

**Alteração do *Layout* e Implementação de Células de Produção na
Indústria de Embalagens na
XC Consultores**

Luís Miguel Reis Azevedo da Silva

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. Paulo Osswald

Orientador na XC Consultores: Engenheiro Luís Gomes



FEUP

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

2012-07-27

A todos aqueles que com a sua sabedoria contribuíram para me tornar a pessoa que sou hoje

Resumo

A conjuntura económica, aliada ao crescimento da oferta, obriga as empresas a dotarem-se de meios e métodos de forma a oferecer ao cliente produtos de elevada qualidade, ao mais baixo preço e o mais rápido possível de maneira a satisfazer as exigências do cliente. Esta regra também é aplicada à indústria da cartonagem. Produzir produtos de qualidade e entregar os mesmos o mais rapidamente possível é então uma exigência para os clientes deste tipo de produtos, uma vez que, a embalagem será o que o cliente visualizará primeiro, sendo necessário por isso que sejam atraentes para despertar o interesse do cliente. Caso o cliente não conheça o produto, a embalagem pode ser o ponto de atração que separa o cliente do produto.

Existem já muitas empresas dedicadas ao fabrico de máquinas especializadas para esta indústria, sendo contudo que as Manufacturas Aéme apostam na qualidade dos seus produtos sendo por isso uma empresa com muito trabalho manual. Se juntar à qualidade a inovação, tem-se assim os ingredientes necessários para obter uma empresa de sucesso.

É então importante perceber quais os processos que realmente agregam valor ao produto e eliminar os desperdícios existentes. Este processo deve ser um processo contínuo e como tal deve ser interiorizado pelos funcionários o conceito de melhoria contínua. Para tal deve-se dar formação aos recursos humanos que a empresa possui de maneira a que estes entendam as ferramentas que irão ser usadas para a melhoria da mesma.

Após esta fase de formação e conhecimento dos processos que agregam valor ao produto, deve-se pensar em gerar um fluxo contínuo, ou seja, criar condições para que o produto flua constantemente, evitando-se interrupções. A movimentação do produto de uma forma estruturada e lógica aliada a uma movimentação unidade a unidade são então objectivos.

A criação de fluxo é também conseguida através de um reajustamento do *layout* da empresa. Esta mudança será a grande base de todo o trabalho desenvolvido. A utilização de ferramentas *Lean* como os diagrama esparguetes, 5S, VSM serão de importância vital para a obtenção dos resultados pretendidos.

A mudança de *layout* permitiu assim criar um fluxo de trabalho e um sentido lógico de movimentação do produto. Os resultados obtidos confirmam o sucesso da operação. Com esta mudança ficou também perceptível que o problema da empresa não era a falta de espaço mas sim a sua má organização.

Apesar de não ser uma decisão a tomar de ânimo leve, a mudança de *layout* dotou a empresa de maiores capacidades de responder ao mercado através de uma redução do *lead time*, do espaço necessário para armazenamento de produtos, maior limpeza do espaço de trabalho e aumento da satisfação dos funcionários.

Tornar o *layout* otimizado e criar fluxo deve ser uma etapa a percorrer por qualquer empresa de qualquer sector uma vez que, uma má distribuição das máquinas, matéria prima e pessoas leva a vários tipos de desperdício. Uma fábrica otimizada obriga a ter um *layout* otimizado. Sem isso não existe nenhuma gestão de produção que consiga eliminar todos os *mudas*. Este é o primeiro e talvez mais difícil passo para criar uma fábrica *Lean*.

Changing the *Layout* and Implementation of Cell Production in Packaging Industry

Abstract

The economic situation, along with an increase in supply, requires companies to equip themselves with the means and methods to offer the customer high quality products at the lowest price and as fast as possible to meet customer requirements. This rule is also applied to the carton industry. Produce with quality and deliver them as soon as possible is therefore a need for the customers of such products, since the package is the first thing that the customer will see, so it is necessary to be attractive to the customer to catch his attention. If the client does not know the product, the packaging can be the focal point which separates the client from the product.

There are many companies dedicated to the manufacture of specialized machines for this industry but Manufacturas Aéme is betting on the quality of their products and because of that, it is a company with a lot of manual labor. If we join the quality with the innovation, we have the necessary ingredients for a successful company.

It is then important to understand the processes that actually add value to the product and remove the waste. This process should be an ongoing process and as such should be internalized by employees the concept of continuous improvement. For this, should be given training to human resources that the company has so they can understand the tools that will be used to improve the company.

After this phase of training and knowledge of the processes that add value to the product, we should think of generating a continuous flow, *ie* to create conditions for the product to flow steadily, avoiding interruptions. The movement of the product in a structured and logical unit is then one of the objectives.

The creation of flow is also achieved through an adjustment of the *layout* of the company. This change will be the foundation of all developed work. The use of Lean tools such as spaghetti diagram, 5S, VSM will be vital to achieve the desired results.

The change of *layout* allowed the creation of a workflow and a logical sense to move the product. The results obtained confirmed the success of the operation. With a good organization was also clear that the problem of the company was not the lack of space but its poor organization.

Although the decision wasn't take lightly, the change in *layout* has given the company greater capacity to respond to market by reducing the lead time, the space required for storage of products, cleaning of the workspace and increased employee satisfaction.

Making an optimized *layout* and create flow is a step that should be done in any company from any sector since a poor distribution of machinery, raw materials and people leads to various types of waste. An optimized factory requires an optimized *layout*. Without that there is no production management that can remove all *mudas*. Change the *layout* is the first and perhaps most difficult step to create a Lean factory.

Agradecimentos

À XC Consultores que me permitiu crescer como pessoa e profissional dando-me esta oportunidade. Agradeço em especial aos Engenheiros Luís Gomes, Luís Barros e António Cruz por todo o apoio prestado e por todos os ensinamentos transmitidos. Encontrei dentro da XC um ambiente perfeito para desenvolver o meu trabalho e um ambiente familiar onde todas as pessoas se dão bem. Tenho, pois, a agradecer a todas as pessoas que fazem parte da empresa e desejo que tal harmonia e camaradagem continue a ser um dos lemas.

A todas as empresas que me permitiram aplicar os conhecimentos adquiridos o meu muito obrigado, em especial para duas empresas: as Manufacturas Aéme e a Litel. A essas desejo tudo de bom e que continuem com o bom trabalho.

Não devo esquecer ainda todos aqueles com quem, durante o meu percurso académico, criei laços de amizade que nunca serão apagados. A esses o meu obrigado pela paciência demonstrada, pela amizade e compreensão.

Aos meus pais que sempre me apoiaram em tudo e muito contribuíram para o meu sucesso. A eles tudo de bom e o meu agradecimento público. Serão sempre o meu suporte.

Aos meus avós por toda a demonstração de carinho e preocupação.

À minha família em geral por sempre me terem apoiado neste meu percurso académico. Sem eles muito dificilmente conseguiria chegar onde cheguei.

Por fim, tenho de agradecer à XC Consultores pela ajuda financeira fornecida.

Índice de Conteúdos

1	Introdução.....	1
1.1	Apresentação da XC Consultores.....	1
1.2	Mudança de layout na indústria de embalagens	2
1.3	Método seguido no projeto	2
1.4	Estudo e Desenvolvimento da mudança de layout.....	3
1.5	Temas Abordados e sua Organização no Presente Relatório	3
2	<i>Lean Manufacturing</i> , melhorias da produtividade	4
2.1	Evolução até à produção Lean	4
2.2	A origem da filosofia Lean e suas características	4
2.3	Contextualização da popularização do Lean	5
2.4	5 Princípios do Lean Thinking.....	6
2.5	Pull Flow vs Push Flow	7
2.6	Lotes pequenos.....	8
2.7	Fator humano.....	8
2.7.1	Equipas dinâmicas	8
2.7.2	Tensão vs Desafio	9
2.8	Muda	9
2.9	Ferramentas Lean.....	10
2.9.1	5S.....	10
2.9.2	VSM (Value Stream Mapping)	12
2.9.3	5 Whys	12
2.9.4	SMED	13
2.9.5	Diagrama esparguete.....	14
2.9.6	Supermercados.....	14
2.9.7	Gestão Visual.....	14
2.9.8	Tipos de Layout.....	14
2.10	OEE	17
3	Manufacturas Aéme – Estado inicial	19
3.1	Levantamento do processo.....	21
3.2	Layout inicial	24
3.3	Conhecer secção a secção.....	25
3.3.1	Secção do corte e vinco manual.....	26
3.3.2	Secção furadora	26
3.3.3	Secção de forragem.....	26
3.3.4	Secção de impressão.....	27
3.3.5	Secção da prensa	27
3.3.6	Secção da termocolagem	27
3.3.7	Mesa de Cartonagem.....	28
3.4	Problemas do layout atual	29
3.5	Indicadores.....	30
3.6	Pontos fortes	31
3.7	Pontos menos positivos	31

4	Apresentação das propostas para o novo <i>layout</i>	33
4.1	Diagrama esparguete do layout inicial.....	34
4.2	Propostas para novo layout	34
4.2.1	Proposta A	35
4.2.2	Proposta B	37
4.2.3	Proposta C	38
4.3	Comparação das três propostas.....	40
5	Implementação do novo <i>layout</i>	41
5.1	Ações de formação e sensibilização.....	41
5.2	Mudança de layout e criação de células de trabalho.....	42
5.3	Fase 1 a 4	43
5.3.1	Mudança Termocolagem e balancés.....	43
5.3.2	Mudança da fresadora, furadora, forragem e utilização de paletes com rodas	44
5.3.3	Rotação da guilhotina velha e mudança da secção de impressão	44
5.3.4	Mudança da prensa e da secção do corte e vinco manual	45
5.3.5	Embalamento	46
5.3.6	Realização dos 5S	46
5.3.7	Stock intermédio no corredor central	47
5.3.8	Criação de células de trabalho	47
5.4	Ganhos obtidos com a mudança do layout	48
5.4.1	Computador para tracking das ordens e indicadores de produtividade	49
6	Outros trabalhos	50
6.1	OEE.....	50
6.2	Restantes ações	52
7.1	Conclusão.....	53
7.2	Trabalhos futuros.....	55
	Referências	56
	ANEXO A a): <i>Layout</i> inicial com medidas sem <i>stocks</i>	58
	ANEXO A b): <i>Layout</i> inicial com medidas com <i>stocks</i>	59
	ANEXO B: <i>Diagrama esparguete no layout inicial</i>	60
	ANEXO C: <i>Diagrama esparguete do layout A</i>	61
	ANEXO D: <i>Diagrama esparguete do layout B</i>	62
	ANEXO E: <i>Diagrama esparguete do layout C</i>	63
	ANEXO F: <i>Distância percorrida pelo produto em cada uma das Propostas</i>	64
	ANEXO G: <i>Layout</i> final.....	66
	ANEXO H: <i>Impacto dos 5S e mudança de layout</i>	67
	ANEXO I: <i>Mapa de produção usado inicialmente</i>	70
	ANEXO J: <i>Gráfico de introdução manual do OEE</i>	71
	ANEXO K: Suporte desenhado para transporte do lixo	72
	ANEXO L: 5S.....	73

Índice de Figura

<i>Figura 1 - Síntese do método seguido no projeto</i>	3
<i>Figura 2 - Sistema Push vs Sistema Pull</i>	7
<i>Figura 3 - Os 7 tipos de desperdício (Beyondlean)</i>	10
<i>Figura 4 - As 5 etapas dos 5S (Consultores, 2011)</i>	11
<i>Figura 5 – 5 Whys (Quality Training Portal)</i>	12
<i>Figura 6 - Como registamos a informação (Consultores, 2011)</i>	14
<i>Figura 7 - Layout por processos com representação das deslocações entre estações (Transtutors)</i>	15
<i>Figura 8 - Layout por produto (Transtutors)</i>	15
<i>Figura 9 - Layout por posição fixa (Groover, 2000)</i>	16
<i>Figura 10 - Layout celular (Transtutors)</i>	16
<i>Figura 11 - Célula em linha (Groover, 2000)</i>	17
<i>Figura 12 - Exemplos de produtos elaborados pela Aéme</i>	20
<i>Figura 13 - VSM Manufacturas Aéme</i>	23
<i>Figura 14 - Layout inicial com posição dos stocks - Anexo Ab)</i>	24
<i>Figura 15 - Fotografia da zona de corte e vinco manual</i>	26
<i>Figura 16 - Disposição do corte e vinco manual e expedição (excepto fresadora e guilhotina)</i>	26
<i>Figura 17 - Disposição da máquina de forrar</i>	26
<i>Figura 18 - Disposição das máquinas de impressão</i>	27
<i>Figura 19 - Fotografia da zona de impressão (carimbos)</i>	27
<i>Figura 20 - Disposição da zona de termocolagem</i>	28
<i>Figura 21 - Fotografia da mesa de cartonagem</i>	28
<i>Figura 22 - Falta de 5S</i>	32
<i>Figura 23 - Diagrama esparguete do layout inicial da capa e da base – Anexo B</i>	34
<i>Figura 24 - Diagrama Esparguete da Proposta A - Anexo C</i>	35
<i>Figura 25 - Mudança da mesa permite evitar grandes volumes de produto no centro da fábrica</i>	36
<i>Figura 26 - Sequência do processo logístico junto da mesa de cartonagem</i>	36
<i>Figura 27 - Diagrama esparguete da proposta B – Anexo D</i>	37
<i>Figura 28 - Diagrama esparguete proposta C – Anexo E</i>	38
<i>Figura 29 - Layout final - Anexo G</i>	41
<i>Figura 30 - Um dos slides visualizados durante a sensibilização</i>	41
<i>Figura 31 - Disposição da secção de termocolagem</i>	43
<i>Figura 32 - Novo layout da zona junto à guilhotina</i>	44
<i>Figura 33 - Disposição da secção de impressão (carimbos)</i>	45
<i>Figura 34 - Nova disposição do corte e vinco</i>	45
<i>Figura 35 - Layout da zona de embalamento</i>	46
<i>Figura 36 - Exemplos de sacos produzidos na Litel (Litel)</i>	50

Índice de Tabelas

<i>Tabela 1 - Origem das perdas nas diferentes categorias</i>	<i>18</i>
<i>Tabela 2 - Quantidades de máquinas e dimensões</i>	<i>25</i>
<i>Tabela 3 - Resumo dos indicadores.....</i>	<i>31</i>
<i>Tabela 4 - Distâncias percorridas pelo produto em cada uma das propostas</i>	<i>40</i>
<i>Tabela 5 - Ganhos com mudança de layout e 5S</i>	<i>48</i>

1 Introdução

1.1 Apresentação da XC Consultores

A XC Consultores iniciou a sua atividade em 1996 e encontra-se já a realizar trabalhos em mercados como Portugal, Brasil e Marrocos tendo como objetivo prestar serviços de consultadoria de elevado valor acrescentado visando a satisfação dos clientes, tendo duas áreas de negócio complementares: a Implementação de Sistemas de Gestão, Qualidade, Ambiente e Segurança, visando a certificação das empresas de acordo com as respetivas normas e a implementação de Melhorias de Produtividade com o *Lean Manufacturing*.

Missão

Criar valor aos clientes, colaboradores e acionistas, garantindo inovação e excelência nos processos e serviços, sustentada em relações de confiança. (XC Consultores)

Implementação de melhorias de produtividade

De maneira a tratar desta área de negócio, existe um gabinete de produtividade na XC Consultores. É neste gabinete que o projeto desenvolvido ficou alocado. Emagrecer e flexibilizar; tornar as empresas operacionalmente ágeis. É esta a missão deste gabinete.

Focando-se na melhoria dos seus produtos e satisfação do cliente, as empresas tendem a acumular gorduras nas suas áreas operacionais. Muitas vezes vistas como males necessários, acabam por gerar diversos entraves ao desenvolvimento, gerando necessidades de mais horas de trabalho, burocracias, atrasos e desmotivação dos colaboradores.

Através das metodologias *Lean Thinking*, os clientes são apoiados na implementação de uma estratégia de melhoria contínua, ultrapassando os paradigmas existentes e introduzindo novos conceitos de gestão. A abordagem de cada projeto adapta-se ao cliente, mas seguindo sempre uma orientação base: analisar o *Gemba* (o local de trabalho), realçando o que traz **Valor** para a organização e identificando e eliminando os **desperdícios**. (XC Consultores)

As organizações podem assim atingir a sua máxima performance, pela redução de *stocks* e custos e pelo aumento da qualidade, flexibilidade, motivação dos colaboradores e satisfação dos clientes. Os ganhos não se limitam a situações e locais pontuais, atingindo a organização como um todo, em todas as suas áreas: Produção, Logística, Administrativa, Comercial, etc.

Atuando com os mais recentes conceitos de melhoria de produtividade, a XC Consultores já implementou centenas de projetos *Lean Manufacturing*, com ganhos em variados campos: redução de *stocks*; redução de custos; aumento de qualidade; motivação dos colaboradores; aumento de flexibilidade e retorno do investimento.

As abordagens são diferenciadas de acordo com a área de negócio e as atividades são desenvolvidas no terreno em conjunto com o cliente, com objetivo de aumentar a viabilidade de execução das ações propostas.

Como empresa de consultadoria, o trabalho é realizado no chão de fábrica das fábricas dos clientes. Este é um processo interessante uma vez que permite conhecer várias realidades, métodos de trabalho distintos e com isso aprender sempre mais.

1.2 Mudança de layout na indústria de embalagens

Atualmente as empresas devem ser capazes de produzir diferentes tipos de produtos na mesma planta e ao mesmo tempo, permitindo assim variar a produção em conformidade com a procura. Na indústria das embalagens esta situação é ainda mais levada ao extremo fruto da grande variedade de clientes que uma empresa a operar nesta indústria tem.

Com uma correta mudança de *layout*, consegue-se tornar a empresa mais flexível. Dispondo o chão de fábrica de uma maneira otimizada, consegue-se ainda reduzir o *lead-time* e aumentar a organização da empresa, combatendo-se assim os atrasos nas entregas. Quanto à baixa qualidade dos produtos esta pode ser resultado de uma má inspeção ou mesmo uma política da empresa de comprar matéria-prima de baixa qualidade. A primeira hipótese pode ser contrariada através da criação de um fluxo unitário e em consequência uma rápida deteção de erros, ajudando o novo *layout* à criação de um fluxo contínuo.

Em jeito de resumo pode-se referir que ao analisar detalhadamente o processo produtivo da Manufacturas Aéme, foi possível detetar muitos desperdícios e em consequência disso muitas melhorias. Logo na primeira semana de trabalho foi possível perceber que, com uma mudança de *layout*, a empresa teria muito a ganhar, fruto dos muitos movimentos efetuados dentro da fábrica e que eram desnecessários, da ausência de um fluxo produtivo, da ausência de corredores de passagem, do pouco diálogo entre as pessoas entre outras coisas. Um dos problemas falados e referidos por várias pessoas era falta de espaço. Como se vai ver mais à frente, a questão não estava na falta de espaço mas sim na falta de organização.

A juntar a todos os pontos referidos anteriormente existe também um ponto importante e que obriga a uma otimização do espaço e do fluxo de trabalho: a empresa produz muitos produtos diferentes não sendo possível por isso criar um produto padrão, apesar do processo produtivo ser idêntico para todos os produtos feitos na empresa.

1.3 Método seguido no projeto

Sendo um trabalho enquadrado num serviço de consultoria da XC Consultores, foi seguida a linha metodológica existente dentro da empresa.

O projeto iniciou-se com um levantamento inicial. Este levantamento é de importância extrema para perceber as necessidades da empresa, o seu estado atual e o que se pretende para o futuro. Conhecer os funcionários e perceber as suas dificuldades e anseios é importante uma vez que estes devem sentir bem no seu local de trabalho e por isso devem estar envolvidos durante todo este projeto. Após a análise do *gemba*, propôs-se à direção uma mudança de *layout*, demonstrando-se através de uma apresentação com imagens o que poderiam ganhar com essa mudança. Esta mudança insere-se numa filosofia de realçar o que traz valor para a empresa e eliminação dos desperdícios.

A próxima etapa passa por definir os indicadores produtivos que vão ser usados como termos de comparação, para assim se perceber a eficácia da mudança da disposição das máquinas. Definidos os indicadores, há que criar uma equipa de trabalho de maneira a tornar as propostas que se encontram em papel, em situações reais. Mudado o *layout* interessa recolher de novo os indicadores produtivos de maneira a perceber-se o quanto a empresa beneficiou com a mudança. De notar que existem muitos aspetos positivos resultantes da mudança que não estão a ser contemplados pelos indicadores tal como satisfação do cliente, satisfação dos empregados, bom ambiente na empresa, capacidade de responder mais rapidamente ao cliente sobre o estado da sua encomenda, etc.

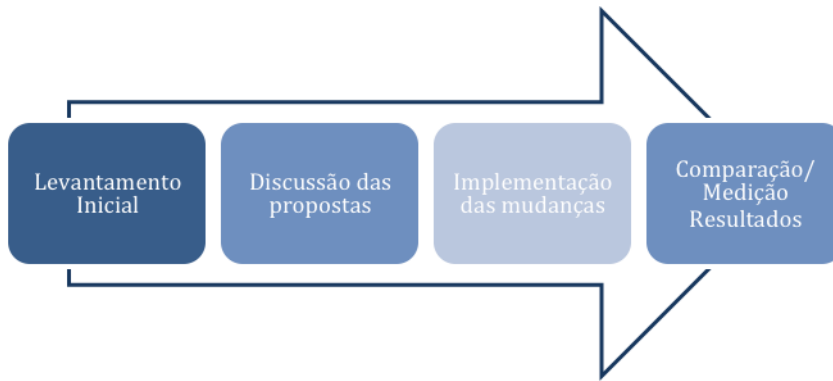


Figura 1 - Síntese do método seguido no projeto

1.4 Estudo e Desenvolvimento da mudança de layout

Logo no primeiro dia e após se ter dado uma volta à empresa foi facilmente perceptível que os funcionários andavam constantemente em movimentações desnecessárias. Para além desse *muda* detetado, foi ainda possível perceber a falta de organização, isto é, a ausência de espaços definidos para colocação de produto intermédio, produto acabado, produto obsoleto, etc. A inexistência de um fluxo produtivo tornou óbvio a necessidade de uma alteração do *layout*. Esta alteração foi proposta e até ao término do presente relatório foi implementada.

1.5 Temas Abordados e sua Organização no Presente Relatório

Após esta pequena introdução da empresa e do projeto, o próximo capítulo retrata o estado de arte e fundamentos teóricos bem como algumas ferramentas *Lean* usadas na abordagem ao projeto.

No capítulo 3 é feita a apresentação da empresa onde o projeto foi efetuado e descrito o estado em que se encontrou a empresa, o seu funcionamento e os seus pontos fortes e menos fortes. É nesta fase que se percebe a necessidade de mudar o *layout* e são então descritas essas razões.

Quanto ao capítulo 4 este retrata as propostas de mudança de *layout* apresentadas bem como os pontos positivos e menos positivos de cada uma das propostas.

