



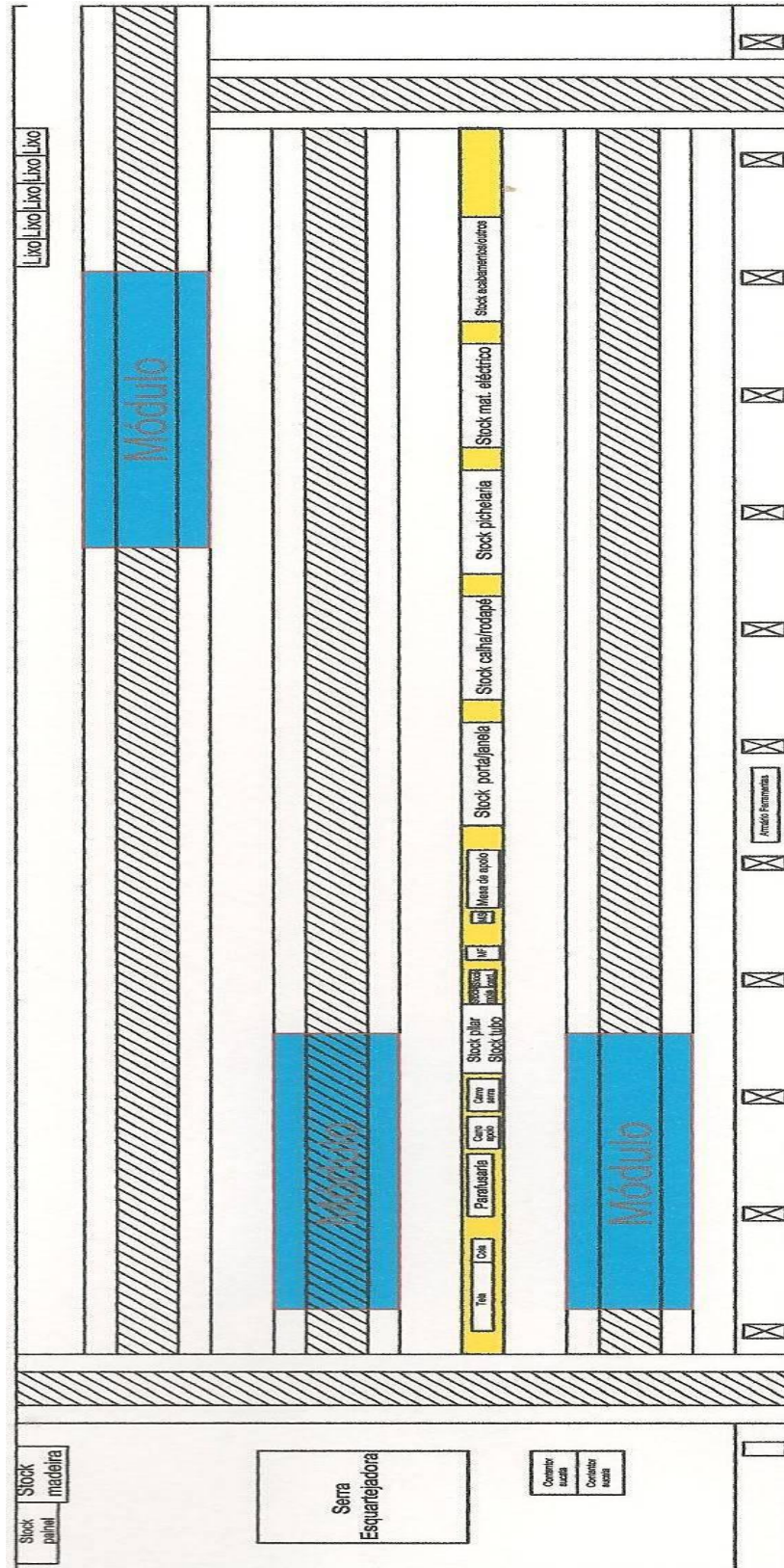
ANEXO M: Carrinho de painel/madeira




ANEXO N: Alternativa B2



ANEXO O: Alternativa B3




ANEXO P: Macro plano

 Projectos Concepção e Inovação			
Projecto	Responsável	Data	Comentários

ANEXO Q: Ficha de pré-produção de protótipos

Pré-Produção de Protótipos					
Operator	Sequência Operador	Tempo Operador	Máquina	Ferramenta	Tempo Ferramenta

ANEXO R: Mapa de acções

	Concepção e Inovação
---	-----------------------------

Caracterização do Projecto	
Produto	
Características	
Materials	
Documentos de referência	
Legislação afectada	

Planeamento									
Acção	Plano de acções								
	Desenhos Técnicos	Instruções Técnicas	1º trimestre 2010	2º trimestre 2010	3º trimestre 2010	4º trimestre 2010	Comentário	Responsável	Estado
Desenho Inicial									
Abertura Códigos									
Produção Protótipos									
Inspecção Protótipos									
Validação									

Acção	Plano de acções								
	Desenhos Técnicos	Instruções Técnicas	1º trimestre 2010	2º trimestre 2010	3º trimestre 2010	4º trimestre 2010	Comentário	Responsável	Estado
Desenho Final									
Custelo Industrial									
Criação de Instruções de Produção									
Criação de Fluxogramas									
Actualização dos PMMs									
Planos de Manutenção									
Processo Marcação CE									
Criação de Fichas Técnicas									

Responsável	Sigla
Manuel Inácio	MI
Hélder Lopes	HL
Nuno Casal	NC
Carlos André	CA
Luís Abreu	LA
Rui Lopes	RL
Dep. Projecto	DP