É no capítulo 5 que é apresentada a solução final e a disposição final do chão de fábrica bem como as restantes ações realizadas após a mudança, incluindo os 5S.

O capítulo 6 serve para apresentar outras ações realizadas numa outra empresa que contratou os serviços da XC Consultores. Nesta empresa as grandes ações foram a criação do indicador OEE, inexistente até à data, bem como uma intervenção para eliminar alguns *muda* detetados. Para além dessas duas ações, o projeto centrou-se também nos 5S.

Por último, o capítulo 7 conclui o projeto e descreve os ganhos obtidos com este trabalho.

2 Lean Manufacturing, melhorias da produtividade

2.1 Evolução até à produção Lean

A produção artesanal foi o primeiro tipo de produção onde o produtor tem na sua empresa mão-de-obra altamente especializada e qualificada bem como ferramentas de trabalho simples mas flexíveis, produzindo exatamente o que o cliente deseja. Neste tipo de produção, é produzido um item de cada vez, sendo quase impossível que sejam produzidos dois produtos iguais e conforme o projeto. A antiga produção de espadas é um exemplo. A produção artesanal, apesar de ser de boa qualidade e flexível, leva a dois problemas de difícil resolução: o elevado custo e a baixa cadência produtiva.

No início do século XX surge, como alternativa, a produção em massa. Aqui, o produtor “utiliza profissionais excessivamente especializados para projetar produtos manufaturados por trabalhadores semi ou não-qualificados, utilizando máquinas dispendiosas e especializadas numa única tarefa” (Womack, Jones, & Roos, 2004). Nesta indústria, a cadência das máquinas é extremamente elevada na produção de produtos padronizados. Apesar de se conseguir preços mais vantajosos, existe uma necessidade de produzir o maior tempo possível o mesmo tipo de produto, devido à pouca flexibilidade da máquina e aos elevados tempos de *setup*. Neste tipo de produção, recorre-se habitualmente a horas extras e a espaço extra.

Com as peças e as medidas padronizadas, o processo de montagem torna-se muito mais rápido, uma vez que não é preciso ajustar nenhuma peça.

Nesta época da história da produção, os funcionários tinham apenas uma tarefa. Não eram eles que solicitavam as peças, ou iam atrás das ferramentas, nem tinham de entender o trabalho que o colega ao seu lado estava a fazer. Apenas se encontravam focados no seu trabalho.

Mas como em tudo, este tipo de produção também tinha desvantagens das quais se pode destacar a tardia perceção de erros. Os erros só eram descobertos no final da linha de montagem.

Por volta de 1960 surge então a produção *Lean* no termo TPS (o termo *Lean* não foi logo introduzido) que significa *Toyota Production System* e que “combina as vantagens das produções artesanal e em massa, evitando os altos custos dessa primeira e a rigidez desta última” (Womack, Jones, & Roos, 2004). Neste tipo de produção são constituídas equipas multiquificadas em todos os níveis da organização. Trata-se de produção *Lean* “por utilizar menores quantidades de tudo em comparação com a produção em massa: metade do esforço dos operários na fábrica, metade do espaço para fabricação, metade do investimento em ferramentas, metade das horas de planeamento para desenvolver produtos novos. Requer também menos de metade dos *stocks* atuais no local de fabricação, além de resultar em bem menos defeitos e produzir uma maior e sempre crescente variedade de produtos” (Womack, Jones, & Roos, 2004). Os operários possuem uma maior liberdade para controlar o seu próprio trabalho, não se podendo, contudo, dissociar esse fator ao fator responsabilidade. Os operários são agora mais responsáveis.

2.2 A origem da filosofia Lean e suas características

O *Lean Manufacturing* é uma filosofia de gestão com várias ferramentas inspiradas no *Toyota*

Production System, já adotado por empresas de quase todas as áreas de negócio, tendo em conta a sua capacidade de identificar e reduzir desperdícios (XC Consultores)

A produção *Lean* surgiu no Japão, mais precisamente na cidade de Nagoya, ilha onde fica localizada a Toyota. Para se perceber o conceito de produção *Lean* é preciso perceber/estudar a Toyota. Só após se perceber as razões para o sucesso desta empresa, se pode pensar em aplicar uma filosofia *Lean* numa empresa. Existem vários fatores que se devem realçar (Womack, Jones, & Roos, 2004):

- Na Toyota existia o conceito de emprego vitalício, onde o trabalhador entrava por volta dos 18/20 anos e só saía aos 60. Isto implicava duas coisas: segurança para os trabalhadores, mas também exigia que estes fossem “ativos na promoção dos interesses da companhia, introduzindo melhoramentos, em vez de apenas reagirem aos problemas”.
- Criação de grupos de trabalho, cada um com um líder. Ao líder da equipa, para além de coordenar a equipa, pedia-se que substituísse trabalhadores que faltavam, realizando por isso também tarefas de montagem;
- Cada equipa de trabalho torna-se responsável pelas tarefas de limpeza, pequenos reparos de ferramentas e controlo de qualidade. Para além disso, cada uma possuía um horário para sugerir medidas para melhorar o processo.
- Em claro contraste com a produção em massa, onde os erros não eram identificados, a Toyota introduziu uma corda sobre cada estação de trabalho. Esta corda era acionada quando qualquer funcionário detetasse um erro que não conseguisse resolver, fazendo parar a linha de montagem. Quando a linha parava, toda a equipa vinha trabalhar para resolver aquele problema. Com isso impedia-se que o erro se voltasse a repetir e impedia-se também a produção de grandes quantidades de produtos acabados com o mesmo defeito;
- Introdução dos 5 Porquês. Mais uma vez, ao contrário da produção em massa, onde os problemas eram tratados como eventos aleatórios, na Toyota todos os problemas eram estudados até à sua origem, ou seja, até à sua causa, para assim se encontrar uma solução para que o mesmo problema não voltasse a ocorrer;
- Reduzida quantidade de espaço, evitando deste modo a acumulação de *stocks*;
- Junto dos operários existia *stock* para menos de uma hora e as peças fluíam mais uniformemente, sendo as tarefas mais equilibradas, seguindo os trabalhadores aproximadamente o mesmo ritmo (linhas balanceadas);
- Ausência quase total de áreas de reparação. Os produtos eram quase sempre transportados da linha de produção para a expedição;
- *Stocks* ausentes ou muito reduzidos.

Posto isto, pode-se definir a produção *Lean* como uma filosofia onde só se deve produzir o necessário, quando necessário, nas quantidades necessárias, ao menor custo e com o mínimo de pessoas e espaço.

2.3 Contextualização da popularização do Lean

Num ambiente de globalização e onde a competição começa a apertar cada vez mais, surgindo mercados a oferecer produtos cada vez mais baratos, a competitividade das empresas é cada vez mais uma preocupação. A sobrevivência e superação no mercado encontram-se dependentes da capacidade das empresas atingirem altos níveis de produtividade.

Existem vários fatores que fazem com que uma empresa deixe de ser competitiva:

- Falta de flexibilidade;
- Baixa qualidade dos seus produtos;
- Atraso nas entregas;
- Altos custos de fabrico;
- Incapacidade de responder às necessidades dos clientes.

Aliado a estes fatores que podem ser combatidos pelas empresas através de uma atitude *Lean*, existe também a ameaça das economias emergentes (Brasil, Índia, China) que desmobilizam os investimentos e os clientes.

De maneira a combater todos estes pontos, as empresas devem dotar-se de metodologias que lhes permitam produzir com grande qualidade, satisfazer as necessidades dos clientes e entregar as encomendas dentro do prazo. Se uma empresa conseguir eliminar todos os seus desperdícios, consegue também sobreviver e crescer no mercado.

O que é então uma organização *Lean*? É uma empresa organizada para eliminar todas as atividades improdutivas e custos desnecessários.

2.4 5 Princípios do Lean Thinking

Valor - Especificar que processos e tarefas é que realizam valor segundo a perspetiva do cliente. O ponto de partida passa por reconhecer que apenas uma fração do total de tempo e esforço adiciona valor para o cliente final. Este valor acrescentado não é a empresa que o define mas sim o cliente. À empresa cabe procurar satisfazer as necessidades dos clientes para desta forma conseguir obter lucros. Ao definir claramente o que é valor segundo a perspetiva do cliente, todas as atividades que não acrescentam valor devem ser estudadas e eliminadas. (Cardiff University)

Fluxo de valor – A *value stream* é o conjunto de todas as atividades ao longo da empresa envolvidas em entregar ao cliente o produto. Representa o processo de ponta a ponta de entrega de valor ao cliente. Depois de perceber o que é o valor, o próximo passo é então identificar como se está a entregar esse valor ao cliente. Existem três tipos de processos: os que geram o valor para o cliente, os que não geram diretamente valor mas são necessários (manutenção, controlo de qualidade) e os que não geram valor de todo. (Lean Institute Brasil)

Fluxo contínuo – Após se conhecer o valor e identificada a cadeia de valor, deve-se pensar em gerar um fluxo contínuo, ou seja, criar condições para que o produto flua constantemente, evitando-se interrupções, deteriorações ou esperas. Produzir e movimentar um produto de cada vez ao longo do processo produtivo, sendo que cada etapa realiza apenas o que é necessário para que a etapa seguinte se inicie, deve ser o objetivo. A criação de fluxo é uma das fases mais difíceis do processo uma vez que as empresas normalmente trabalham em lotes ou por departamentos, não criando por isso fluxo.

Produção *pull* – Trata-se de perceber a procura por parte dos clientes e criar os processos necessários para responder a essas necessidades. Deve-se produzir apenas o que os clientes querem, quando querem. Deve ser o cliente final a sinalizar a sua necessidade e só após isso se iniciar todo o processo produtivo. (Lean Institute Brasil)

Perfeição – Percebido o que é o valor para o cliente, estabelecido o fluxo de valor, criado um fluxo contínuo do processo e aguardado que o cliente dê sinal para se iniciar a produção, deve-se procurar a perfeição através de uma melhoria contínua. À medida que se cria fluxo e deixa de existir as “almofadas” dos *stocks* intermédios, mais desperdício pode ser identificado sendo portanto a procura pela perfeição um processo contínuo. (Lean Enterprise Institute)

Ao seguir estes cinco princípios *Lean*, pretende-se estar constantemente a rever os processos e a garantir que os mesmos estão a agregar valor ao cliente. Com isto, a organização mantém os seus níveis de serviço, ao mesmo tempo que é capaz de crescer e implementar uma mudança sustentável num ambiente onde deve reinar a proatividade. Seguindo estes cinco princípios, será possível reduzir os desperdícios

2.5 Pull Flow vs Push Flow

Push – Sistema onde os processos operam em lotes desconectados e independente do consumo real do cliente, baseado em previsões. Esta abordagem tem a vantagem de ser mais eficaz em lidar com flutuações na procura, uma vez que o produtor possui *stock*, aumentando contudo o custo.

Pull – Sistema onde a procura real do cliente direciona a operação do processo, o qual só produz a quantidade requerida no momento em que for consumida (o que precisa, quando precisa), sendo que o fluxo de informação vai desde o cliente até ao gestor, numa direção oposta à filosofia *push*. Através de uma organização “*Pull Flow*”, existe uma otimização do fluxo de material, de informação, bem como uma redução de inventário uma vez que só se produz aquando da encomenda do cliente, não se produzindo por isso para *stock*.

O termo “*Pull*” significa que o fluxo do material deve ser puxado e iniciado pelo consumo do cliente ou pelas encomendas do cliente. (Kaizen, 2008).

Esta abordagem permite criar uma grande satisfação no cliente uma vez que permite satisfazer as necessidades destes (apenas é produzido o que o cliente precisa), inventários bastante baixos, custos reduzidos e uma constante mudança de produto para assim satisfazer as constantes mudanças de necessidades dos clientes.

Em suma, um sistema *pull* é um sistema onde o processo de produção se inicia devido à existência de uma encomenda, em oposição ao sistema *push* onde a produção é baseada em previsões, criando-se assim inventários.

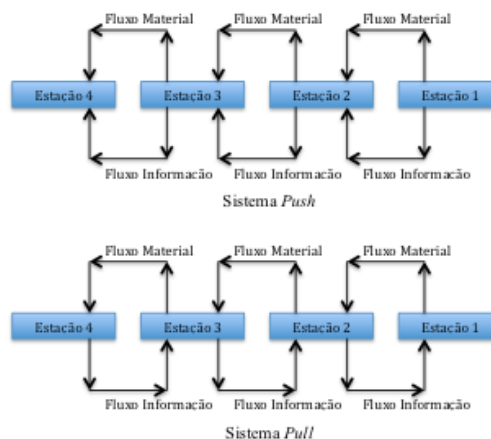


Figura 2 - Sistema Push vs Sistema Pull

Objetivos do sistema *Pull*:

1. Minimizar o inventário em processo;
2. Reagir mais rapidamente à mudança da procura/necessidades dos clientes;
3. Reduzir os defeitos.

2.6 Lotes pequenos

A produção em lotes de menores dimensões permite obter dois tipos de vantagens: uma redução de custo e maior rapidez na deteção de erros. A redução de custos ocorre devido à eliminação dos custos financeiros resultantes dos *stocks* de produtos acabados, *stocks* típicos na produção em massa. Quanto à deteção dos erros, isto pode ser explicado pelo reduzido número de peças produzidas até à primeira montagem final. Com isto evita-se os custos de produzir peças não conformes. Quando o *setup* não é baixo o suficiente para a realização da produção peça a peça, faz sentido então a produção por lotes.

2.7 Fator humano

Uma fábrica *Lean*, implica um trabalho de equipa. Deve-se transferir o máximo de tarefas e responsabilidades para os trabalhadores que realmente agregam valor ao produto (Womack, Jones, & Roos, 2004) e criar um sistema de deteção de defeitos que rapidamente relacione o problema à sua real causa.

2.7.1 Equipas dinâmicas

A junção de trabalhadores de modo a criar uma equipa dinâmica e forte não é uma tarefa tão fácil como parece. Em primeiro lugar é preciso dotar os trabalhadores de variadas qualificações, permitindo assim que todos os funcionários dentro do grupo tenham capacidade para fazer o trabalho de um outro colega de equipa caso este se tenha de ausentar, permitindo ainda a rotatividade das tarefas. No estudo computacional de Bischack (Bischack, 1995) feito na indústria de confeção têxtil, foi possível recolher algumas vantagens de possuir operadores flexíveis em detrimento de operadores fixos, sendo elas:

- Grande flexibilidade de produção, uma vez que o número de operários pode facilmente ser diminuído ou aumentado conforme as variações da procura;
- Redução de *stocks*;
- Custos laborais totais são reduzidos e aumento da produtividade por secção;
- Aumento da qualidade

Para além de ganharem essa capacidade de rotação, os trabalhadores devem ainda ser capazes de fazer reparos simples de máquinas, controlo de qualidade, limpeza e fazer solicitações de materiais. Por último, e não menos importante, trata-se do modo de comportamento dos funcionários. Estes devem ser encorajados a pensar por si próprios de modo a arranjam soluções para problemas que surgem e que possam surgir, de modo a evitar que um possível problema se torne algo de grave e sério para a empresa.

Para que as equipas se sintam envolvidas no projeto é necessário que os trabalhadores percebam que a gerência está atenta ao seu trabalho e que o mesmo é valorizado, fazendo a gerência por isso sacrifícios para os manter. Delegar responsabilidades à equipa é outro aspeto importante. A equipa deve-se sentir importante e ser constantemente desafiada para uma melhoria contínua.

2.7.2 *Tensão vs Desafio*

A constante procura por desperdícios por parte de uma empresa *Lean* pode, por alguns, ser considerada de enorme tensão para os trabalhadores uma vez que, os gerentes tentam sempre procurar desperdícios e eliminá-los. A tensão referida não é mais que o desafio contínuo que muitas vezes não é compreendido. A produção *Lean* “dota os trabalhadores das qualificações necessárias para terem controlo sobre o ambiente de trabalho e enfrentarem o desafio contínuo de fazer o trabalho funcionar mais tranquilamente” (Womack, Jones, & Roos, 2004).

2.8 *Muda*

A palavra *Muda* refere-se aos diferentes tipos de desperdício que podem ocorrer no *gemba* (chão de fábrica). Para se obter uma otimização do fluxo tanto de materiais como de informação, urge eliminar os desperdícios existentes. Eliminar o desperdício significa analisar todas as atividades realizadas na fábrica e eliminar aquelas que não agregam valor ao produto. Segundo Shigeo Shingo (Shingo S. , 1989) existem 7 tipos de desperdício:

1. **Excesso de produção.** Produzir mais cedo ou em maiores quantidades do que a procura, impedindo assim um fluxo regular e um aumento do inventário. O excesso de produção acarreta por si só um aumento do custo, de utilização do espaço e pode esconder problemas como o surgimento de defeitos ou problemas de inventário.
2. **Inventário.** Este *muda* refere-se a todo o inventário, desde matéria-prima, passando por trabalho em progresso (WIP) até ao inventário de produto final. Pode ocorrer devido a várias situações: previsões falíveis, fornecedores não confiáveis, produção não nivelada ou utilização de uma produção *push* em vez de *pull*. Tal como todos os desperdícios, o *muda* de inventário provoca um aumento dos custos e um aumento do espaço necessário, podendo mesmo estragar-se. Este *muda* encontra-se muito ligado ao *muda* do excesso de produção.
3. **Espera.** Refere-se a pessoas que ficam à espera que um ciclo de trabalho seja completo, pessoas que se encontram em espera por exemplo quando uma máquina para por algum motivo ou quando ficam à espera que lhes seja entregue o material a processar. Este *muda* provoca um contínuo arranque e paragem da produção ou até mesmo uma paragem prolongada, bem como um fraco fluxo contínuo e um aumento do *lead time*.
4. **Movimento.** Refere-se ao desnecessário movimento das pessoas quando estas por exemplo procuram uma ferramenta.
5. **Transporte.** Trata-se do transporte desnecessário de peças/produtos entre os processos. Este excessivo transporte pode potenciar os estragos nos produtos, gasto de espaço, etc. Este desperdício resulta de um mau desenho do *layout*, um fluxo complexo dos materiais, entre outros. Este tipo de desperdício tem de existir dentro de uma empresa caso contrário os produtos não se moviam, mas deve ser minimizado ao máximo através, por exemplo, de uma alteração do *layout* da fábrica.
6. **Sobreprocesso.** Surge devido ao facto da empresa produzir o produto para além das especificações do cliente, isto é, a empresa perde tempo a trabalhar ainda mais sobre o produto mas o cliente não dá valor a esse trabalho uma vez que não as pediu, consumindo assim recursos e aumentando o tempo de produção. Em suma, trata-se de produzir para além das especificações pretendidas pelo cliente.
7. **Não-Qualidade.** A existência de defeitos no produto reduz a satisfação do cliente face à empresa, para além de que o defeito deve ser reparado, aumentando assim o custo

inerente aquele produto e o tempo despendido na produção do mesmo, podendo mesmo obrigar a uma alteração do planeamento de produção. A chave passa por fazer bem à primeira.

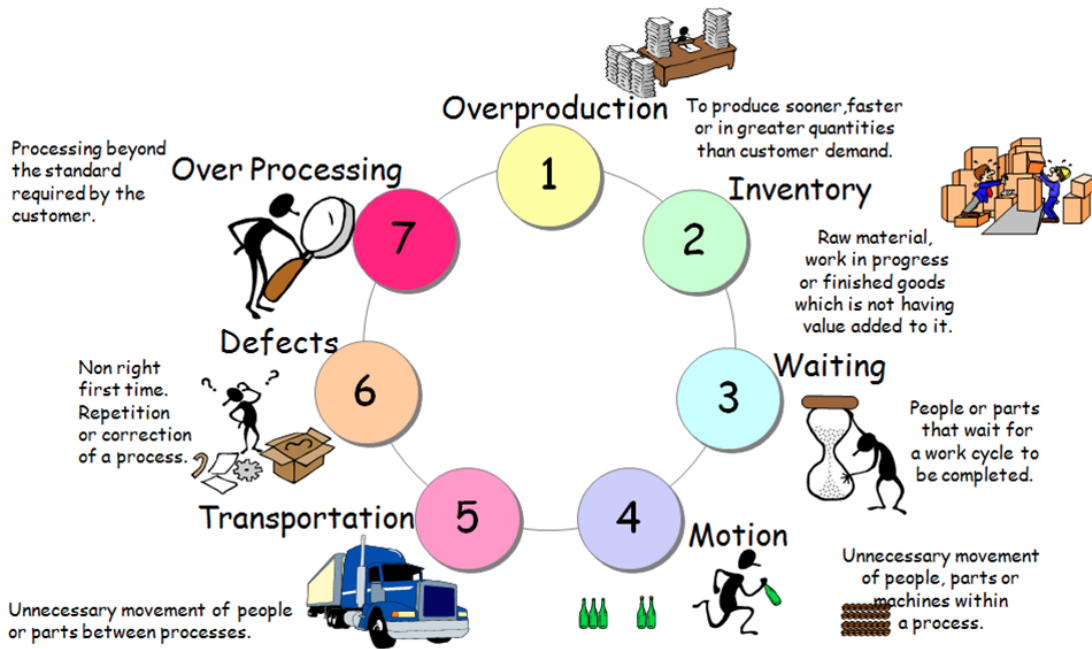


Figura 3 - Os 7 tipos de desperdício (Beyondlean)

2.9 Ferramentas Lean

2.9.1 5S

O conceito dos 5S surgiu no Japão e trata-se de uma das ferramentas *Lean* de melhoria contínua. Esta ferramenta tem por objetivo melhorar a qualidade do ambiente de trabalho e em consequência do produto. Denomina-se 5S porque são 5 termos japoneses começados pela letra S (*Seiri*, *Seiton*, *Seiso*, *Seiketsu* e *Shitsuke*) usados para denominar cada uma das diferentes etapas desta ferramenta. (IMAI, 1992)

Pretende manter o local de trabalho limpo e organizado, aumentando assim as condições para um aumento produtivo bem como para uma maior satisfação dos operários.

Como referido, esta ferramenta é parte de um processo de melhoria contínua e como tal, após se percorrerem as 5 etapas, deve-se voltar ao início e recomeçar.



Figura 4 - As 5 etapas dos 5S (Consultores, 2011)

1. *Seiri* – Triagem

Nesta etapa pretende-se reunir todo o material existente e realizar a triagem do mesmo. Deve-se manter junto à área de trabalho apenas o material mais utilizado, colocando-se em armazém o material menos utilizado. O material não utilizado deve ser eliminado, lutando-se assim contra o hábito de guardar tudo com o pensamento de que um dia poderá ser necessário. Pretende-se valorizar o espaço junto à área de trabalho, através de uma correta separação do necessário do desnecessário. Nesta fase existe uma libertação de espaço.

2. *Seiton* – Organizar

Após a triagem é preciso organizar o material mais utilizado. Esta organização deve-se fazer por tipo de produto, material, ferramenta, etc. Organizando o material por um princípio lógico e racional, torna-se mais rápido e fácil encontrar o desejado, otimizando assim o tempo de trabalho do operador. Para além disso, dá também um aspeto muito mais agradável a quem está de fora. Deve, pois, existir um lugar para cada coisa e cada coisa no seu lugar. Se tudo estiver organizado e no lugar correto torna-se fácil perceber quando um material desaparecer por exemplo.

Um exemplo prático do dia-a-dia pode ser o caso da gaveta dos talheres. A gaveta normalmente encontra-se dividida por tipo de produto, isto é, as facas estão todas juntas, os garfos todos juntos, etc.

3. *Seiso* – Limpeza

O terceiro S significa limpar e manter limpo o local de trabalho. Agora que já se tirou tudo o que era desnecessário e se deixou tudo em ordem, é preciso limpar. Tendo tudo limpo, torna-se mais fácil perceber os problemas e detetar os mesmos muito mais rápido. É difícil reparar numa fuga de óleo num local onde o chão está todo sujo e cheio de panos.

Mais importante que limpar é não sujar.

Os primeiros 3S são de aceitação geral e acaba por ser também o que fazemos diariamente nas nossas casas. O quarto S e o quinto são aqueles que são de maior dificuldade de implementação.

4. *Seiketsu* – Padronizar

Nesta etapa, as situações preferenciais devem ser definidas como padrão (XC Consultores). Através de uma gestão visual, de uma marcação dos locais de cada coisa, etc. “A padronização ajuda a tornar os novos hábitos na nossa forma natural de atuar” (XC Consultores)

5. *Shitsuke* – Treino e Disciplina

Pretende-se treinar e disciplinar para fazer do programa 5S um hábito de vida. É necessário criar um sistema formal e periódico de auditorias, assim como o respetivo acompanhamento e divulgação dos resultados para que o sistema faça parte da cultura da empresa.

2.9.2 VSM (Value Stream Mapping)

“Whenever there is a product and a customer, there is a value stream. The challenge is seeing it.” ~ James Womack, The Lean Enterprise Institute

É um método para criar uma “fotografia de uma página” de todo o processo que ocorre dentro de uma empresa, desde quando o cliente encomenda um produto, até ao mesmo receber esse produto, ajudando assim de uma maneira visual e fácil a perceber todo o processo, ou seja, as interações existentes entre os processos.

O objetivo do VSM passa por identificar e demonstrar o desperdício (Rother & Shook, 2003), auxiliando na eliminação do mesmo. Ao tornar visível o valor agregado e o *lead-time*, torna-se possível perceber o quanto a empresa perde com desperdícios. Ao descrever o principal processo produtivo e todas as suas etapas, permite que quem conheça o método tenha uma clara noção de quais as tarefas mais demoradas, quais as tarefas com maiores tempos de *setup* entre outras coisas.

2.9.3 5 Whys

5 *Whys* é uma técnica usada numa fase de análise e que não envolve ferramentas estatísticas como testes de hipótese ou até mesmo um plano de recolha de dados. Ao perguntar cinco vezes porquê, pode-se ultrapassar as diferentes etapas do problema chegando no final à raiz do mesmo. Nesta ferramenta, começa-se pelo fim a perguntar até se chegar ao início, isto é, até chegar à origem do mesmo. (Isixsigma)

Benefícios:

- Ajuda a identificar a causa do problema;
- Determina a relação entre causas diferentes de um problema;
- Ferramenta simples e sem análise estatística.

Defect	Reasons
Why-1: Why did THE DEFECT occur?	
Why-2: Why did THAT occur?	
Why-3: Why did THAT occur?	
Why-4: Why did THAT occur?	
Why-5: Why did THAT occur?	
Why-6: Why did THAT occur?	

Figura 5 – 5 Whys (Quality Training Portal)

2.9.4 SMED

Após 19 anos de análise da indústria e após uma série de etapas, Shigeo Shingo publicou a metodologia SMED (*single minute exchange of die*), que é a principal referência quando se trata da redução de tempos de *setup* das máquinas. Para Shingo, nenhuma mudança deve demorar mais que alguns minutos.

A redução do tempo de *setup* é uma das chaves principais para uma redução de custos e um aumento da qualidade dos produtos (Shingo, 1985). Para além disso permite uma maior flexibilidade à empresa e uma redução do tamanho dos lotes uma vez que, com o SMED diminui-se o desperdício resultante da máquina estar parada devido ao tempo de mudança de ferramentas. Na produção em massa tenta-se reduzir ao máximo possível as trocas das máquinas, existindo assim uma produção para *stock*. Ao conseguir reduzir o tempo de troca das máquinas, consegue-se produzir em menores quantidades e apenas o necessário, ponto fundamental na filosofia *Lean*.

Um *setup* não é mais que uma sequência de etapas que não acrescenta valor ao produto e que podem ser separadas da seguinte maneira (Shingo, 1985):

Preparação, ajuste após o processo, verificação das matérias-primas e ferramentas, etc. - Este processo engloba a verificação de que todas as ferramentas se encontram onde deviam estar, bem como o período pós-processamento quando os itens são removidos e armazenados novamente.

Montar e remover as ferramentas das máquina - Inclui a remoção das ferramentas após o processo estar concluído e fixação das peças e ferramentas para a próxima produção.

Centrar, dimensionar e definir outras condições - Engloba todas as medidas e calibrações necessárias para uma correta produção, tais como centrar, dimensionar, medir temperaturas ou pressões, etc.

Testes e ajustamentos – Após o ajustamento, realiza-se um teste para verificar a qualidade do produto e se as ferramentas estão a funcionar corretamente. Quanto melhor tiver sido a calibração da máquina, melhor vai estar o primeiro produto produzido. O número de testes bem como a sua duração vai depender assim das capacidades do operador em realizar uma boa calibração.

Para se perceber onde melhorar, há que analisar todo o processo de *setup* da máquina. Tal análise é realizada no *gemba* e pode-se recorrer a um conjunto de técnicas tais como: cronómetro, entrevistas com os operadores, filmagem da operação e análise da filmagem. Saber os tempos de cada tarefa torna-se fundamental para se perceber onde se deve focar inicialmente e o que melhorou após a realização do SMED.

Na aplicação do SMED, o passo mais importante passa por distinguir e transferir tarefas do *setup* interno – aquele que tem de ser realizado com a máquina parada – para o externo – tarefas que podem ser realizadas enquanto a máquina se encontra a trabalhar com a ferramenta do lote precedente. Se existir um esforço contínuo para tratar as operações de *setup* como externas, pode conseguir-se uma redução de 30%-50% no *setup* interno (Shingo, 1985), diminuindo assim o tempo de paragem da máquina. “Controlar a separação entre *setup* interno e externo é o passaporte para atingir o SMED” (Shingo, 1985).

Por fim deve-se partir para uma melhoria sistemática de cada operação básica do *setup* interno e externo.

2.9.5 Diagrama esparguete

Apropriadamente chamado diagrama esparguete devido à sua aparência no papel (semelhante a uma taça de esparguete), esta ferramenta permite perceber o movimento dos operadores ao longo do *gemba* (chão de fábrica). É de simples análise mesmo para aqueles que só recentemente se iniciaram na filosofia *Lean*. Permite perceber os desperdícios de movimentos e transporte existentes na fábrica de uma forma visualmente simples e intuitiva. Ao ser desenhado à escala, permite medir as deslocações e quantificar *mudas*.

Após o desenho inicial, deve-se questionar a necessidade de cada linha de movimento desenhada.

2.9.6 Supermercados

Após a sua visita aos Estados Unidos, Taiichi Ohno achou bastante interessante o método usado pelos supermercados na reposição dos produtos retirados pelos clientes das prateleiras.

O supermercado *Lean* é um pequeno armazém responsável pelo abastecimento do sistema *pull* que pode conter produtos acabados, intermédios e até mesmo peças. Esta ferramenta *Lean* é usada quando num fluxo contínuo, um dos processos fabrica em lotes ou quando duas ou mais máquinas/operadores diferentes utilizam o mesmo material.

2.9.7 Gestão Visual

Gestão visual é uma maneira utilizada para de uma forma rápida e simples, verificar-se se um processo está em controlo ou não e se tudo está no sítio como devia estar ou não (A.Moura, 2003).

Através de códigos de cores, de quadros de ferramentas e até mesmo de gráficos colocados estrategicamente em locais do chão de fábrica consegue-se facilmente perceber o estado de situação.

A gestão visual pode-se aplicar a todo o tipo de processos como por exemplo aos supermercados, onde a simples inserção de um painel com a localização dos produtos, permite que os operadores de uma forma muito mais rápida e simples percebam onde os produtos vindos do processo anterior se encontram até parques de estacionamento onde o código de cores verde e vermelho permite perceber de uma forma rápida e à distância se o lugar se encontra ocupado ou não. Outro exemplo de gestão visual são os semáforos de trânsito.

Uma vez que o homem compreende muito mais facilmente informações captadas pela visão, a gestão visual permite que compreenda muito melhor o pretendido.

2.9.8 Tipos de Layout

Segundo Slack (Slack, Chambers, & Johnston, 2007), todo *layout* existente é resultado de basicamente quatro tipos de *layout* comuns (por processos, por produto, posição fixa e celular), podendo, por necessidades da empresa, existir uma combinação de alguns ou todos esses *layouts*.



Figura 6 - Como registamos a informação (Consultores, 2011)

2.9.8.1 *Layout por processo ou layout funcional*

É um formato de *layout* onde máquinas similares ou funções similares são agrupadas numa mesma área, como é o caso de quando existe uma área para os tornos e uma outra para estampagem. Este é um *layout* típico de hospitais onde existe uma área dedicada para a maternidade, outra para os cuidados intensivos, outra para as cirurgias, etc.

Segundo (Peinado & Graeml, 2007) o *layout* funcional permite dar grande flexibilidade à produção, podendo o fluxo ser modificado facilmente de acordo com a procura. Ao agrupar numa área máquinas com as mesmas necessidades (corrente elétrica, ar comprimido, etc.) permite reduzir o custo de implementação deste *layout* no que resulta a canalizações, cabos elétricos, etc.

Todavia este *layout* tem a desvantagem de obrigar o produto a percorrer uma distância bastante elevada fruto das constantes deslocações entre estações de trabalho o que provoca um fluxo algo complexo e em consequência pode aumentar o *lead time*. Tal situação pode ser combatida aproximando os centros de trabalho com fluxo mais intenso e afastando os de menor tráfego

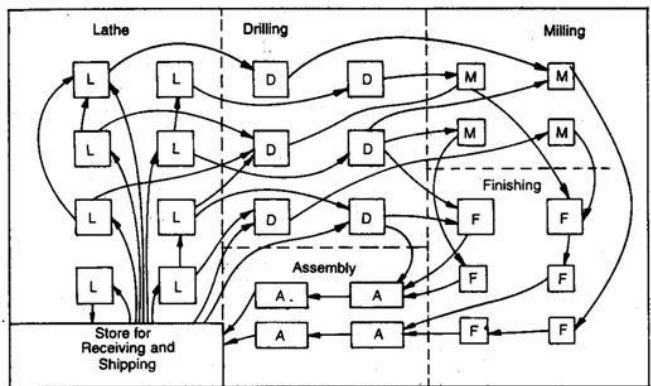


Figura 7 - Layout por processos com representação das deslocações entre estações (Transtutors)

2.9.8.2 *Layout por produto ou em linha*

É indicado para uma empresa que produz grandes volumes de produtos e possui um pequeno leque de produtos a oferecer aos clientes, sendo no entanto estes produtos bastante padronizados. As máquinas são dispostas ao longo da sequência de produção, sendo que cada uma realiza uma operação bem definida. A indústria de montagem de automóveis utiliza muito este tipo de *layout*.

Quanto às desvantagens, pode-se referir a baixa variedade de produtos produzidos em consequência da falta de flexibilidade da produção. Isto é o resultado da padronização dos equipamentos e máquinas. Existe também a desvantagem de, caso uma máquina avarie, toda a linha é obrigada a parar até que o problema seja resolvido. O alto custo da maquinaria é outra característica bem como a necessidade de um correto balanceamento da linha caso contrário as estações de trabalho mais lentas, obrigam a uma paragem das estações a jusante.

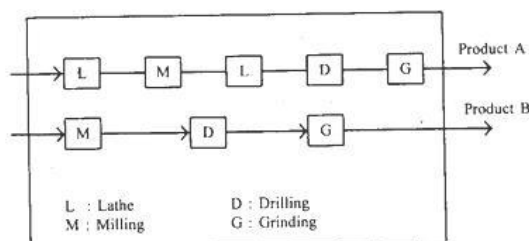


Figura 8 - Layout por produto (Transtutors)

2.9.8.3 *Layout por posição fixa*

É usado para produzir produtos de elevada dimensão que devido a essa característica não são suscetíveis de serem movimentados. Todo o processo produzido é realizado à volta do produto, assim como as máquinas, pessoas e materiais. A construção de barcos e aviões são exemplos deste *layout*, onde existe baixa produção, sendo contudo os produtos de elevado valor.

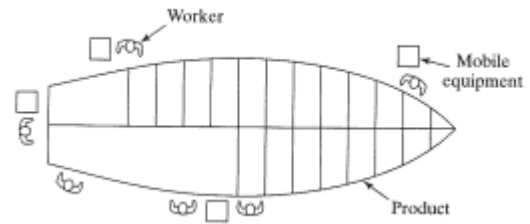


Figura 9 - *Layout por posição fixa* (Groover, 2000)

2.9.8.4 *Layout celular*

Numa mesma área concentram-se todos os equipamentos e ferramentas necessárias para a produção de um determinado produto ou componente. Isto permite que todo o processo produtivo seja realizado num mesmo local, evitando-se grandes movimentações de materiais. A maternidade dos hospitais é um exemplo, uma vez que é independente das outras áreas do hospital. Numa produção através de células, as máquinas são agrupadas seguindo uma ordem lógica do produto.

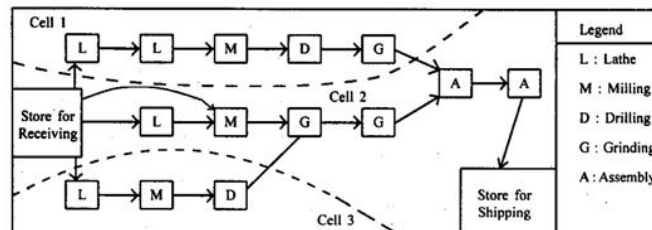


Figura 10 - *Layout celular* (Transtutors)

Vantagens:

- ✓ Maior velocidade e flexibilidade de resposta;
- ✓ Redução da distância percorrida pelo material;
- ✓ Aumento da flexibilidade quanto ao tamanho dos lotes;
- ✓ Redução do desperdício;
- ✓ Elevada participação em grupo;
- ✓ Redução *lead-time*;
- ✓ Proporciona produção em sistema *Pull*;
- ✓ Bom controlo de qualidade;
- ✓ Redução de *stocks* intermédios;
- ✓ Permite que um trabalhador trabalhe em mais que um posto, permitindo o balanceamento dentro da célula.

Segundo Silveira (Silveira, 1994), as células podem ser organizadas em:

Célula em “U”: Apresenta uma interligação com movimentos manuais curtos, bom fluxo de material, menor *lead time*, boa comunicação, menor espaço ocupado e melhor flexibilidade de resposta aos pedidos dos clientes. Aqui o operador pode realizar mais que uma tarefa. Por exemplo, o operador pode iniciar o processo e ser o mesmo a concluir o processo. Este tipo de célula permite uma maior capacidade de resposta às variações da procura porque facilmente se consegue introduzir um novo operador, ou retirar da célula um operador.

Célula em linha: O produto passa ao longo da linha de produção, onde cada funcionário acrescenta valor ao produto. O produto segue uma sequência lógica, passando por todos os postos ao longo da linha (Groover, 2000)

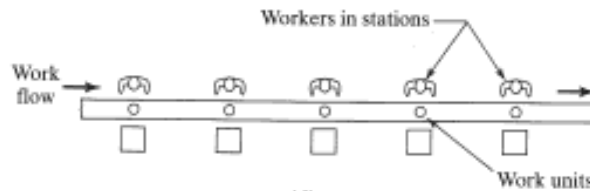


Figura 11 - Célula em linha (Groover, 2000)

Células em “loop”: Máquinas são posicionadas de modo a criar um circuito fechado por onde circulam as peças, sendo processadas apenas em alguns postos de trabalho.

2.9.8.5 *Layout misto*

Quando pelas características da empresa ou dos produtos que produzem, não é possível implementar um dos *layouts* anteriormente referidos, faz-se uma mistura das características de alguns ou de todos de maneira a satisfazer a produção.

2.10 OEE

O OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) é um indicador produtivo que permite monitorizar e demonstrar quais os pontos onde existem grandes perdas no processo produtivo. Tem em conta as fontes mais importantes de perda de produtividade e distribuídas por três categorias diferentes (disponibilidade, performance e qualidade) sendo portanto o OEE uma ferramenta poderosa para perceber o porque de a produção ser inferior à desejada. Para além dessa característica, o OEE permite ainda fazer comparações, isto é, dentro do mesmo mercado, as empresas podem-se comparar entre si pelo OEE e perceber desta forma a sua performance em comparação com a concorrência. Ao ter como limite os 100%, é facilmente perceptível o quanto a empresa pode melhorar, onde e como.

Introduzido o OEE, interessa acima de tudo perceber quais os parâmetros que afetam cada uma das três diferentes categorias.

As perdas por disponibilidade podem ser descritas como o tempo em que a máquina deveria estar em funcionamento mas que está parada por algum motivo (Almada-Lobo, 2011). De salientar que os tempos de paragens programadas como limpeza, almoço e intervalos de descanso, são tempos que já não entram no tempo total disponível.

Quanto às perdas por performance, estas podem ser definidas como o tempo onde o equipamento se encontra a trabalhar, mas não se encontra a laborar à sua velocidade máxima.

Por último, as perdas por qualidade acontecem quando se produz um produto que não preenche os requisitos de qualidade necessários e por isso não é enviado para o cliente.

No quadro que se segue, pode-se perceber melhor quais as origens das perdas em cada uma das categorias.

Tabela 1 - Origem das perdas nas diferentes categorias

Categoria	Origem da perda
Disponibilidade	Falhas equipamento; <i>setup</i> e ajustamentos; avarias
Performance	Micro paragens; redução de velocidade; processo de trabalho ineficiente
Qualidade	Perdas de início de produção; erros operador; fraca qualidade da matéria-prima

Para um turno (8h) de trabalho teremos:

Equações auxiliares:

$$\text{Tempo total disponível} = 480' - \text{Tempo almoço} - \text{Outras paragens programadas}$$

$$\text{Tempo produção} = \text{Tempo total disponível} - \text{setups} - \text{avarias prolongadas}$$

$$\text{Produção} = \text{Produto conforme} + \text{Produto não conforme}$$

Valores para o OEE:

$$\text{Disponibilidade} = \frac{\text{Tempo produção}}{\text{Tempo total disponível}}$$

$$\text{Performance} = \frac{\text{Produção}}{\text{Tempo produção} \times \text{Cadência teórica}}$$

$$\text{Qualidade} = \frac{\text{Produto conforme}}{\text{Produção}}$$

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidade} \times \text{Performance} \times \text{Qualidade}$$

3 Manufacturas Aéme – Estado inicial

A empresa Manufacturas Aéme

Fundada em 1975 com 9 pessoas, as Manufacturas Aéme, Lda. evoluíram desde essa data para uma empresa líder de mercado das embalagens de luxo.

Este crescimento foi sustentado por uma aposta na produção de uma gama de produtos de reconhecida qualidade e na atenção dada às necessidades e mudanças do mercado.

Hoje contam com mais de 60 colaboradores especializados, que materializam os mais variados tipos de embalagens e acessórios para um mercado de mais de 2500 clientes.

Com a aposta no fabrico próprio e no desenvolvimento de novos produtos as Manufacturas Aéme, produzem por ano mais de 1,3 milhões de embalagens dos mais variados tipos, recorrendo a uma larga variedade de matérias-primas. (Manufacturas Aéme)

Com as mudanças dos mercados e das necessidades das pessoas, as Manufacturas Aéme têm-se focado na produção de embalagens de cartão em detrimento das caixas para ourivesaria, estojoaria, etc. As embalagens de cartão são desenvolvidas e fabricadas na própria empresa (excluindo a parte de impressão do papel).

A aposta na produção personalizada em detrimento da produção em massa tem permitido à empresa chegar a cada vez mais clientes. A diferenciação pode ocorrer através dos tamanhos, disposição interior das embalagens, materiais, design, cores, etc.

Secção da empresa em análise

Nos dias que correm, quem não inova é obrigado a sair do mercado e como tal, a empresa tem inovado e tem ao longo dos anos alterado um pouco o seu forte, isto é, o seu *know-how*. Atualmente a grande base de receitas da empresa encontra-se na parte da cartonagem, mais especificamente na produção de embalagens para vinhos, livros, catálogos, entre muitas outras coisas. Para a produção, a Aéme encomenda a matéria-prima – cartão, cartolina, flocado¹ e papel – e transforma-a num produto final. Todo o processo de desenvolvimento do produto é realizado dentro da empresa, só fazendo *outsourcing* do processo de impressão (quando necessário) e por vezes do transporte do produto final.

Numa fase inicial, é desenvolvido um protótipo que é depois materializado e entregue ao cliente. Consoante a decisão do cliente, o mesmo pode ser alterado ou então pode gerar uma encomenda.

Ao contrário da parte de ourivesaria e joalharia, onde existe ainda uma quantidade considerável de produção para *stock*, na parte da cartonagem isso já não acontece, uma vez que o produto é muito variado e personalizado, sendo muito difícil a existência de um mesmo

¹ Matéria-prima utilizada para o interior das embalagens. Com textura aveludada, é a matéria-prima que após tratada vai dar origem ao cepo. É o material onde, a título de exemplo é pousada a medalha quando esta bem dentro de uma caixa. Nem todos os produtos finais possuem um cepo.

produto para dois clientes distintos. Com isto, pode-se perceber que a produção só se inicia consoante a encomenda do cliente, sendo muito habitual que uma produção seja entregue fracionada por desejo do cliente.

De referir que as caixas vão para o cliente normalmente vazias, sendo que o processo de colocação do produto será tarefa do próprio. Todavia, existem casos em que tal é realizado na Aéme. O cliente envia as garrafas da bebida ou os livros e estes são colocados nas embalagens de cartão, estando assim completamente prontas para uma venda ao consumidor final, não sendo contudo um processo habitual.



Figura 12 - Exemplos de produtos elaborados pela Aéme

Levantamento inicial

Uma das fases mais importantes de cada projeto é o levantamento inicial. É nesta fase que é retirada a “fotografia” à empresa que vai servir de base para que no futuro se tomem as melhores decisões para o seu melhoramento. Neste estudo, deve-se perceber a cultura da empresa, principais produtos, principais processos, problemas existentes entre outras coisas.

Do ponto de vista do consultor externo, torna-se vital conhecer e perceber as pessoas que aí trabalham e o modo de trabalho, perceber a filosofia de produção da empresa e a sua estrutura organizacional. No fundo ter-se-á de ganhar a confiança das pessoas e demonstrar que se está na empresa no sentido de criar melhorias e nunca para tornar os processos mais demorados ou difíceis.

Não menos importante é o levantamento de alguns indicadores produtivos, indicadores esses previamente definidos com a gerência da empresa. De referir que é comum em pequenas e médias empresas não existirem indicadores de produção ou dados tratados sobre tal, sendo por isso mais difícil o seu levantamento numa fase inicial. Para além de permitirem ter uma noção mais clara sobre a produção em vez de intuições e sensações, permitem também realizar estudos estatísticos fundamentais nos dias de hoje.

Ao perceber a hierarquia da empresa torna-se mais fácil atribuir um supervisor para cada uma das tarefas que se irá realizar na empresa e deste modo inculcar alguma responsabilidade aos funcionários.

A cultura da empresa também deve ser entendida, as suas grandes diretrizes, a sua estratégia de mercado e forma de comunicação interna. Assim evita-se o risco de tentar implementar ou propor ações que não se enquadrem na filosofia e estratégia desta.

Uma das formas iniciais de perceber o funcionamento da empresa passa por tentar falar com as pessoas e perceber as suas dificuldades, o modo de trabalho, os seus hábitos e o que fazem para acrescentar valor ao produto.

Neste capítulo numa primeira fase será desenhado o VSM de maneira a perceber-se a sequência do processo produtivo, sendo depois descrito o *layout* encontrado e pormenorizado o método de trabalho de cada secção de produção. Conhecidas todas as secções e as suas características, consegue-se enumerar todos os problemas encontrados no *layout* inicial. Nesta fase é agora possível perceber quais os indicadores produtivos mais úteis para a empresa. Por último apresentam-se os pontos fortes e os pontos menos positivos retirados de todo o levantamento inicial.

3.1 Levantamento do processo

Perceber o percurso do produto, os processos aos quais é sujeito e os processos que acrescentam valor ao mesmo é uma das etapas mais importantes do levantamento inicial. A análise do tempo de ciclo, do tempo de *setup* e do método de trabalho de cada funcionário é imprescindível para introduzir alterações que venham a melhorar o processo produtivo da empresa. É fundamental perceber o tempo em que realmente é agregado valor ao produto e o tempo em que este se encontra parado. Com o levantamento do processo é então possível perceber quais os pontos críticos e assim definir a estratégia para diminuir os desperdícios da empresa.

Apesar dos produtos serem muito diversificados – vão desde embalagens para livros, vinhos, passando por embalagens para sabonetes entre outros – estes passam normalmente pelo mesmo conjunto de etapas uma vez que a essência do produto é a mesma, sendo apenas cortado de maneira diferente, forrado de maneira diferente ou colado de maneira diferente.

Pode-se distinguir dois processos que se desenrolam em paralelo: a construção das bases e a construção das capas que só se juntam para formar o produto final na última etapa do processo produtivo (mesa de cartonagem).

A criação das bases é uma tarefa menos extensa e muito menos demorada que o fabrico das capas, exigindo por isso um muito menor número de pessoas envolvidas no seu fabrico. O cartão é forrado manualmente e depois cortado na guilhotina, denominada no *layout* inicial por guilhotina velha. Segue depois para a prensa onde é cortada e vincada, ganhando a forma da base. Por último, e após sofrer o processo de descasque, passa para a cravadora onde o processo de cravagem transforma a base de duas dimensões em 3 dimensões, encontrando-se pronta para seguir para a mesa de cartonagem, onde é forrado o exterior da mesma e depois é colada à capa.

Uma vez que o processo mais moroso é o do fabrico da capa, realizou-se um VSM para este sabendo que a base é um processo paralelo e que, quando a capa chega à cartonagem, já a base se encontra pronta.

De modo a perceber-se o percurso habitual dos produtos dentro da empresa, analisou-se a produção de uma ordem de fabrico de 1000 embalagens para garrafas de vinho (produto representativo da produção da Aéme).

De salientar que o cartão é cortado uma primeira vez na guilhotina de maneira a ser aparado e ter as dimensões mínimas para poder ser fresado (cortou-se e aparou 250 folhas de cartão que deram origem a 500 folhas). Na fresadora não é fresado um a um o produto final mas sim uma a uma as folhas de cartão (fresou-se 500 folhas). O cartão ganha as dimensões finais após a

segunda passagem pela guilhotina (de 500 folhas passou para 1000 embalagens, visto cada folha dar origem a 2 embalagens).

A guilhotina tem um tempo de ciclo de 2,7s por folha de cartão. Na primeira passagem, cada folha de cartão que sai da guilhotina dá origem a 2 embalagens, dividindo-se assim o tempo de ciclo por 2. Na fresadora repete-se o mesmo caso, tendo-se de dividir o tempo de ciclo de uma folha por 2 de maneira a obter-se o tempo de ciclo por embalagem, ou seja, por produto final.

Como é possível visualizar pelo VSM apresentado na Figura 13, o valor agregado é de 102,85s muito inferior ao *lead time* de 28,52 dias. Isto leva a uma conclusão bastante simples: existem bastantes desperdícios durante o tempo de fabrico da embalagem e por isso oportunidades de melhoria.

De notar ainda que na secção de termocolagem são produzidos cepos² que muitas vezes são colados no interior das embalagens. Como isto é uma tarefa que é realizada em paralelo e tem um tempo de ciclo curto, não interfere com o *lead-time* final, para além de que nem sempre são usados os cepos na zona de cartonagem, sendo mais usados para estojoaria.

O *stock* intermédio acontece principalmente por sete razões:

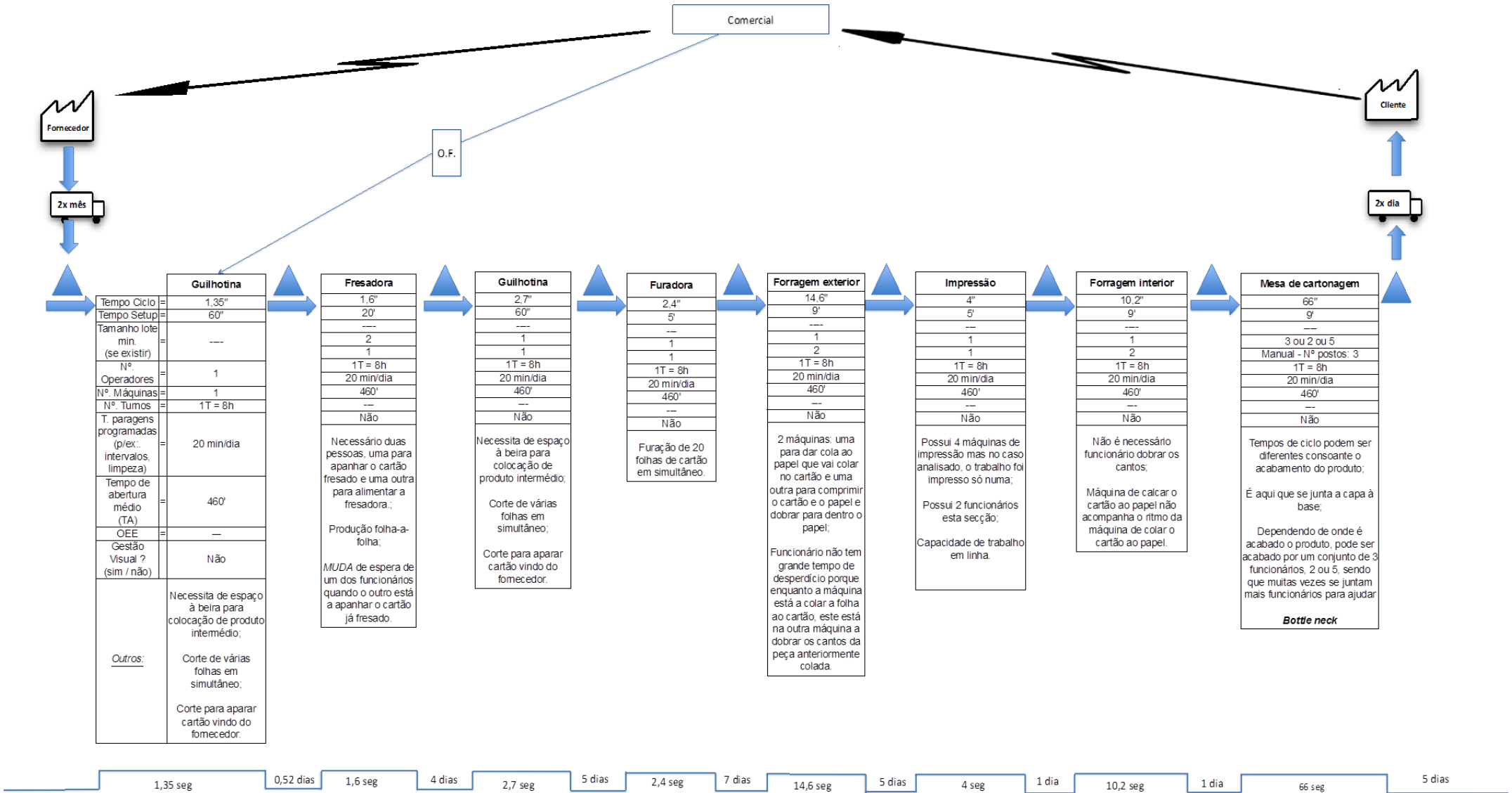
- Muitas vezes os clientes querem encomendas parceladas. Por uma questão de qualidade as encomendas são logo cortadas e fresadas na sua totalidade para assim se evitar qualquer desvio das dimensões entre as embalagens;
- Racionalidade económica, visto perder-se algum tempo no *setup* da fresadora;
- Clientes desistem das encomendas mas estas ficam guardadas caso o cliente mude de ideia;
- Por vezes surgem encomendas urgentes que obrigam outras encomendas em curso a pararem;
- Ideia errada de que se deve produzir tudo numa máquina e só depois avançar para a próxima;
- Em alguns casos produz-se a mais com a ideia de que o cliente vai realizar uma nova encomenda;
- Atrasos por parte dos clientes a ir buscar as encomendas já acabadas.

Pelos tempos retirados é possível perceber facilmente que o *bottleneck* se encontra na zona da mesa de cartonagem, visto essa ser a zona que demora mais tempo a produzir uma unidade. De referir que essa é também a última zona por onde passa o produto antes de ser embalado e enviado para o cliente.

Realizado o VSM, consegue-se ter uma visão geral de toda a cadeia de valor da empresa, bem como identificar possíveis zonas de desperdício. Conhecida a sequência dos processos, interessa agora perceber a distribuição física dos mesmos no chão de fábrica.

² Componente com origem no flocado. Serve para segurar o produto dentro da embalagem.

Alteração do *Layout* e Implementação de Células de Produção na Indústria de Embalagens



Lead Time
 $\Sigma = 28,52$ dias
 Valor agregado
 $\Sigma = 102,85$ segundos

Figura 13 - VSM Manufacturas Aéme

3.2 *Layout* inicial

Como uma das grandes ações deste projeto passa por realizar uma mudança de *layout*, torna-se pertinente perceber a disposição inicial da empresa e desenhar o mesmo para se ter uma melhor noção das posições das máquinas e dos *stocks*. Um *layout* acaba por não ser mais que uma alocação dos recursos humanos e materiais na organização mas que, de uma maneira lógica pode trazer muitas vantagens à empresa que vão desde o aumento da qualidade, flexibilidade, motivação dos colaboradores até uma redução de *stocks*.

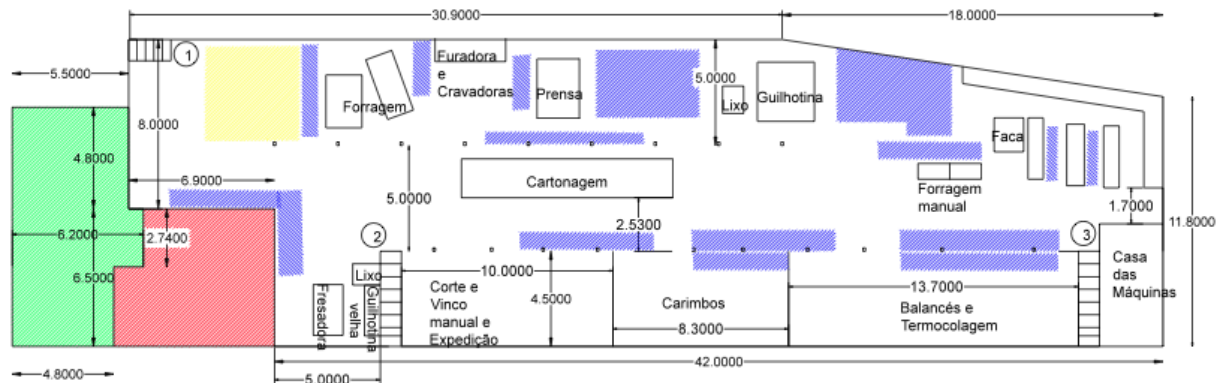


Figura 14 - *Layout* inicial com posição dos *stocks* - Anexo Ab)

A Figura 14 ilustra o *layout* das instalações. A zona ilustrada representa a zona de cartonagem.

Na figura é possível visualizar as diferentes zonas que compõem o chão-de-fábrica. Existem 3 segmentos bem definidos e separados por pilares, sendo a zona central ocupada pela mesa (10x1,83m) onde o produto é acabado pelas respetivas funcionárias (última etapa antes da embalagem). As escadas 2 e 3 permitem acesso ao piso superior onde se encontra a zona de produção referente à joalharia, ourivesaria e medalhística. A escada 1 dá acesso aos escritórios e à sala de exposição. De referir que o *gemba* é todo ele uma zona aberta cujos únicos obstáculos são os pilares representados pelos quadrados de menor dimensão.

Avermelho encontra-se representado o balneário feminino sendo que a azul estão representados os grandes espaços onde são colocados *stocks* intermédios, produtos em curso, desperdícios, retalhos e sobras de produção, não sendo contudo os únicos espaços. Na empresa existe muito o hábito de pousar as coisas por todo o lado e deixar produto por todo o lado, não estando definidos os sítios das coisas. No fundo, todo o espaço existente na fábrica serve para pousar materiais.

Sinalizado com a cor verde encontra-se a zona do antigo refeitório (referenciada assim a partir daqui). Essa zona serve de zona de expedição e é separada da zona de produção por uma porta de madeira. É nessa zona que são alocadas as jaulas para colocar o cartão que vai ser reciclado quando estas se encontram cheias de cartão bem como o lixo comum. Ainda neste espaço são colocadas as bobines de cartão canelado (usado para fazer embrulhos de produto acabado), paletes vazias, caixas vazias para colocação de produto acabado, alguns materiais que já não se usam bem como paletes de produto acabado que normalmente não cabem no *gemba*.

Representado a amarelo encontra-se a zona de armazenamento dos diferentes tipos de cartão que depois de tratados darão origem ao produto final. Muitas vezes o que acontece é que, para

aceder a um determinado tipo de cartão, tem de se retirar outros tipos de cartão porque se encontravam à frente, criando assim desperdícios desnecessários. Existem vários tipos de cartão que são diferenciados pela espessura, cor e tamanho: 2mm (1050x750mm), 2mm (750x1050mm), 1,5mm, 1mm, 2mm preto. Os mais utilizados são os três tipos de cartão de 2mm de espessura. Após analisadas as encomendas e recolhidas informações com o responsável de produção e alguns funcionários, conseguiu-se chegar a um número médio de paletes de matéria-prima na fábrica (não são necessárias muitas porque o fornecedor de cartão consegue colocar o cartão na fábrica de um dia para o outro). Sendo assim, o normal será ter três paletes de cada um dos tipos de cartão de 2mm, uma paleta de 1,5mm, uma paleta de 1mm e duas paletes de cartão preto.

Ao colocar também neste desenho as zonas de maior conjunto de *stocks* pretendeu-se demonstrar desde já a grande quantidade de área ocupada por produtos intermédios, desperdícios, retalhos, etc.

Pela figura é ainda possível perceber que não existem corredores definidos e em consequência existe uma perda bastante elevada de tempo no transporte dos produtos de umas máquinas para as outras.

Em termos de maquinaria, a Tabela 2 descreve as máquinas existentes no chão de fábrica.

Tabela 2 - Quantidades de máquinas e dimensões

Quantidade	Máquina	Dimensões (cm)
2	Forrar	250x170x200 e 300x130x120
1	Fresadora	240x140x120
2	Guilhotina	240x220x170 e 280x270x200
1	Prensa	280x200x190
3	Facas	160x140x150
1	Furar	
3	Cravar	
1	Termocolagem	

De referir ainda que a partir dos 30,9m deve ser evitada a colocação de maquinaria por questões de segurança. Este entrave foi tido em conta desde o início do projeto e deve-se a questões relacionadas com a possibilidade de desabamento do chão uma vez que a partir dos 30,9m este não se encontra sobre terra firme.

Descritas as posições iniciais, importa agora conhecer as posições das máquinas e características de cada uma das secções.

3.3 Conhecer secção a secção

Nesta fase será desenhado a disposição geral das máquinas no *layout* encontrado aquando do início do estudo. Este desenho é muito importante para se analisar possíveis melhorias dentro de cada secção. É também descrito o método de trabalho dos funcionários. As representações não se encontram à escala e apenas servem de referência. As secções são divididas conforme o tipo de trabalho realizado. Nesta fase, estas divisões eram facilmente perceptíveis e estavam bem definidas uma vez que estavam geograficamente afastadas umas das outras.

3.3.1 Secção do corte e vinco manual

É nesta secção que se fazem as amostras que são depois enviadas para o cliente para futura aprovação. Esta é a secção onde todo o processo se inicia e por isso é de grande importância. Aqui é discutido com a gerência o formato do produto a apresentar ao cliente, as medidas entre outras coisas. É composta por 3 pessoas que se ocupam da parte das amostras bem como da guilhotina e da fresadora. A fresadora encontra-se no início da fábrica junto com a matéria-prima. No entanto a guilhotina (primeira máquina do processo de cartonagem) fica no fim da fábrica (como é possível ver na Figura 14), obrigando por isso a muitas deslocações por parte dos funcionários (deslocações estas que demoram algum tempo uma vez que estes se deslocam com paletes com um peso bruto bastante considerável).

Para encomendas inferiores a 300 unidades, é normalmente nesta secção que são realizadas todas as etapas até à mesa de cartonagem. As facas substituem o trabalho da guilhotina e o vincador o da fresa. Para ordens de fabrico com um grande número de unidades para produção, esta é também a primeira secção de todo o processo, uma vez que a guilhotina e a fresadora são manuseadas pelas pessoas desta secção.

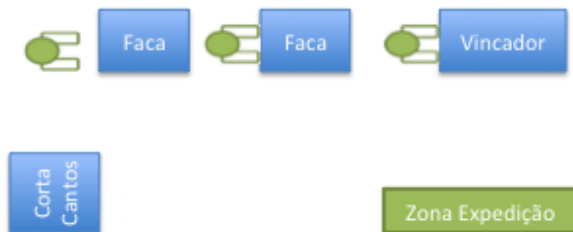


Figura 16 - Disposição do corte e vinco manual e expedição (excepto fresadora e guilhotina)



Figura 15 - Fotografia da zona de corte e vinco manual

3.3.2 Secção furadora

Esta secção apenas possui um funcionário e não se encontra a tempo inteiro aqui. Este mesmo funcionário trabalha também com a prensa. O material que alimenta a furadora provem da guilhotina (após a segunda passagem por esta) e é rapidamente furado. Para a furadora são só precisas duas paletes (uma com o produto a entrar e uma outra para pousar o produto furado).

3.3.3 Secção de forragem

Nesta secção existem duas máquinas complementares. Uma permite a colagem da folha de papel no cartão e a outra faz e/ou facilita a dobragem dos cantos do papel para o interior do cartão

A paleta com o cartão a forrar é colocada junto do operador (paleta representada com o número 1 na Figura 17) que depois coloca algum desse cartão na mesa de apoio. Na zona de saída do produto da forragem, está colocada uma outra paleta (paleta número 2) com o papel para forrar. Este papel é colocado pelo operador no fundo da máquina (zona 1 a roxo). Após este procedimento, a máquina pode trabalhar em manual ou automático e quando o papel é colado ao cartão, o operário passa o conjunto para a outra máquina de forrar (movimento representado pela seta a verde), ficando

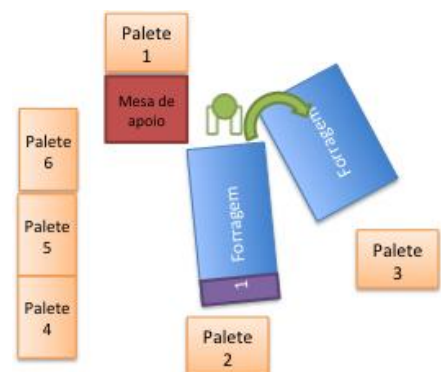


Figura 17 - Disposição da máquina de forrar

assim o processo completo. O resultado deste processo é colocado depois na paleta 3. As paletes 4, 5 e 6 são paletes com produtos a entrar na máquina e com sobras e retalhos, não existindo qualquer definição da sua utilidade.

3.3.4 Secção de impressão

Nesta secção existem 4 máquinas de carimbar³. Estas podem carimbar tanto estojos para ourivesaria bem como capas ou bases para caixas de vinho, livros, etc. Com 2 funcionários a tempo inteiro, existem duas máquinas mais utilizadas: as máquinas 1 e 2. Contudo, muitas vezes o mesmo trabalho tem de passar por ambas as máquinas e até mesmo por uma terceira (representada como máquina 3). Isto acontece porque cada máquina fica acertada para carimbar uma determinada cor, o que leva com que, em casos de encomendas com mais de uma cor, o trabalho vá passando de posto em posto tornando-se assim o processo mais rápido. A máquina 4 é uma máquina diferente das outras 3 e só serve para carimbar caixas Aéme.

A disposição das mesmas encontra-se representada na Figura 18, sendo de referir que as mesas se encontram encostadas à parede do lado direito, não existindo por isso qualquer passagem por esse lado. Em consequência desse facto, os trabalhos que têm de passar por três máquinas vão obrigar a que o operador 1 ou 2 se mova com todo o



Figura 19 - Fotografia da zona de impressão (carimbos)

trabalho feito na máquina 2 (trabalho que já passou pela máquina 1) até ao posto 3 para aí continuar o processo de impressão. De referir que mesmo que exista uma terceira pessoa no posto 3 para situações onde os prazos de entrega sejam muito apertados, essa terceira pessoa tem de estar sempre a deslocar-se até ao posto 2 para receber o produto que vai dar entrada no seu posto de trabalho o que faz aumentar o tempo de conclusão do trabalho.

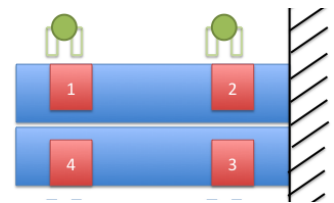


Figura 18 - Disposição das máquinas de impressão

3.3.5 Secção da prensa

O funcionário que trabalha na prensa é também o funcionário que normalmente faz a furação. A prensa tem capacidade de corte e vinco para além de permitir furar e realizar vincos de baixo-relevo, dependendo do cortante utilizado. Para esta máquina são utilizados cortantes que cortam o cartão na dimensão e forma pretendidos. Quanto ao *setup* este não é muito demorado uma vez que apenas se tem de colocar o cortante e testar até se obter os cortes nas zonas pretendidas do cartão.

3.3.6 Secção da termocolagem

Nesta secção trabalham dois funcionários, sendo que em casos de grande trabalho se pode juntar um terceiro para fazer o trabalho na serra. A máquina de termocolagem serve para fazer os cepos a partir do flocado. Após estas etapas, o flocado pode seguir dois caminhos: os

³ Processo de inserção de uma impressão. Quando não são impressões muito grandes e por todo o papel, é possível nesta secção efetuar as mesmas como por exemplo logotipos, pequenos textos, etc.

balancés ou a serra. Nos balancés é preciso que exista um cortante de modo a que com a pressão exercida pelo balancé se corte o flocado.

Muito do tempo de trabalho destes funcionários é passado a fazer cepos para estojoaria e ourivesaria, sendo portanto importante que estejam junto às escadas que dão acesso ao piso superior onde se encontram essas áreas produtivas.

Como é possível reparar pela Figura 20, a máquina de termocolagem que alimenta a serra e os balancés encontra-se relativamente afastada dos mesmos, obrigando a uma deslocação por parte do maquinista. Nessa deslocação, o maquinista alimenta a serra ou os balancés com um número reduzido de cepos visto que não consegue transportar à mão uma grande quantidade. De notar que os cepos também não podem ser transportados “ao monte” em caixas porque correm o risco de se estragar e que os rolos de flocado (bastante pesados) se encontram completamente desorganizados, de difícil acesso e longe da máquina que os utiliza.

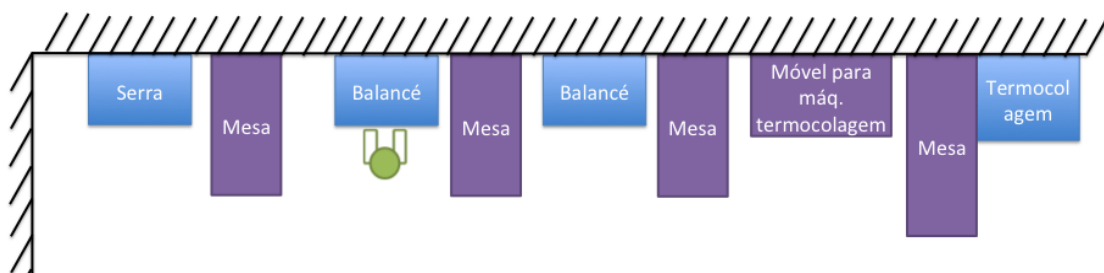


Figura 20 - Disposição da zona de termocolagem

3.3.7 Mesa de Cartonagem

Esta é a última etapa do processo e é exclusivamente manual. A esta zona de trabalho chegam dois diferentes tipos de produto: as capas e as bases. Aqui na mesa ocorre então o processo de acabamento da base e colagem da mesma na capa. Para o acabamento das bases, as funcionárias que se encontram nos topos da mesa passam cola nas tiras de papel que vão forrar os lados das bases e depois vão passando o trabalho para as funcionárias que se encontram dos lados.



Figura 21 - Fotografia da mesa de cartonagem

Dividindo as operações na mesa, pode-se considerar a existência de três zonas que fazem normalmente um trabalho autónomo. Uma primeira zona com 3 operários que trabalha já em célula. A funcionária do topo passa a cola no papel (tarefa bastante mais rápida que as restantes), alimentando desta forma as duas senhoras da lateral que as colam à base. Quando já existem várias tiras de papel com cola, a funcionária do topo deixa de fazer esse processo e começa a ajudar as outras duas no processo de colagem das tiras à base. Quando se encontram as bases feitas avança-se para o processo de colagem à capa (as bases ficam prontas primeiro do que as capas).

Quanto às duas funcionárias que se encontra no centro da mesa, estas fazem sobretudo pequenos trabalhos, sendo completamente independentes dos outros dois grupos.

No outro topo da mesa encontra-se o outro grupo de 5 funcionárias que possuem a mesma tarefa das outras 3 funcionárias do topo oposto mas que normalmente não se encontram a trabalhar na mesma ordem de fabrico (exceção aos casos que são urgentes).

3.4 Problemas do layout atual

Ao longo do tempo que se estudou o processo produtivo, foi possível reparar em várias limitações/problemas que o atual *layout* origina. A seguir são apresentados os problemas visualizados:

1. Máquinas não estão na sequência de produção;
2. Matéria-prima está no lado oposto à guilhotina (primeira operação);
3. Operadores da guilhotina têm restantes máquinas muito afastadas (fresadora, corte e vinco manual);
4. Indefinição de local para produto acabado;
5. Muita área ocupada por paletes com pouco produto;
6. Mesa a meio “corta” movimentos;
7. “Poluição visual” gerada por produto intermédio de grandes dimensões no meio da fábrica;
8. Corredores de passagem estreitos e muitas vezes inexistentes;
9. Máquina de forrar implica a ajuda de uma segunda pessoa para retirar o produto da máquina e colocação do mesmo na paleta, saindo do seu posto de trabalho: 77s;
10. Na cravagem, demora 15s a cravar uma caixa e depois perde, em média 5,125s a transportar a caixa para a mesa de cartonagem;
11. Demasiados *stocks* intermédios;
12. Ordens que se deixam a meio porque o cliente decide que não deseja toda a quantidade que encomendou, encontram-se em várias partes na produção e por vezes a mesma ordem encontra-se em várias paletes;
13. Algumas vezes, a máquina de forragem fica à espera da borracha para iniciar um novo trabalho (*muda* de espera). A borracha é necessária para agarrar o papel e tem de ser cortada na dimensão do mesmo
14. Por vezes o produto que vai entrar na máquina de forrar não se encontra aí posicionado apesar de existir um local marcado para isso;
15. Os cortantes não se encontram nada perto da máquina de corte e vinco o que faz com que por vezes o funcionário tenha de se deslocar à procura do cortante. Os cortantes encontram-se ao lado da fresadora.
16. Grandes quantidades de produtos que estão colocados em paletes a ocupar espaço e que seguramente não mais serão utilizados;
17. A zona de expedição também não se encontra bem definida, ocupando parte do espaço destinado para o corte e vinco manual, para além de que deveria ficar junto da saída;
18. *Muda* de transporte e movimentação entre balancés e máquina de termocolagem.

Nesta fase do projeto é já possível definir propostas claras de melhoria. De seguida são apresentados os objetivos propostos:

1. Redução do volume de *stocks* intermédios;
2. Redução da área ocupada;
3. Criação de corredores de passagens;
4. Aumento da rapidez de deslocação entre sectores;
5. Criação de indicadores de produtividade;
6. Redução do espaço percorrido;
7. Capacidade de saber estado das encomendas em tempo real;
8. Redução do *lead-time* e em consequência dos atrasos de entregas de encomendas aos clientes;

3.5 Indicadores

Os indicadores permitem medir a eficiência na situação atual da empresa e identificar alguns dos seus problemas. A ausência destes faz com que não exista uma perceção exata do correr da produção e da eficiência da mesma. Não se deve gerir uma produção por intuição mas sim com dados concretos e que são de fácil obtenção.

Uma vez que a empresa usa um software especializado, realizou-se uma análise ao histórico das encomendas e às suas características, podendo-se assim perceber alguns indicadores: total de encomendas e os meses onde existe um maior volume de encomendas e diferença entre a data prometida de entrega e a data de entrega. No chão de fábrica consegue-se perceber outro tipo de indicadores que acabam por estar relacionados com os acima referidos.

Na análise efetuada foram identificados dados com datas de entrega anteriores à data de entrada da encomenda fruto da fraca capacidade do programa em detetar erros de introdução e impedir a introdução dos mesmos. Posto isto, analisou-se os anos de 2010 e 2011 retirando-se para o efeito aquelas encomendas cuja data de entrega é anterior à data de entrada da encomenda.

Pela análise das encomendas (uma encomenda gera uma determinada quantidade de produtos a produzir), percebe-se que os meses de maior produção são os de Maio e Julho.

Nas ordens de fabrico surge a indicação da data prevista de entrega da encomenda, sendo que normalmente esta data é uma data estipulada entre o departamento comercial e o cliente. Apesar de ser uma data à qual se deve dar a máxima atenção, muitas das vezes essa data não é cumprida. Das 597 encomendas analisadas, 369 foram entregues com atraso, sendo o atraso médio de 18,6 dias. Quando se fala no total de encomendas, este valor desce para os 11,5 dias uma vez que já se tem em conta as encomendas entregues dentro do prazo estipulado.

Durante o projeto foram sensibilizadas as várias pessoas que introduzem os dados sobre a importância dos mesmos para que no futuro seja assim possível analisar ainda mais detalhadamente o histórico da empresa.

No chão de fábrica mediu-se o número de metros percorridos pelo produto, a área ocupada, largura dos corredores, o *lead-time* do produto e o valor agregado como é possível ver na

secção 3.1. Quanto à largura dos corredores, estes não existiam nem estavam definidos, sendo que a passagem era efetuada apenas através do desvio dos obstáculos.

Tabela 3 - Resumo dos indicadores

Indicador	Unidade	Valor
Nº Encomendas - 2011	QT	597
Nº Encomendas atrasadas - 2011	QT	369
Média dias atraso para encomendas atrasadas - 2011	dias	18,6
Média dias atraso para todas as encomendas - 2011	dias	11,5
Metros percorridos produto (capa + base)	m	238
Área ocupada por paletes, produtos parados, produtos intermédios e móveis	m ²	100
Largura corredores	m	N.D.
<i>Lead time</i>	dias	28,52
Valor agregado	segundos	103

3.6 Pontos fortes

Ainda nesta fase é realizado um diagnóstico à empresa, conseguido através de estudos de fluxo, inspeção de várias secções da empresa, recolhas de dados e diversas reuniões com colaboradores de várias secções.

Do diagnóstico à empresa, é possível salientar alguns pontos fortes da mesma:

- ✓ Grande criatividade e vontade de fazer produtos inovadores;
- ✓ Cortantes e carimbos chegam à Aéme no próprio dia ou no dia seguinte após o pedido;
- ✓ Cadência da maquinaria relativamente elevada;
- ✓ Tempos de *Setup*, regra geral, não muito elevados;
- ✓ Cartão chega à Aéme no próprio dia ou no dia seguinte;
- ✓ Vontade por parte da gerência de mudar;
- ✓ Empresa de impressão encontra-se num edifício em baixo da Aéme, não existindo custos de transporte e reduzindo-se assim os prazos de entregas;
- ✓ Capacidade de fazer produtos conforme as necessidades dos clientes.

3.7 Pontos menos positivos

Para além dos pontos menos positivos referidos relativos ao *layout* propriamente dito, existem ainda sete pontos que se deve salientar e alterar:

1. Ausência de indicadores produtivos;
2. Ausência de um computador no chão de fábrica que permita inserir os dados;
3. Ordens de fabrico muitas vezes não seguem a sequência do produto;

4. Quando um cliente telefona para a empresa a perguntar pelo estado da sua encomenda, existe a necessidade por parte da pessoa que atende ir ao chão de fábrica ou telefonar para o diretor de produção para saber o estado da mesma;
5. *Muda* de excesso de produção. As máquinas produzem quantidades superiores às encomendas devido à dificuldade em prever a quantidade de peças que o processo seguinte vai estragar, dando-se assim uma margem de segurança;
6. Fraca gestão visual;
7. Fraca organização.

No decorrer do levantamento inicial, observou-se também a total ausência de 5S, o que se manifestava num grande aumento do tempo de produção devido ao tempo perdido procurando materiais, danos provocados, movimentações dificultadas, etc.



Figura 22 - Falta de 5S

4 Apresentação das propostas para o novo *layout*

Uma mudança de *layout* deve ser algo pensado seriamente uma vez que normalmente envolve a paragem de produção. Após o levantamento inicial foi perceptível que a empresa se encontrava desorganizada em termos de localização das máquinas e espaços disponíveis para colocação do produto intermédio e final. Ao mesmo tempo que se ia tendo conversas informais com os funcionários, percebia-se que estes achavam o espaço não muito grande e desorganizado. Outra coisa que foi facilmente perceptível foi a excessiva distância percorrida pelos funcionários e pelo produto ao longo da fábrica, ou seja, existia grandes *mudas* de transporte, com expoente máximo na distância percorrida pela sequência MP-guilhotina-fresadora-guilhotina. A indefinição do que era corredor de passagem dos espaços onde se deviam colocar as paletes era notório. Era então necessário fazer algo para alterar esta desorganização e otimizar o espaço disponível. Foi então que surgiu a ideia de alterar o *layout* da empresa, uma vez que o espaço da fábrica não era assim tão pequeno quanto o que podia parecer e desta forma criar um fluxo produtivo e diminuir os *mudas* existentes. Ao juntar as máquinas e realizar um ciclo produtivo será possível diminuir o *muda* de transporte e movimentação, enquanto que o *muda* de excesso de produção pode ser combatido através da criação de células e realização das encomendas peça a peça de maneira a ser mais rapidamente detetado um defeito.

Decisões de mudança de *layout* devem ser tomadas de maneira a determinar o local das máquinas, do *stock* intermédio, do *stock* final e da matéria-prima (Jacobs, Chase, & Aquilano, 2009). O objetivo é arranjar esses elementos de maneira a assegurar um fluxo de trabalho. Os *inputs* necessários para a tomada de decisão foram os seguintes:

- 1- Especificação dos objetivos e critérios usados para avaliação do design. Neste projeto os critérios utilizados foram a distância percorrida pelo produto, o espaço necessário, o *lead-time*, a criação de espaços de arrumação e a criação de um sentido lógico para o processo produtivo. Em consequência da redução pretendida do *lead-time*, deve-se ser capaz também de reduzir os atrasos aos clientes.
- 2- Estimar a procura por parte do produto (ver ponto 3.5). Deve-se definir espaços para os meses com um maior número de encomendas, caso contrário nesses meses não existiria espaço suficiente;
- 3- Número de operações necessárias e quais (ver 3.1)
- 4- Espaço necessário para as máquinas (ver Tabela 2);
- 5- Espaço disponível no chão de fábrica. (ver Figura 14)

Para se poder desenhar um *layout* que crie fluxo produtivo, que seja otimizado para diminuir o espaço percorrido, que permita uma correta organização da fábrica e permita uma redução do *lead time*, é fundamental e de importância vital o levantamento inicial feito e que permitiu conhecer todos os mecanismos. Neste momento deve-se já ser capaz de perceber o percurso de um determinado produto só olhando para o resultado final.

Levantados os problemas do *layout* atual e as intervenções a realizar, apresentou-se numa reunião com os sócios da empresa duas opções de *layout*. A mesma teve lugar no chão de fábrica e tal facto não foi ao acaso, uma vez que o pretendido era que, durante a discussão, se desse uma volta pelo *gemba* para melhor compreender quais as intenções ao mudar as máquinas, visualizar qual o espaço real disponível, falar com os funcionários e envolver toda a gente neste passo importante para a empresa. Essa reunião serviu para, numa apresentação,

se fazer o resumo do levantamento inicial até ai realizado bem como para apresentar propostas de *layout*. Essas propostas foram desenhadas com o intuito de serem o ponto de partida para a discussão, sendo o objetivo desta reunião que todos participem e deem as suas ideias, deixando também claro quais as dificuldades da mudança, obstáculos e impossibilidades.

Neste capítulo apresentam-se as diferentes propostas bem como as suas vantagens e limitações. O objetivo passa sempre por diminuir o espaço percorrido, o *lead time*, reduzir os *mudas*, aumentar a satisfação do pessoal e criar um ambiente no qual os clientes quando o visitarem se sintam confiantes e tranquilos. Transmitir uma boa impressão aos clientes durante as suas visitas às instalações é fundamental. A criação de um fluxo produtivo é extremamente importante e essa análise será realizada recorrendo ao diagrama esparguete. Os corredores devem estar bem definidos e desobstruídos e cada coisa deve ter o seu local, não devendo portanto existir nada fora do sítio.

4.1 Diagrama esparguete do layout inicial

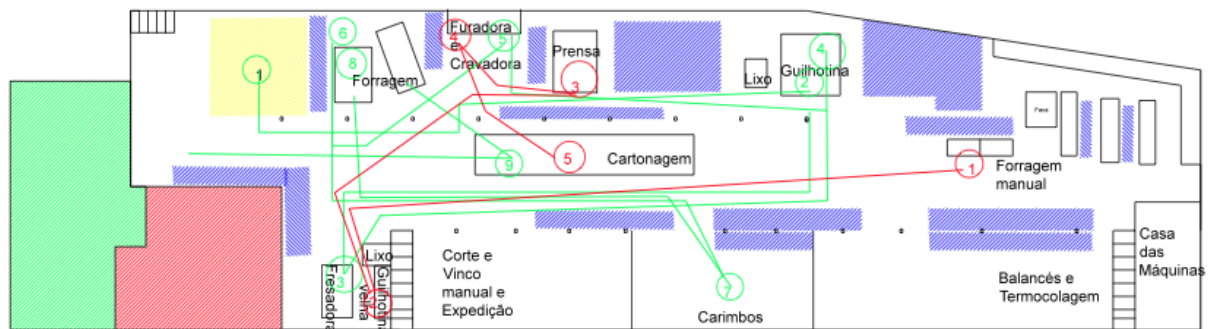


Figura 23 - Diagrama esparguete do layout inicial da capa e da base – Anexo B

A Figura 23 representa o diagrama esparguete da produção da embalagem para um vinho estudado durante a elaboração do VSM. Este percurso acaba por ser o percurso normal para a maioria das produções com quantidades elevadas. A verde encontra-se representado o percurso da capa, enquanto a vermelho se encontra representado o da base. Uma vez que o percurso já foi descrito anteriormente, interessa agora analisar as distâncias percorridas e questionar a necessidade de tais deslocações.

Uma das coisas que é notório é o facto de a matéria-prima estar num extremo do *gamba* e o primeiro processo produtivo se encontrar praticamente no outro extremo. Este fator obriga a uma deslocação bastante elevada. Outro facto prende-se com a posição da fresadora. Esta encontra-se muito afastada do processo que a antecede e muito longe do processo que a sucede.

Pela análise do diagrama é possível perceber que existe uma enorme confusão de percursos e que as máquinas não estão de todo corretamente posicionadas. Partindo desta análise interessa desenvolver um *layout* onde se crie fluxo, onde o percurso seja bem definido em consequência de um correto posicionamento das máquinas

4.2 Propostas para novo layout

Esta fase foi realizada após o fim do dia de trabalho para assim ser possível movimentar algumas coisas de modo a poder-se mais facilmente visualizar o espaço futuro. As máquinas

apesar de não poderem ser movidas nesta fase foram exaustivamente medidas e foram medidos também os locais para onde se pretendia mudar as máquinas. Estas medições permitiram assim impedir a elaboração de uma proposta que não fosse exequível fruto das dimensões físicas do local e da máquina. Posto isto, desenhou-se a primeira proposta, denominada a partir daqui como Proposta A. Em todas as propostas, será desenhado a verde o caminho percorrido pela capa e a vermelho o percurso realizado pela base. O sombreado azul serve para demonstrar as zonas para colocação de produto intermédio. Como é óbvio apenas se trata de esquemas e os espaços destinados para produtos em curso, produtos parados, etc terão de ser superiores. Contudo, como em todos os *layouts* existe uma libertação de espaço, também existe espaço suficiente para uma correta organização de todas as paletes de materiais.

4.2.1 Proposta A

Tal como em 4.1, desenhou-se o diagrama esparguete para assim se perceber de uma forma intuitiva, fácil e rápida, se a alteração proposta tornava o fluxo produtivo mais contínuo. Este desenho encontra-se representado na figura que se segue:

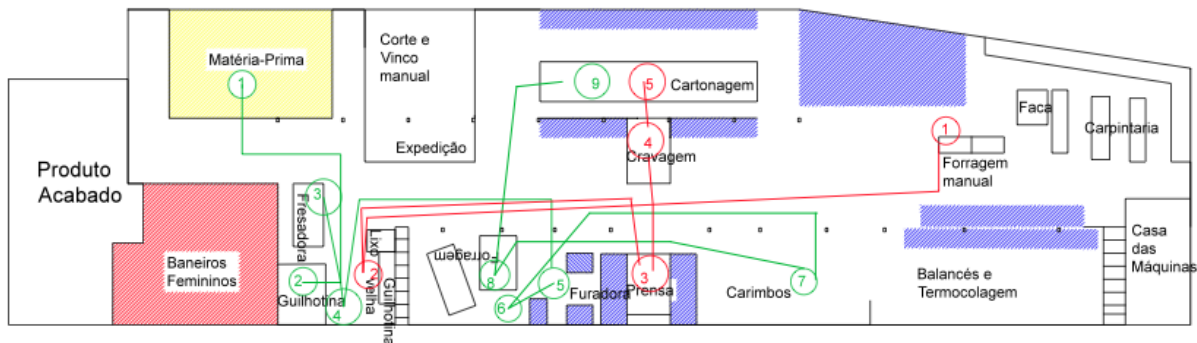


Figura 24 - Diagrama Esparguete da Proposta A - Anexo C

Como é possível observar, a distância percorrida pela base é superior à do *layout* inicial, sendo contudo este aumento compensado com a diminuição do espaço percorrido pela capa, fruto sobretudo da mudança da guilhotina de posição. Nesta proposta a guilhotina encontra-se muito próxima da matéria-prima (MP) e da fresadora, reduzindo-se assim o percurso MP-Guilhotina-Fresadora-Guilhotina em 70m face à distância original. No total, com este novo *layout*, o material percorre menos cerca de 80m.

A mudança da mesa para uma zona não central permitiria criar um corredor na zona central e assim definir espaços para o porta paletes poder andar. Com isto pretendia-se diminuir o tempo perdido a desviar materiais que se encontram no meio do caminho e impedem a passagem. Para além disso, os *stocks* volumosos de bases já feitas seriam colocados junto à parede, diminuindo a “poluição visual” resultante da existência de produtos volumosos no corredor central (ver Figura 25)



Figura 25 - Mudança da mesa permite evitar grandes volumes de produto no centro da fábrica

Nas paletes da zona 1 (ver Figura 26) seriam colocadas as bases e as capas provenientes da cravadora e da máquina de forrar respetivamente. Sabendo que as capas e as bases são feitas em separado (as bases são forradas primeiro e depois coladas nas capas), as bases seriam levadas para a mesa pelas funcionárias mais próximas da zona 1, visto a mesa ser de grandes dimensões.

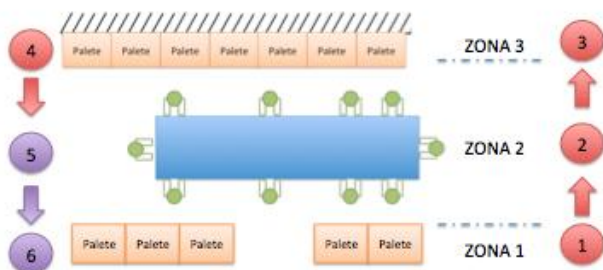


Figura 26 - Sequência do processo logístico junto da mesa de cartonagem

em cima da mesa para serem forradas. Como estas paletes se encontram junto da parede, consegue-se diminuir a confusão gerada por produtos volumosos no meio da fábrica. Quando as capas estiverem prontas, são levadas para a mesa onde as funcionárias mais próximas da zona 3 vão buscar as bases e colocam as mesmas na mesa. Ai é colada a capa à base e o produto encontra-se pronto para expedição. Esses produtos são colocados na zona 1, tornando-se fácil filmar as paletes e expedir os produtos.

Na zona 2 (zona da mesa) as bases são forradas o exterior e colocadas na zona 3. Apesar de na zona 1 as bases já se encontrarem em 3 dimensões (resultado do processo de cravagem), estas ficam pouco tempo aqui visto que só se realiza o processo de cravar quando for para forrar as bases. É na zona 3 onde as bases permanecem mais tempo, sendo que muitas vezes as bases nem chegam a parar na zona 1 uma vez que depois de cravadas são muitas vezes logo colocadas

Quanto à máquina de forrar, esta fica perto da furadora. A zona de expedição, apesar de estar junta com o corte e vinco manual (como acontece no *layout* inicial), já se encontra mais próxima da saída. Outro pormenor importante prende-se com o facto do produto acabado se encontrar na zona do antigo refeitório, visto este estar na fase do levantamento inicial bastante subaproveitado.

Outro aspeto a referir prende-se com a matéria-prima. Agora esta encontra-se próxima do local de descarga da mesma (zona do antigo refeitório) e perto da primeira máquina que a vai utilizar.

Contudo, esta hipótese tem algumas limitações das quais a mais importante será o facto de não existir espaço à beira da guilhotina para colocar produtos já cortados mas que aguardam a sua vez de avançar para uma outra etapa. Se é verdade que ao colocar a fresa junto da

guilhotina se retira um possível *stock* intermédio entre ambos, também é verdade que a guilhotina acaba sempre por criar *stock* para além de necessitar de espaço para colocar as paletes de cartão que vão entrar. Como tal, teria de existir um rigor enorme na colocação dos materiais e perder-se-ia bastante tempo a transportar materiais por não se poder criar um espaço de *stock* intermédio junto da guilhotina.

Pela observação do diagrama esparguete pode-se constatar que ainda não existe um fluxo definido do produto, sendo que o cartão começa no início da fábrica, desloca-se até meio da fábrica (para ser carimbado, prensado, etc.) e regressa ao início da fábrica para ser expedido.

Pode-se resumir as vantagens desta proposta nos seguintes pontos:

- Redução do espaço percorrido
 - inicialmente: 238m
 - proposta A: 159m (-33%)
- Maior facilidade de arrumação e circulação
 - Máquinas estão todas juntas e separadas da mesa
- Aspeto visual melhorado
 - Produtos volumosos estão junto à parede
- Matéria-prima junto às máquinas que a utilizam
- Comunicação facilitada
- Zonas logísticas claramente definidas
- *Layout* força maior arrumação de produto parado

4.2.2 Proposta B

Esta é a proposta mais conservadora visto só se alterar mesmo a guilhotina e a cravadora, sendo utilizado o antigo refeitório para colocar o produto acabado. Quase todos os problemas em relação ao *layout* inicial são mantidos, só se resolvendo o facto da guilhotina se encontrar longe da matéria-prima e da fresadora. Não é a solução ideal como é óbvio, mas esta fase serve sobretudo para discutir com a gerência e chegar à melhor solução possível. Com a mudança de posição da cravadora, consegue-se diminuir o congestionamento junto à antiga zona da cravadora e furadora.

Com esta proposta o espaço percorrido diminuiria de 238m para 169m. Apesar desta diminuição, não se conseguiria resolver a maioria dos problemas do *layout* inicial, acrescentando-se mais um: falta de espaço junto da guilhotina.

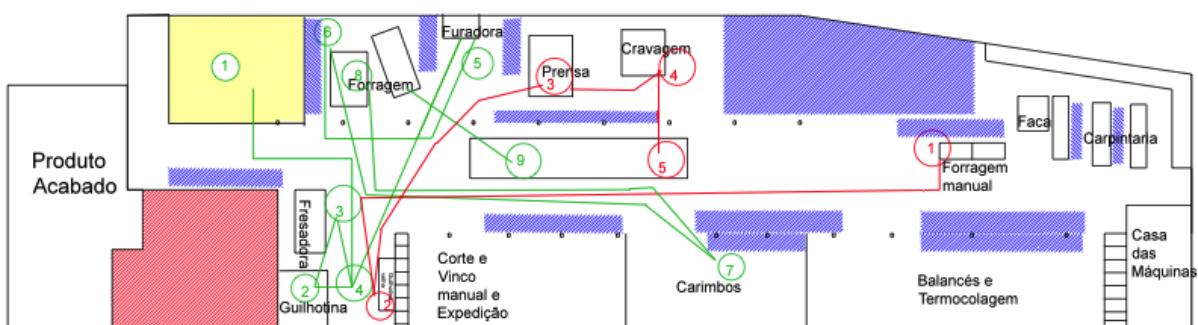


Figura 27 - Diagrama esparguete da proposta B – Anexo D

4.2.3 Proposta C

Apresentadas as duas propostas iniciais, optou-se por dar uma volta ao chão de fábrica para assim definir visualmente uma outra opção. Esta opção surgiu do conjunto de várias opiniões de várias pessoas incluindo a direção. Demonstrado que a ideia seria iniciar a produção no fim da fábrica de maneira a que o produto ficasse pronto perto da saída, surgiu assim a proposta C.

Juntamente com a hipótese A, esta é a proposta mais arrojada em termos de mudanças globais, sendo também a que mais beneficiaria a empresa, isto porque permite criar um fluxo de produção de um extremo para o outro da fábrica, conforme demonstra a seta que se encontra na Figura 28.

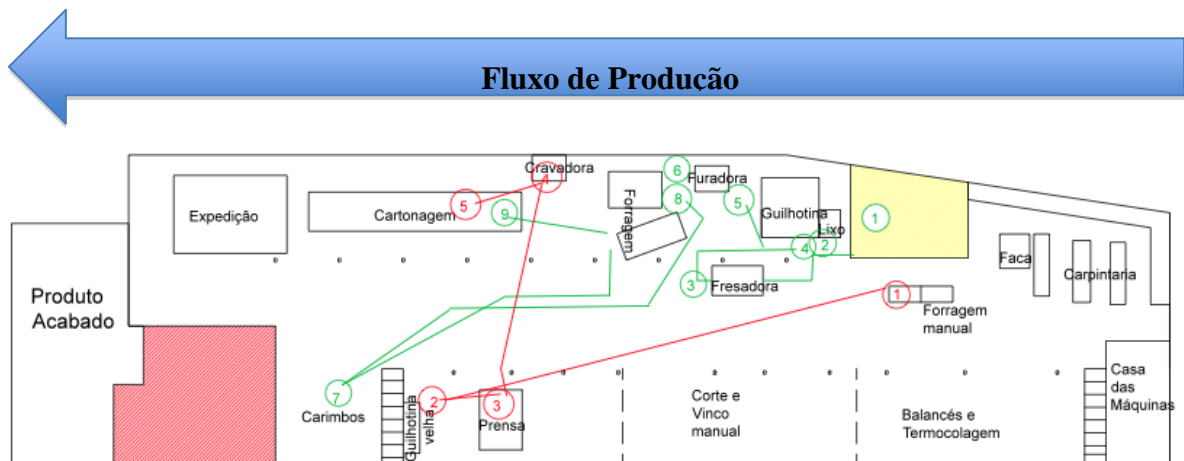


Figura 28 - Diagrama esparguete proposta C – Anexo E

Ao contrário das outras duas propostas, nesta a guilhotina não foi movida, sendo a ideia invertida, movendo-se a fresadora e a matéria-prima. Com isto pretendeu-se iniciar o processo produtivo praticamente no fim da fábrica, saindo no início já o produto acabado, isto é, o processo iniciava-se na guilhotina e o produto progredia quase sempre em direção à saída (exceção ao caso dos carimbos), não voltando para trás, criando-se assim um fluxo produtivo. Ao aproximar o máximo possível o processo antecedente e procedente de uma máquina, tentou-se diminuir a distância global percorrida pelo produto. Como é possível reparar pela Figura 28, não existem grandes movimentações do produto.

Outro aspeto importante foca-se no facto do funcionário que faz a expedição dos produtos (paletiza, filma, etc) ter uma zona definida para a realização das suas tarefas e essa zona se encontrar perto da saída e do último processo produtivo (mesa de cartonagem). Os produtos já paletizados e prontos a expedir serão colocados na zona do antigo refeitório, permitindo que, quando a transportadora chegue para expedir os produtos, não se tenha de entrar no chão de fábrica e com isso perturbar o processo produtivo.

A colocação da guilhotina velha junto da prensa foi também ela uma decisão estratégica uma vez que, esta guilhotina apesar de não ter tanta precisão como a outra, permite cortar o cartão em pedaços mais pequenos que depois vão entrar na prensa, deixando a outra guilhotina só para cortes de grande precisão.

Tal como sucede na Proposta A, ao colocar a mesa perto de uma parede, permite diminuir a confusão gerada pelo volume das bases (ver Figura 25), numa logística produtiva igual à representada na Figura 26.

Uma vez que os funcionários que trabalham no corte e vinco manual são os mesmos que trabalham com a guilhotina e a fresa, teve-se o cuidado de tentar juntar o máximo possível as máquinas desta secção para assim diminuir o *muda* de movimentação dos funcionários.

Um aspeto negativo tanto da Proposta A como B era o pouco espaço junto da guilhotina para alocar produtos que tinham sido fresados e que só estavam à espera de ordem para serem cortados na guilhotina e seguirem para a máquina de forrar. Nesta proposta, ao deslocar a fresadora e a matéria-prima, consegue-se criar uma zona próxima da guilhotina para tal. De salientar que o material, apesar de ser fresada toda a quantidade de cartão referida na ordem de fabrico, só é cortado segunda vez conforme as necessidades do processo que precede a guilhotina, criando-se assim *stocks* intermédios. Foi tentando com o responsável de produção uma diminuição do tamanho de lote de maneira a não existir *stock* intermédio, mas esta ideia foi questionada devido aos elevados padrões de qualidade necessários, ou seja, depois de se cortar um cartão os restantes têm de ficar com a mesma dimensão exata, o que poderá não acontecer se se desmarcar a fresadora.

Para permitir a deslocação da prensa para a posição pretendida, a zona dos balancés e termocolagem terá de ser diminuída, sendo este um dos desafios desta proposta, sendo o mesmo completamente exequível.

Nesta proposta, a zona central fica praticamente livre, situando-se aí apenas a fresadora. Com isto pretende-se que esta seja uma zona de supermercado, isto é, os produtos são colocados ao longo do corredor, para que depois o funcionário que precisar de um determinado produto ser capaz de ir buscar o mesmo sem ter de perguntar a ninguém onde é que o mesmo se encontra.

Quanto à zona da carpintaria que se encontra no fundo da fábrica, esta não é alterada, tal como sucede em todas as outras propostas, visto a carpintaria trabalhar com o piso superior (ourivesaria), estando no piso da cartonagem somente porque todo o equipamento necessário se encontrar aqui. Tirando a carpintaria e a guilhotina todo o resto da fábrica é alterada.

Resumindo, as vantagens desta proposta podem-se sintetizar nas seguintes:

- Criação de um fluxo produtivo do fim da fábrica para o início, não existindo praticamente nenhuma movimentação em sentido inverso;
- Menor espaço percorrido, no total menos 146m (61%):
 - Capa passa de 169m percorridos para 48m
 - Base passa de 69m para 44m
- Corredores bem definidos no espaço central da fábrica;
- Espaços bem definidos para colocação de produto intermédio, produto acabado e matéria-prima;
- Fresadora junto da guilhotina e junto da secção de corte e vinco manual;
- Matéria-prima junto da primeira máquina que a utiliza;
- Criação de um espaço para a expedição, sendo esse espaço junto à saída;
- Mesa de cartonagem (último processo produtivo) junto da expedição;
- Cravagem junto da mesa de cartonagem, diminuindo o *muda* de movimentação;
- Furadora junto da guilhotina e da máquina de forrar (processo antecedente e procedente, respetivamente);

- Carimbos com uma área de trabalho maior;
- Comunicação facilitada;
- Espaço disponível para utilizar o conceito de supermercado no corredor central;
- Aspetto visual melhorado
 - Produto volumoso está junto à parede;

Apresentadas as três propostas, surgiram durante a apresentação, algumas restrições:

- Não ser possível colocar um peso exagerado depois dos 30,9m devido às infraestruturas, não sendo por isso possível colocar qualquer máquina a partir daí (este ponto já se teve em consideração ao desenhar o *layout*);
- Dificuldade de movimentação de ambas as guilhotinas, não sendo por isso muito aconselhável uma mudança de *layout* que implicasse uma movimentação de alguma destas máquinas;
- Condições de trabalho: Máquina de forrar deve ficar junto a uma janela devido ao calor resultante da colagem;
- As paletes de cartão na sua totalidade também não podem ficar depois dos 30,9m.

4.3 Comparação das três propostas

A tabela que se segue apresenta as distâncias percorridas pela capa e base, bem como o somatório da distância total percorrida nas diferentes propostas apresentadas. No Anexo F encontram-se as tabelas descritivas das distâncias percorridas entre cada uma das etapas.

Tabela 4 - Distâncias percorridas pelo produto em cada uma das propostas

	Capa	Base	Total (m)
Layout Inicial	169	69	238
Layout Proposta A	89	70	159
Layout Proposta B	101	68	169
Layout Proposta C	48	44	92

Apesar de este ser um indicador bastante importante, deve-se também ter em conta o sentido do fluxo produtivo e a otimização do espaço disponível.

Discutidas as diferentes propostas, chegou-se à conclusão de que a proposta C era aquela que melhor serviria o futuro da empresa, visto ser a que é capaz de criar um fluxo contínuo de produção e fazer com que o produto não ande a deslocar-se na fábrica de um lado para o outro, mas sim num sentido praticamente único e com lógica.

5 Implementação do novo *layout*

Sobre essa proposta apenas se tinha de alterar alguns pormenores tais como o local para a colocação da matéria-prima. Partindo da base da proposta C, interessa agora aplicar as mudanças. O espaço desenhado na proposta para a colocação do cartão vai ser utilizado para duas coisas: colocação de duas paletes de cada cartão mais utilizado para assim evitar constantes deslocações ao antigo refeitório e também vai ser utilizado para colocação de produtos que vão entrar pela segunda vez na guilhotina (provenientes da fresadora) e que se encontram à espera de ordem do diretor de produção para avançar. Assim sendo, consegue-se criar o espaço desejado junto à guilhotina e resolver o problema da matéria-prima, que agora passa a estar no antigo refeitório

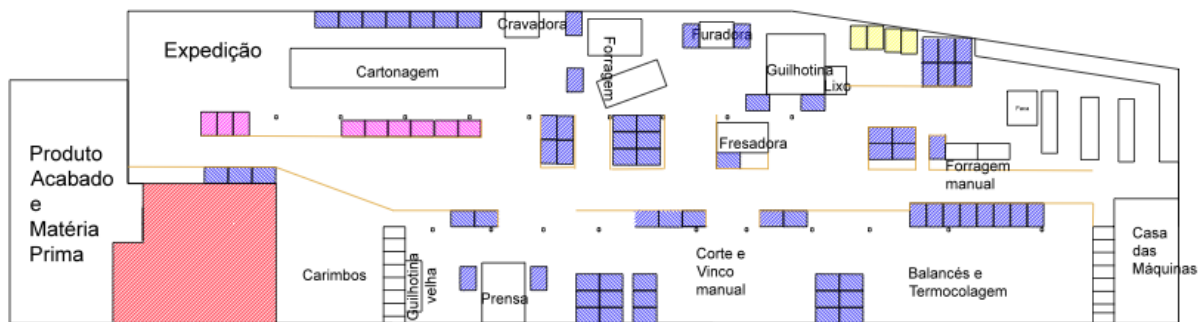


Figura 29 - Layout final - Anexo G

Todavia antes de as aplicar, importa falar com cada funcionário e perceber quais os seus entraves para uma mudança, uma vez que são estes que vão ficar a trabalhar no novo local e como tal têm de se sentir bem e motivados para a mudança. Durante a mudança surgiram alguns entraves por parte dos funcionários, os quais foram ouvidos e tidos em consideração, tentando sempre conciliar a filosofia *Lean* com as ideias e receios dos funcionários. Os funcionários devem-se sentir envolvidos e ouvidos nesta fase de mudança, sentindo-se importantes na empresa.

Numa primeira fase são realizadas ações de formação com o intuito de dar a conhecer a filosofia *Lean* e a metodologia 5S.

5.1 Ações de formação e sensibilização

Antes da realização de qualquer mudança, realizou-se uma ação de formação sobre os 5S onde os funcionários do piso da cartonagem foram divididos em dois grupos, evitando assim a paragem completa da produção. Nessa formação o objetivo passava sobretudo por explicar o conceito dos 5S, as vantagens desta ferramenta *Lean* e acima de tudo dar exemplos práticos de aplicações dos 5S, mostrando fotos dos locais de trabalho antes e depois da aplicação desta ferramenta.

Com esta ação pretendia-se que as pessoas percebessem o que iria ser feito e dessem ideias e sugestões para melhorar os seus postos de trabalho. Foram discutidos alguns problemas da empresa e apresentadas possíveis



Figura 30 - Um dos slides visualizados durante a sensibilização

soluções. Nas restantes semanas de trabalho, notou-se o empenho de todos e muitos deles estavam constantemente a falar dos 5S e da formação que lhes foi dada.

5.2 Mudança de layout e criação de células de trabalho

A alteração do *layout* envolvia a deslocação de quase todas as máquinas, o que implicava a paragem de produção. De maneira a evitar uma paragem propositada da produção, optou-se por criar uma equipa de trabalho e fazer esta alteração ao sábado. Uma vez que se vai alterar por completo a disposição do chão de fábrica, foram necessários 3 sábados para completar esta etapa, visto as máquinas não serem de fácil movimentação obrigando à utilização de macacos hidráulicos, patins, etc. O grande objetivo era que, após o final de cada sábado, fosse possível na segunda-feira começar a laborar normalmente. Isto leva a que exista um faseamento das máquinas a movimentar, visto existir a necessidade de criar pontos de electricidade para elas, colocar luzes para iluminação do espaço para onde estas iam, etc.

A equipa de mudança era composta por 10 elementos entre os quais se encontravam os sócios da empresa. O ideal seria ter nesta equipa um elemento de cada secção, não sendo contudo possível. O envolvimento da direção foi fundamental para o desenrolar do trabalho e permitiu que as mudanças fossem todas executadas como previsto.

Pode-se dividir em 7 as fases de mudança:

Fase 1: Mudança dos balancés, da máquina de termocolagem, da fresadora, da máquina de forrar e da furadora

Fase 2: Rotação da guilhotina velha e mudança da secção de impressão

Fase 3: Mudança da secção do corte e vinco manual, da expedição, da mesa de cartonagem e da prensa

Fase 4: Realização dos 5S

Fase 5: Criação de células

Fase 6: Análise dos resultados

Fase 7: Auditoria 5S

De salientar que se acabou por, na maior parte das vezes, realizar o primeiro S da fase 4 durante as fases 1, 2 e 3 uma vez que à medida que se ia realizando a mudança também se iam eliminando coisas que não eram necessárias (triagem) tais como: móveis, estantes, máquinas, produtos, etc. A fase 4 fica concluída após a mudança completa do *layout* através das marcações, identificações e definições dos locais para todas as coisas.

Uma vez que durante a mudança das máquinas não foi possível realizar a totalidade dos 5S devido à limitação de tempo, optou-se por o realizar durante o período de trabalho. Com isto pretendia-se o envolvimento de cada pessoa do posto de trabalho. Era essa pessoa que se devia sentir bem no posto de trabalho e por isso devia dar a sua opinião e ajudar na triagem, organização, limpeza e padronização.

A descrição das mudanças dentro de cada uma das secções será feita recorrendo a uma imagem do *layout* após a mudança onde serão apresentados os locais das paletes, seguida de algumas vantagens desse novo *layout*, descrição das mudanças e trabalho realizado bem como algumas considerações importantes.

5.3 Fase 1 a 4

Em cada um dos sábados que se realizou a mudança, foram definidos objetivos. Esses objetivos encontram-se expostos através da divisão por fases do plano de trabalho. As primeiras 3 fases foram feitas em cada um dos 3 sábados, sendo as restantes realizadas ao longo do resto do projeto.

Ao realizar a mudança estudou-se o melhor *layout* possível dentro de cada secção. Todos os *layouts* apresentados de seguida são os *layouts* finais dentro de cada uma das secções da empresa que, com esta mudança, vão deixar de estar tão bem definidas, tentando-se com isto criar um fluxo de trabalho.

5.3.1 Mudança Termocolagem e balancés

Como já referido no capítulo 3, a máquina de termocolagem serve tanto os balancés como a serra, dependendo do trabalho. Nesta secção não se trabalha com paletes sendo o resultado do trabalho transportado para a mesa de cartonagem à mão ou através de um carrinho.

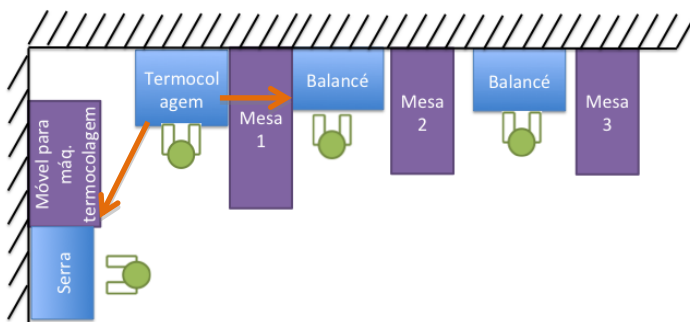


Figura 31 - Disposição da secção de termocolagem

Na Figura 31 encontra-se representada a disposição desta secção após a mudança. Existem vários aspetos melhorados e de referenciar:

1- Máquina de termocolagem já não se encontra afastada dos balancés e da serra (diminuiu-se assim as distâncias percorridas de cerca de 16m – ida e volta - para 0m). Tentou-se colocar a máquina entre ambos de maneira a que seja possível alimentar cada um sem ser necessário deslocações (eliminou-se o muda de transporte e diminuiu-se o *stock* intermédio entre a máquina de termocolagem e os balancés e serra). O material pode agora sair um a um da termocolagem e ser logo cortado no balancé, criando-se assim um fluxo unitário e contínuo de peças. A mesa 1 serve de apoio para o funcionário que se encontra a operar na máquina de termocolagem. Outra das hipóteses é a máquina de termocolagem alimentar a serra, o que acontece praticamente do mesmo modo como para com o balancé. Como nesta secção existem dois funcionários, é possível que um esteja na máquina de termocolagem e um outro na serra ou balancé, extinguindo-se assim o *stock* intermédio entre a termocolagem e as restantes máquinas;

2- Conseguiu-se diminuir a área ocupada por esta secção de 61,65 m² para 48,15m², mantendo-se contudo espaço suficiente para arrumação. Isto foi conseguido através de duas maneiras: eliminação de alguns dos móveis existentes através de uma triagem do material realmente necessário (realização dos 5S) e diminuição da distância entre máquinas;

3- Passagem do flocado para a zona do corredor principal, encontrando-se este agora próximo da máquina que o utiliza, uma vez que tem um peso bastante razoável, diminuindo assim o espaço percorrido pelo funcionário. A organização do flocado é agora feita por cores, sendo mais facilmente perceptível quando está a acabar uma determinada cor.

4- Optou-se por não alterar a posição desta secção visto esta trabalhar muito para ourivesaria, ou seja, para o piso superior, mantendo-se por isso perto de uma das escadas que dão acesso ao piso superior.

5.3.2 *Mudança da fresadora, furadora, forragem e utilização de paletes com rodas*

Estas mudanças foram fundamentais para se conseguir que o produto seguisse uma sequência lógica de produção e tivesse um sentido de produção completamente definido e em direção à saída.



Figura 32 - Novo *layout* da zona junto à guilhotina

A matéria-prima encontra-se perto da guilhotina que a usa. A paleta que vai entrar na guilhotina pela primeira vez está sinalizada com o número 1-4, sendo que depois a paleta 2 serve para colocar o produto fruto da primeira passagem pela guilhotina. Esta paleta é partilhada pela fresadora, diminuindo-se assim o número de paletes necessárias e o *muda* de transporte. As paletes dentro desta área representada são dotadas de rodas para permitir a deslocação sem a utilização do porta-paletes. Tal permite uma mais rápida deslocação e uma diminuição do tamanho dos corredores nesta zona.

De seguida o produto é colocado na paleta 3 e deslocado através das rodas até à posição 1-4 onde é cortado pela segunda vez. Após este corte, o produto ou desloca-se para a zona denominada como Produto Guilhotina onde aguarda novas ordens, ou desloca-se para a posição 5, paleta que alimenta a furadora. O funcionário da furadora pega no produto da paleta 5, fura e coloca na paleta 6 que é utilizada como fonte de alimentação da máquina de forrar, existindo mais uma vez a partilha da paleta. As paletes 7 a 12 servem para zona de *stock* intermédio de produto provenientes da furadora que vai entrar na máquina de forrar visto esta última ter um tempo de ciclo superior. As paletes 13 e 14 são paletes destinadas a produtos provenientes do processo de forragem e que aguardam ordem para ou entrar na secção de impressão ou para seguir para a mesa de cartonagem. A paleta 15 é uma paleta usada também para colocação de produto proveniente da forragem. Quanto à paleta 16, esta serve de suporte para a colocação dos papéis que vão entrar na máquina de forrar e que vão servir para forrar o cartão.

5.3.3 *Rotação da guilhotina velha e mudança da secção de impressão*

A guilhotina velha serve sobretudo para fazer cortes no cartão com baixa precisão. Uma vez que os produtos precisam ter grande precisão, esta apenas serve para cortar cartão que vai entrar na prensa, visto que a prensa ainda os vai cortar mais pequenos, acabando por essa imprecisão resultante do corte da guilhotina desaparecer. Como tal, o mais lógico para a criação de fluxo e diminuição do espaço percorrido será colocar a prensa junto da guilhotina. Uma vez que está definido deslocar a secção de impressão para a zona onde inicialmente se

encontrava a fresadora, a solução passava por rodar a guilhotina, permitindo que essa fique junto da prensa. Com isto evita-se deslocamentos e é aumentada a área disponível para as impressões.

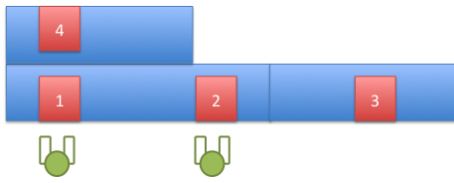


Figura 33 - Disposição da secção de impressão (carimbos)

Quanto à secção de impressão, esta sofreu mudanças internas profundas. Como foi referido em 3.3.4, as máquinas 1,2 e 3 podem estar a realizar operações sequenciais. Uma vez que têm tempos de ciclo iguais, a adição de um funcionário permitiria criar um fluxo produtivo entre as 3 máquinas (criação de uma célula em linha), fluxo esse impossível de se realizar no antigo *layout* uma vez que a máquina 3 não se encontrava em

linha com a 1 e 2, obrigando a um deslocamento desnecessário (*muda* de transporte). Com o novo *layout* (ver Figura 33) é possível criar uma sequência de produção ao adicionar um terceiro funcionário, evitando-se a acumulação de produto (*stock* intermédio) entre a máquina 2 e 3. Assim sendo, o produto a ser impresso passava na máquina 1 e seguia peça a peça até à máquina 3.

De referir que, uma vez que a máquina 4 pode ser considerada uma máquina independente de qualquer uma das outras, esta foi colocada na parte traseira da máquina 1, possuindo assim bastante espaço de trabalho.

5.3.4 Mudança da prensa e da secção do corte e vinco manual

A prensa é uma máquina que é alimentada pela guilhotina velha e como tal deve estar junto da mesma. Outro fator a ter em conta é a zona envolvente a esta. Muitas vezes a prensa faz bases para produtos que vão ser acabados em casa ou pelas duas senhoras que se encontram na parte central da mesa, criando-se uma quantidade elevada de *stock* intermédio junto da prensa. De salientar ainda que foi feito um móvel para colocação dos cortantes junto da prensa e com isso diminuiu-se o *muda* de movimentação. Os cortantes estão agora numerados e de fácil seleção.

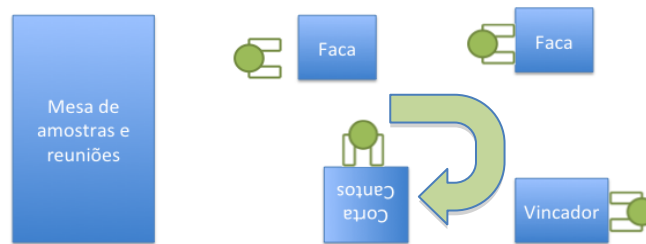


Figura 34 - Nova disposição do corte e vinco

Quanto ao corte e vinco manual, na Figura 34 encontra-se o resultado final. Com o novo *layout*, o fluxo forma uma espécie de U (o produto começa na faca, passa pelo vincador e acaba no corta cantos). Com a mudança do local bem como com a redução do espaço que a secção ocupava, foi possível colocar uma mesa que servirá de apoio para reuniões, visto que esta é uma secção que produz amostras para o cliente aprovar o produto e por isso a gerência desloca-se muitas vezes ali com os clientes para discutir pormenores dos produtos. Esta mesa foi forrada a branco dando um aspeto muito mais limpo, e permitindo ao mesmo tempo para além de servir de mesa de reuniões ser também um pouco uma mesa de exposição, umas vez que não são raras as vezes que os clientes têm reuniões à volta desta mesa.

Tal como no *layout* inicial, a secção acaba por ficar junto do cartão, não se perdendo portanto a vantagem existente no *layout* inicial. Um aspeto tido em conta foi também a necessidade de juntar o mais possível esta secção da guilhotina e fresadora uma vez que os funcionários são os mesmos, ponto que não era tido em conta no *layout* inicial.

5.3.5 Embalamento

Antigamente não estava destinada uma zona específica para o embalamento. Como tal era importante criar uma zona para esta e acima de tudo criar uma zona que estivesse o mais próximo possível da saída. Assim, foi decidido que a expedição iria ficar junto da porta de saída e logo a seguir ao último processo produtivo (mesa de cartonagem). A roxo estão representadas as mesas de apoio, sendo que a palete 1, 2 e 3 são paletes onde são colocadas pequenas encomendas de vários clientes e que vão sair nos próximos dias. Quanto às paletes 4, 5 e 6 são locais de armazenamento de produtos embalados e terminados e que aguardam que o cliente os reclame mas que não é previsto que isso aconteça tão cedo. Quanto às grandes encomendas, estas são enviadas em paletes e a filmagem das mesas ocorre junto à mesa de cartonagem, podendo as mesmas depois seguir logo para a carrinha, ficarem junto da mesa a aguardar ordem de despacho ou serem armazenadas no antigo refeitório (apesar de não existir muito espaço para produto acabado, ainda se conseguem armazenar aí cerca de 8 paletes de produto acabado).

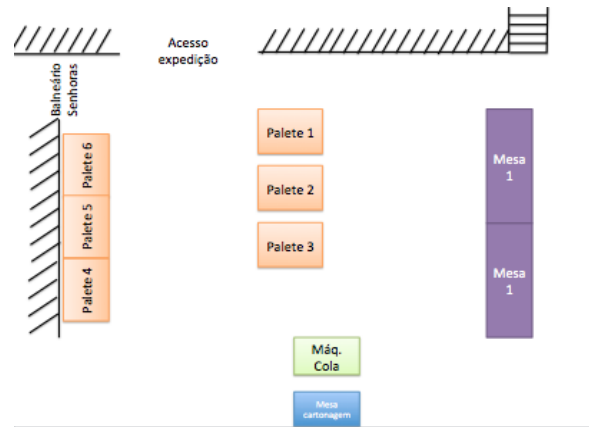


Figura 35 - Layout da zona de embalamento

5.3.6 Realização dos 5S

Esta fase foi realizada no período laboral de maneira a que todos pudessem contribuir com ideias e opiniões. Neste ponto não se criou propriamente uma equipa de trabalho mas sim um conjunto de equipas de trabalho compostas pelas pessoas envolvidas nessa zona e pelo diretor de produção.

O primeiro passo passou pela realização de triagens. Havia grandes quantidades de produtos que já se encontravam obsoletos, escondidos e que nunca mais iam ser utilizados. Estes produtos tinham sido colocados ali há muito tempo atrás e encontravam-se completamente esquecidos. Deve ser combatida a ideia de que se deve guardar tudo porque um dia mais tarde pode ser preciso. Essa ideia foi fortemente combatida tanto na ação de formação como durante a realização no terreno dos 5S. Com a triagem conseguiu-se eliminar uma grande quantidade de móveis, paletes, lixo e produto obsoleto. No fundo libertou-se uma enorme área que agora pode ser corretamente utilizada.

De seguida organizou-se o material mais utilizado de maneira a aumentar a produtividade, diminuindo o tempo de procura do material necessário através de quadros de ferramentas, identificações das áreas e estantes, bem como arrumação do tipo de cartão (definindo filas de cartão e só ficando em cada fila cartão do mesmo tipo, assim facilmente acessível), papel e produto intermédio e acabado. Com isto obtém-se uma maior rapidez e facilidade para encontrar documentos, materiais, ferramentas e outros objetos e economiza-se o tempo útil de trabalho. A título de exemplo pode ser referido o caso dos cortantes. Os cortantes são

utilizados pela prensa. Contudo, no *layout* inicial os mesmos encontravam-se junto da fresadora e distantes da prensa. No novo *layout* optou-se por fazer uns móveis junto às prensas com divisões quadrangulares, ficando em cada divisão os cortantes para um único cliente, tornando assim os cortantes bastante mais organizados e de fácil acesso para qualquer pessoa (ver anexo H).

Triado o material de maneira a ser mantido apenas aquele mais utilizado junto da área de trabalho e organizada a área de trabalho, o próximo passo passa pela limpeza. A limpeza funciona também como uma espécie de inspeção uma vez que se uma máquina estiver suja e rodeada de óleo, torna-se difícil perceber se está com alguma avaria e a perder óleo (antigamente a prensa encontrava-se rodeada de panos por perder bastante óleo. Agora com a colocação de uma chapa metálica, que serve de bacia de retenção, permite evitar o uso de panos e é facilmente notório caso a prensa perca mais óleo do que o normal). Após a primeira limpeza para manter a melhoria será necessário um acompanhamento constante.

O próximo passo é a padronização. Neste passo pretende-se estabelecer as situações preferenciais como padrão, ajudando assim a tornar os novos hábitos na forma natural de atuar. No quadro de ferramentas a simples pintura dos contornos das ferramentas permite perceber visualmente quando falta uma ferramenta ou quando alguma está fora do sítio ou no quadro de ferramentas errado. A identificação escrita (colocação de etiquetas) das filas de cada tipo de cartão também permite perceber quando alguma paleta de cartão se encontra fora do sítio ou o local onde devem ser colocadas as paletes de cartão quando são descarregadas. Nesta fase marcou-se também o chão com fita-cola de maneira a cada coisa ter um sítio.

Para manter os 4 primeiros “S” vivos é necessário treinar e disciplinar constantemente as pessoas a manter os padrões. Sendo assim é importante criar um sistema de auditorias que permita aferir a evolução dos 5S e existir um constante acompanhamento e divulgação dos resultados. Deve-se ter sempre presente que se trata de uma melhoria contínua, e como tal, há sempre algo a melhorar.

5.3.7 Stock intermédio no corredor central

A deslocação da mesa de cartonagem permitiu “ganhar” o corredor central. Um aspeto importante tem que ver com o facto de, por vezes, diferentes máquinas estarem a fazer diferentes ordens de fabrico, sendo outro aspeto a salientar o facto de o produto proveniente de uma máquina poder ir para máquinas diferentes dependendo do que se está a fazer. A criação de um espaço onde alocar o produto e posteriormente as pessoas virem procurar esse produto ao corredor em vez de andar atrás da pessoa a perguntar onde este se encontra, surge como a opção mais viável. Com isto diminuiu-se o tempo perdido à procura do produto e obtém-se uma maior organização, uma vez que cada máquina tem o seu local para colocar os produtos provenientes desta (quando não entram logo noutra máquina). Assim as paletes encontram-se expostas no corredor e este serve como uma espécie de *picking*, onde as pessoas pegam apenas nos produtos que precisam.

5.3.8 Criação de células de trabalho

No caso em estudo, ao juntar numa mesma zona a guilhotina, fresadora e furadora consegue-se criar uma célula de trabalho fruto da capacidade de todas as pessoas que trabalham na guilhotina e na fresadora serem capazes de usar a máquina de furar.

Numa análise dos tempos de ciclo, podemos reparar que os tempos não diferem muito. Contudo há que ter em conta um pormenor: para fresar o cartão são necessários dois

funcionários sendo que um deles se encontra encarregue de alimentar a máquina e o outro de retirar o produto já fresado. Uma vez que o funcionário que alimenta a máquina fica cerca de 15s à espera que o seu colega termine de colocar o cartão fresado na paleta, este primeiro pode, em virtude da proximidade com a furadora, ir furando algum cartão que já tenha feito o percurso guilhotina-fresadora-guilhotina, ficando esse cartão já disponível para forrar. Cria-se assim uma célula em forma de “U”. Esta célula apesar de estar já montada ainda não se encontra completamente “oleada”, sendo um dos pontos a tratar no futuro.

Na zona da termocolagem e balancés foi possível criar uma célula em linha, tal como aconteceu com a secção de impressão. Sendo assim, consegue-se diminuir o *lead time* e o espaço percorrido bem como os *stocks* intermédios.

5.4 **Ganhos obtidos com a mudança do layout**

A tabela que se segue apresenta de uma maneira sucinta os ganhos obtidos com o projeto para a empresa. Apesar de não ter sido possível perceber a quantidade de encomendas atrasadas e o tempo de atrasos devido ao pouco tempo entre o fim da aplicação do projeto e a conclusão deste relatório, pode-se perceber facilmente que ao reduzir o *lead-time* estes atrasos também vão ser diminuídos. De salientar ainda a criação de corredores e a redução de mais de 60% do espaço percorrido. Quanto a outros ganhos, estes foram descritos enquanto se apresentavam as propostas.

Tabela 5 - Ganhos com mudança de layout e 5S

Indicador	Medida	Layout inicial	Layout após mudança	Resultado
Área ocupada por paletes, produtos parados, produtos intermédios e móveis	m ²	100	49	-51%
Espaço ocupado pela matéria-prima no <i>gamba</i>	m ²	24	3,3	-86%
Largura corredor	m	N.D.	2	
Distância percorrida	m	238	92	-61%
<i>Lead-time</i>	dias	28,52	20,52	-28%

Resumo das vantagens resultantes da mudança:

- ✓ Redução do espaço percorrido tanto em vazio como trazendo carga;
- ✓ Redução do tempo perdido em deslocações que não introduzem qualquer tipo de valor ao produto;
- ✓ Redução do *stock* intermédio entre guilhotina-fresadora, guilhotina-furadora e furadora-forrage, uma vez que em condições normais (entenda-se, o cliente não pede apenas parte da encomenda) estes processos são sequenciais e sem tempo para criação de grandes *stocks*;
- ✓ Redução do *lead-time* que se encontra diretamente relacionado com a diminuição do *muda* de transporta, movimentação e inventário;
- ✓ Aumento da capacidade produtiva;
- ✓ Maior comunicação entre sectores;
- ✓ Maior arrumação.

5.4.1 Computador para tracking das ordens e indicadores de produtividade

Este ponto foi abordado com a gerência a qual concordou. De seguida é apresentada a descrição do pretendido com o computador, uma vez que este ainda não se encontra em funcionamento, sendo contudo previsível que, dentro de muito pouco tempo, se consiga já inserir a informação pretendida no chão de fábrica.

A instalação de um computador no chão de fábrica é um passo importante na modernização da empresa. Este computador permitiria:

- 1- Registrar a data de entrada da ordem de fabrico;
- 2- Registrar o fim de operação em cada uma das máquinas;
- 3- Registrar a data de embalamento do produto;
- 4- Registrar a data de saída do produto;
- 5- Tornar desnecessário que as pessoas perguntem ao diretor de fábrica o que têm de fazer.

O registo da data de entrada da ordem juntamente com a data de saída do produto permite perceber o *lead time* de uma forma correta.

Quanto ao ponto 2 este é de extrema importância para que sempre que o cliente telefona a perguntar quanto tempo demora a sua encomenda ou o estado em que se encontra, não seja necessário por parte de quem atende (departamento comercial) ter de se deslocar ao chão de fábrica ou telefonar para o diretor de produção a perguntar. Existem assim duas potenciais vantagens diretas deste ponto: demonstra grande interligação entre o departamento de produção e o comercial o que passa uma imagem bastante positiva para o cliente e também liberta o diretor de produção, uma vez que não tem de estar sempre ao telefone.

A data de embalamento também é importante para se perceber de uma forma mais clara quanto tempo é que os produtos finais ficam parados à espera que o cliente os venha buscar. É de supor que os clientes mal a encomenda esteja pronta, sejam avisados. Assim consegue-se obter um histórico e saber quais os clientes que mais se atrasam, quais os melhores clientes, entre outros, possibilitando assim uma coerente análise ABC aos clientes.

O ponto 5 é um ponto um bocado mais complexo. Este ponto passaria por ter um quadro eletrónico no *gamba*, onde iria aparecer a informação, por máquina, do que se encontra a produzir atualmente e o que iria produzir a seguir ao fim dessa produção. Tal facto obrigava os funcionários a deslocarem-se até ao computador de maneira a inserirem os dados de início e fim de produção. Para facilitar essa tarefa, cada maquinista poderia ter associado a si um código de barras tal como cada máquina teria um código de barras próprio. Assim, o maquinista apenas tinha de com a pistola passar na ordem de fabrico (assim sabe-se de que ordem se trata, de que cliente, das quantidades, etc.), dar o início ou término dessa ordem e passar a pistola pelo seu código de barras e máquina onde está a trabalhar. Com isto, este processo torna-se rápido e evita a inserção de erros.

O conceito de código de barras permite uma introdução de dados rápida e fidedigna. Sendo assim, existe a possibilidade de tratar os dados de maneira a obter por exemplo o OEE (ter-se-ia de criar um código para pequenas paragens e ter códigos para diferentes situações do dia de maneira a perceber o que a máquina faz durante todo o dia), qual a hora do dia mais produtiva, etc. Estes dados são bastante importantes de maneira a otimizar todo o processo.

6 Outros trabalhos

No âmbito da colaboração na XC Consultores, realizaram-se ainda algumas ações de menor dimensão numa outra empresa de embalagens: a Litel. A Litel foi fundada em 1974 e situa-se na Trofa. Com mais de 30 anos de experiência na área da embalagem, dispõe de um leque variado de produtos em papel, com elevada qualidade. Utiliza para o efeito a mais recente tecnologia a fim de assegurar qualidade, inovação e preços competitivos.

Oferece um serviço de apoio técnico e de design, através de uma equipa de profissionais devidamente qualificados e que procuram encontrar sempre as melhores soluções, na perspetiva de satisfação das necessidades do cliente. (Litel)

Para além de embalagens, a Litel produz também sacos de papel para diversos mercados tais como lojas de roupa, farmácias, lojas de brinquedos, lojas desportivas, etc.

O trabalho desenvolvido nesta empresa foi focado na área das saqueiras onde se realizou os 5S, desenhou-se uma estrutura para o transporte do lixo e também obtiveram-se alguns indicadores produtivos inexistentes até à data.



Figura 36 - Exemplos de sacos produzidos na Litel (Litel)

6.1 OEE

Se é verdade que a empresa possui um software de gestão de produção, também não deixa de ser verdade que este software é muito vulnerável à introdução de erros uma vez que, por exemplo, o programa permite dar início ao fabrico do saco A na máquina MS01 e permite dar início à produção do saco B na mesma máquina; na máquina em questão tal é fisicamente impossível, para além de que não permite o cálculo do OEE.

Com o intuito de informatizar o cálculo do OEE para as máquinas de produção de sacos, definiu-se com o engenheiro informático um conjunto de parâmetros que devem ser os *inputs* para o cálculo do indicador:

- Início e fim de produção;
- Início e fim de *setup*;
- Avarias superiores a 10 min e sua discriminação (mecânicas, elétricas, etc.);
- Intervalos e outras paragens (falta de MP, falta de OF, fim do dia etc.);
- Sacos embalados (produto final que vai para o cliente);
- Sacos estragados pela impressão;
- Contagem da máquina dos sacos produzidos (é igual aos somatório dos sacos embalados com os rejeitados).

Com uma disciplina dos funcionários que introduzem os dados, aliado a uma melhoria do software de maneira a impedir a introdução de erros, consegue-se obter um conjunto de indicadores mais fiáveis.

No caso da introdução de horários, o programa deve assumir sempre que cada máquina está permanentemente num determinado estado. Isto é, deve obrigar o utilizador a que quando dê fim de uma atividade, dê de imediato início a outra. Atualmente, o programa permitia dar início a uma atividade sem que se terminasse a anterior, gerando dados pouco fiáveis.

Deve ainda ser introduzido no início, a velocidade teórica (sacos/min) que cada máquina tem capacidade de produzir caso todas as restantes variáveis fossem favoráveis. Esta velocidade deve ser revista sempre que possível de maneira a estar sempre coerente.

Estando no sistema todos estes dados consegue-se facilmente perceber durante o dia o tempo perdido em *setups*, pequenas avarias, sacos produzidos no tempo disponível, sacos embalados e sacos rejeitados. Os sacos rejeitados não são mais que a subtração dos sacos embalados aos sacos produzidos (sacos contados pelo contador da máquina). Dos sacos estragados, o defeito pode ter duas origens: impressão ou saqueiras. De maneira a conseguir distinguir entre ambos, os funcionários colocam os sacos num contentor ao lado quando se trata de defeitos de impressão; estes sacos são depois contados ou pesados (se forem grandes quantidades é muito demorado estar a contar saco a saco), chegando-se assim aos sacos rejeitados resultantes de falhas de impressão.

Com estes dados recolhidos, será então possível que o programa devolva os valores do OEE e seus componentes.

De maneira a otimizar as capacidades do computador presente no chão de fábrica, o software será adaptado de maneira a que, por defeito, mostre os dados de produção atuais correspondentes às máquinas afetas a cada terminal. Nas saqueiras aparecerá no ecrã a seguinte informação sempre que ninguém esteja a trabalhar no computador:

- Estado atual de cada uma das máquinas (em *setup*, avariada, parada por ordem do diretor, etc.);
- Número da ordem de fabrico que se encontra a produzir, nome do saco, data de entrega e quantidade;
- OEE do mês anterior e OEE do mês corrente até à data

Isto permite que o diretor de produção ou outro responsável tenha um acesso rápido à situação de cada máquina *in loco*, facilitando também o controlo da introdução dos dados: ao passar na zona poderá rapidamente ver a situação real de cada máquina (em produção, avariada, etc.) e comparar com o que está introduzido no Sistema de Informação.

O software deverá também ser capaz de gerar ele próprio ou por meios externos (por exemplo o Excel) um gráfico de evolução do OEE.

Por fim, deverá ser possível a análise e tratamento dos dados por períodos de tempo diferentes, por tipo de saco e por máquina ou grupo de máquinas.

Quanto à introdução dos dados na produção, deve-se considerar a existência de códigos de barras para todos os dados a introduzir, permitindo ao operador recorrer apenas ao leitor de código de barras, sem uso do teclado aumentando a rapidez de introdução dos dados e diminuindo os erros de introdução.

Numa fase inicial e enquanto não se encontram disponíveis as mudanças no software, foi pedido aos operadores para anotarem manualmente o tempo de *setup*, os tempos de paragens superiores a 10 minutos e os motivos e as quantidades produzidas (Anexo I). Quanto à parcela da qualidade, foi definido um valor teórico. Com estes dados é então possível calcular o OEE manualmente. Isto é fundamental para os operadores terem uma perceção do significado do OEE, dos valores que atualmente são obtidos e permite ainda criar uma disciplina de introdução/anotação de dados. Os operadores no fim de cada turno introduzem o valor do OEE numa folha mensal produzida para o efeito (Anexo J) e no final de cada mês são impressos os gráficos a partir do Excel das quantidades produzidas, OEE, disponibilidade e cadência por turno e por dia. A introdução dos dados no Excel já não é feita pelos operadores.

De notar ainda que esta ferramenta não foi introduzida sem antes se ter dado formação aos funcionários e explicado como deveriam inserir os dados. Para além desta formação, ao longo do tempo em que o computador não esteve disponível, foi dado apoio no preenchimento manual.

6.2 Restantes ações

Quanto ao suporte para o lixo, este foi desenvolvido com o intuito de tornar mais prático e rápido o transporte dos contentores de resíduos desde a zona de produção até ao exterior. Atualmente os resíduos são transportados nos contentores para o exterior pelo empilhador de garfos. Depois de analisado este processo e identificada uma potencial melhoria, chegou-se à conclusão que a melhor solução passaria pela utilização do empilhador de pinças rotativas (empilhador com pinças e capacidade de rodar as pinças em 360°) por ser o mais rápido processo de despejo e eliminar os movimentos desnecessários. Contudo o empilhador tinha o problema de não agarrar o contentor plástico devido às suas enormes dimensões. Para isso, desenhou-se uma solução para fabricar uma peça que permita ser agarrada pelo empilhador de pinças e que ao mesmo tempo permita pegar numa palete. Surgiu assim a peça apresentada no anexo K. Esta peça não é mais que um adaptador para que o empilhador de pinças possa ser adaptado a um empilhador de garfos mas com capacidade de rotação. A grande vantagem desta solução passa por, com uma única peça, se conseguir despejar todos os contentores existentes na fábrica, o que não aconteceria se se adaptasse todos os contentores ao empilhador. Outra vantagem é a grande redução de tempo do processo, devido ao facto de o funcionário não ter de sair do empilhador tempo nenhum.

Durante este trabalho foi ainda implementada a ferramenta 5S. Esta ferramenta foi aplicada na área das saqueiras onde trabalham cerca de 8 pessoas. A introdução de quadros de ferramentas tornou possível que cada chefe de turno no final do seu turno conseguisse perceber quais as ferramentas em falta sendo assim mais facilmente feito um rastreio *online* das mesmas. Para além disso, a definição e desenho do sítio de cada uma das ferramentas permitiu diminuir o tempo despendido na procura das mesmas. Muitas vezes surgia mesmo o caso de o funcionário estar à procura de uma ferramenta e esta não estar na caixa de ferramentas o que, com os quadros de ferramentas não acontece.

Quanto às gavetas, estas encontravam-se bastante desarrumadas (ver anexo L). Mais uma vez, o tempo perdido na procura de parafusos ou acessórios foi consideravelmente diminuído fruto da melhor organização obtida pela divisão da gaveta em pequenos compartimentos, sendo que em cada um apenas existe um único tipo de peças.

Para além destes pontos, foram ainda feitas as devidas marcações e definidos os locais para todas as coisas de maneira a que nada estivesse fora do lugar.

7.1 Conclusão

Para a realização de qualquer projeto *Lean*, tem de existir sempre uma fase inicial de levantamento da informação e de conhecimento da empresa e dos seus pontos fortes e menos fortes. É fundamental que se crie um bom ambiente com as pessoas que lá trabalham uma vez que, caso estas estejam contra a mudança, a execução da mesma será muito mais difícil. Para além do envolvimento de todos os funcionários, a direção também deve estar envolvida, dando o exemplo. As pessoas têm normalmente um grande medo à mudança e os consultores como agentes de mudança e melhoria contínua devem tentar alterar o paradigma de “já se fazia assim há anos”. Essa desculpa é quase sempre dada pelos funcionários para depois questionarem o porquê das alterações. A ideia de que tudo vai voltar novamente ao que estava após a saída do consultor da empresa tem de ser combatida com uma grande padronização, treino e disciplina.

Como foi referido ao longo do trabalho, não basta exigir aos funcionários que tenham o seu local limpo e que cumpram com os pensamentos *Lean*. É necessário antes de mais dar-lhes todas as condições para só depois se poder exigir. Ganha importância então a sensibilização inicial sobre o *Lean* e as suas ferramentas como os 5S. Ao transmitir o conceito de *muda* - qualquer atividade humana que absorve recursos mas não cria valor - e os diferentes tipos conseguiu-se alterar os paradigmas existentes, motivando os funcionários para o combate ao desperdício. É, pois, importante a formação dada aos operadores uma vez que com esta formação estes conseguiram perceber e ver exemplos práticos sobre o que se pretende, surgindo mesmo durante a formação ideias dos próprios funcionários sobre mudanças a executar. Apesar de um consultor ser uma pessoa de fora que consegue mais facilmente visualizar situações que os que trabalham na empresa há vários anos e que não atentam nelas por estarem tão habituados, também não deixa de ser verdade que a experiência de trabalho dos funcionários é fundamental para, juntamente com a do consultor, se conseguir melhorar a fábrica. Nunca se deve esquecer, contudo, que a melhoria deve ser contínua uma vez que a luta contra os desperdícios é uma luta que nunca está ganha e que deve ser revista sempre que possível. Ao combater um desperdício, é muito provável que um outro surja e ao qual não tinha sido dada importância até aí. Dotar a empresa de uma produção peça a peça é algo que normalmente obriga a algum investimento e a uma mudança profunda do planeamento. Sendo assim, a mudança de *layout* não é mais que o primeiro passo para atingir tal objetivo.

Existiram pois três fases bem distintas deste projeto: uma antes da mudança do *layout*, uma durante a mudança de *layout* e uma após a mudança. Em todas elas foi tido o máximo cuidado com o fator humano, determinante na Aéme. Manter os funcionários contentes e motivados para a mudança foi um desafio conseguido. Na Toyota há um ditado japonês que diz “*mino zukuri*”. Traduzindo grosseiramente, significa “para se fazer as coisas, temos de primeiro fazer pessoas”.

No início do projeto foram estabelecidos objetivos ambiciosos. Tornar a fábrica organizada, com um fluxo contínuo e com um sentido coerente bem como reduzir o *lead time*, os *mudas* de movimentação e transporte foram os principais objetivos sendo que, aliado à redução do *lead time*, se encontra as reduções dos atrasos aos clientes enquanto a redução do espaço percorrido pelo produto foi conseguida através da redução do *muda* de transporte.

A criação do fluxo contínuo e com lógica foi conseguido através da revolução do *layout* operada. Quando se fala de uma revolução no *layout* de uma fábrica isso terá de ser um objetivo ambicioso, ainda para mais que no caso em questão obrigou a uma mudança total da fábrica, excetuando uma guilhotina. A distância percorrida com a mudança de *layout* foi reduzida em 61% o que demonstrou desde logo o enorme *muda* de transporte existente na fase inicial. O *lead time* foi reduzido em 30% fruto dos 5S e das alterações de *layout*. Enquanto se realizou o primeiro dos 5S, foi possível reduzir a área ocupada em cerca de 50%. Esta redução foi conseguida através de uma eliminação de móveis, produtos estragados, retalhos, produtos obsoletos, etc. A criação de corredores até à data inexistentes permitiu também diminuir o tempo de deslocações no interior da fábrica, não sendo agora necessário realizar um percurso em ziguezague para contornar os obstáculos;

Para além de todos estes objetivos alcançados ainda se pode realçar outros que apesar de não estarem representados em números são de fácil perceção: criação do móvel dos cortantes junto à máquina que a utiliza reduziu em 30m o espaço percorrido pelo funcionário e em consequência o *muda* de movimentação; aumento da satisfação dos funcionários. Torna-se motivo de orgulho o reconhecimento de um bom trabalho e esse reconhecimento é dado pelos funcionários que no dia-a-dia na troca de impressões confessam que estão melhores depois da mudança; Aumento da organização uma vez que com a mudança de *layout* e os 5S conseguiu-se saber onde se devem colocar as coisas e ter um sitio para cada coisa impedindo que exista um espírito de que “foi o outro que deixou aí isso”. Agora todos sabem onde têm de por as coisas e caso algo esteja fora do sitio isso é de fácil perceção, sendo os próprios operários a chamarem a atenção uns dos outros; Aumento da limpeza e diminuição da “poluição visual” gerada pela existência de paletes com embalagens de grande volume espalhadas pela fábrica. Essas paletes encontram-se agora encostadas à parede e junto da mesa de cartonagem que as utiliza.

Foi ainda perceptível que ferramentas como o diagrama esparguete são ferramentas que, apesar de bastante simples, são de grande utilidade para se conseguir demonstrar à empresa que esta consegue melhorar. É muito habitual que devido ao pouco tempo que a direção tem para analisar a produção, não consigam identificar desperdícios que são de fácil eliminação. É aí que o consultor entra. O consultor, usando as ferramentas *Lean* de que dispõe, consegue de uma forma rápida e de fácil compreensão demonstrar que a empresa afinal ainda não se encontra organizada. O uso do VSM para demonstrar os desperdícios e perceber o processo produtivo é algo imprescindível no início de qualquer projeto.

Em jeito de conclusão pode-se referir que os objetivos propostos foram inteiramente cumpridos e até mesmo superados. Foi então possível perceber o grande impacto gerado por uma mudança de *layout*. Uma empresa eficiente e que pretende uma melhoria contínua, tem de ter um *layout* eficiente. Sem um correto *layout* é impossível combater eficazmente os *mudas*.

Em suma, o novo *layout* permitiu dotar a empresa de novas e melhores condições para “atacar” o mercado e tornou-se o primeiro passo e um dos mais importantes para tornar a Aéme uma empresa *Lean*.

7.2 Trabalhos futuros

O projeto não se encontra totalmente concluído e como tal existem trabalhos a realizar. Desses trabalhos pode-se destacar a possibilidade de realização dos 5S na área administrativa que até aqui não foi abordada.

Outro ponto importante e de melhoria prende-se com a organização dos cortantes. Estes agora encontram-se numerados e organizados por cliente. O que acontece atualmente é que, o funcionário ao ver a ordem de fabrico e caso esta seja uma ordem repetida, este vai procurar o cortante. No futuro será muito interessante que o número do cortante venha já na própria ordem de fabrico e assim o tempo perdido na procura do mesmo diminuiria bastante.

A colocação de grande parte da matéria-prima no antigo refeitório bem como de parte do produto acabado (devidamente separado da matéria-prima e facilmente acessível sem ser necessário mover nada) não permitiu a colocação do funcionário da expedição no antigo refeitório. No futuro, e caso se consiga colocar os contentores do cartão e do lixo comum no exterior da empresa (existe um pátio próprio da empresa que permite a criação de uma zona para resíduos) conseguir-se-ia libertar espaço para a colocação da zona de embalamento junto da saída. Passada a zona de embalamento para a saída seria então possível, caso fosse conveniente, passar a secção de impressão para junto da máquina de forrar, avançando para isso a mesa de cartonagem para perto da entrada. No fundo, acabaria por se criar uma linha de produção de capas num dos lados da fábrica.

A melhoria da célula de trabalho Guilhotina-fresadora-guilhotina-furadora, também surge como um trabalho a realizar. Apesar de fisicamente as máquinas já se encontrarem na posição correta, esta célula ainda não se encontra a funcionar corretamente. Existe, pois, um ponto de melhoria.

A motorização da implementação do computador no chão de fábrica também será outro ponto a trabalhar no futuro. Apesar de a ideia já ter sido discutida com a gerência e aceite pela mesma, no termo deste relatório ainda não se encontrava fechado.

A parte do levantamento dos tempos de *setup* da fresadora foi já retirada, sendo que agora interessa terminar o SMED iniciado.

Referências

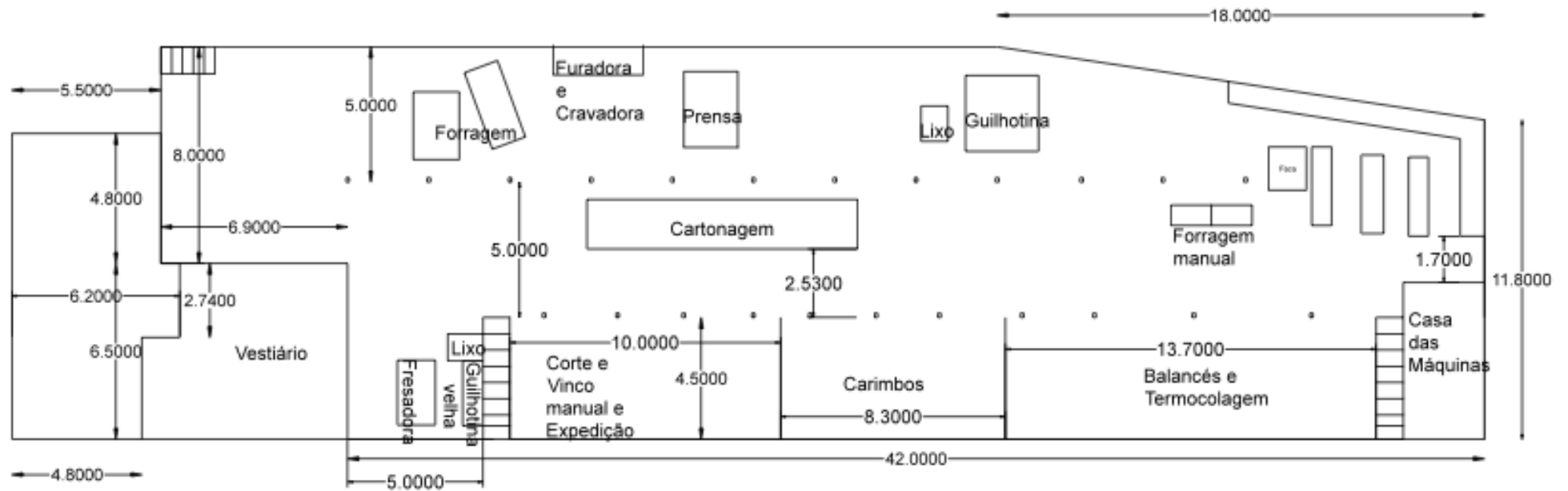
- Womack, J., Jones, D., & Roos, D. (2004). *A máquina que mudou o Mundo*. Editora Campus.
- XC Consultores*. (s.d.). Obtido em 23 de 03 de 2012, de Produtividade: www.xcconsultores.pt
- A.Moura, R. (2003). *Controlo Visual - Kanban. A simplicidade do controle da produção*. Imam.
- Almada-Lobo, B. (2011). *TPM – Total Productive Maintenance*. Porto, Portugal.
- Beyondlean*. (s.d.). Obtido em 13 de 04 de 2012, de 7 wastes: www.beyondlean.com
- Bischack, D. P. (1995). *Performance of a Manufacturing module with moving workers*. Cardiff University. (s.d.). Obtido em 25 de 03 de 2012, de Lean: <http://www.cardiff.ac.uk>
- Consultores, X. (2011). *Manual 5S*. Porto, Portugal.
- Groover, M. P. (2000). *Automation, Production System, and Computer-Integrated Manufacturing* (2ª ed.). Prencie Hall.
- IMAI, M. (1992). *Kaizen: A Estratégia para o Sucesso Competitivo*. IMAM.
- Isixsigma*. (s.d.). Obtido em 04 de 05 de 2012, de 5 Whys: www.isixsigma.com
- Jacobs, R., Chase, R., & Aquilano, N. (2009). *Operations and Supply Management* (12ª ed.). McGraw-Hill.
- Kaizen, I. (2008). Os sete princípios Kaizen. *Suplemento jornal vida Económica* .
- Lean Enterprise Institute*. (s.d.). Obtido em 25 de 03 de 2012, de PRINCIPLES OF LEAN: www.lean.org
- Lean Institute Brasil*. (s.d.). Obtido em 25 de 03 de 2012, de Os 5 Princípios: www.lean.org.br
- Litel*. (s.d.). Obtido de www.litel.pt
- Manufacturas Aéme*. (s.d.). Obtido em 05 de 05 de 2012, de www.aeme.pt
- Quality Training Portal*. (s.d.). Obtido em 04 de 05 de 2012, de 5 Whys: www.qualitytrainingportal.com
- Peinado, J., & Graeml, A. (2007). *Administração da Produção: Operações industriais e de serviços* (1ª Edição ed.). Curitiba: UnicenP.
- Porter, M. E. (1993). *A vantagem competitiva das nações*. Rio de Janeiro, Brasil: Campus.
- Silveira, G. (1994). *Uma Metodologia de implantação da manufatura celular*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Engenharia Produção.
- Shingo. (1985). *A Revolution In Manufacturing: The SMED System*.
- Shingo, S. (1989). *A study of Toyota production system*. Productivity Press.
- Slack, N., Chambers, S., & Johnston, R. (2007). *Operations Management* (5ª ed.). Prentice Hall.
- Rother, M., & Shook, J. (2003). *Learning to See: Value Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda*. Lean Enterprise Institute.

Transtutors. (s.d.). Obtido em 24 de 05 de 2012, de Process *Layout*:
<http://www.transtutors.com>

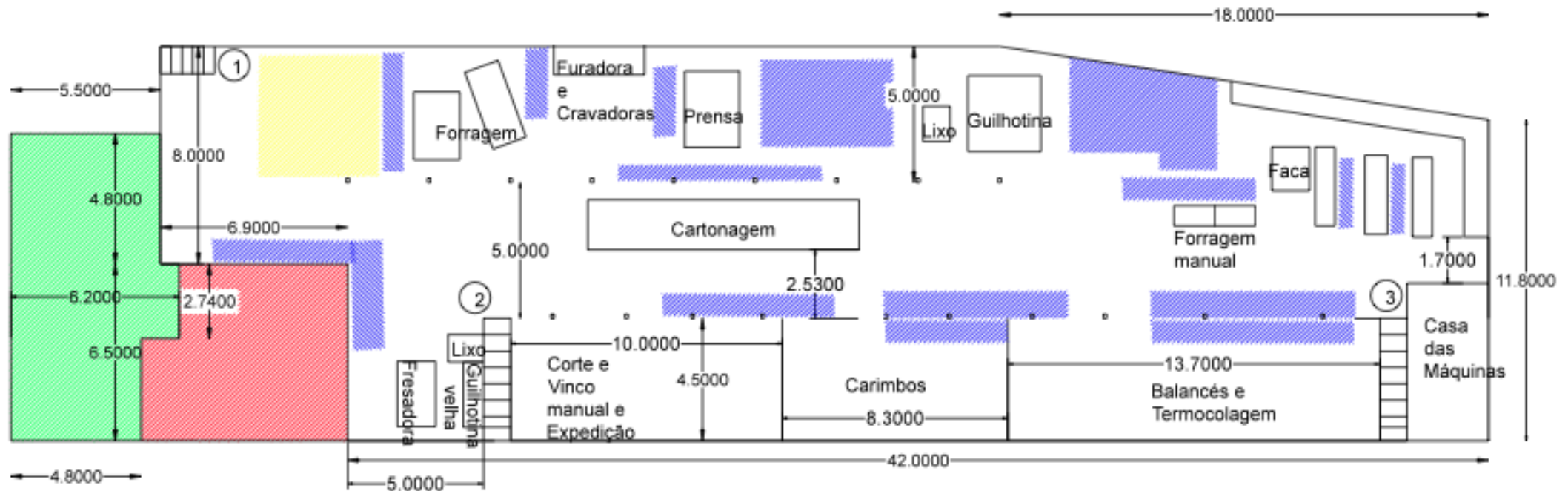
Transtutors. (s.d.). Obtido em 24 de 05 de 2012, de Product *Layout*:
<http://www.transtutors.com>

Transtutors. (s.d.). Obtido em 24 de 05 de 2012, de Cellular *layout*: www.transtutors.com

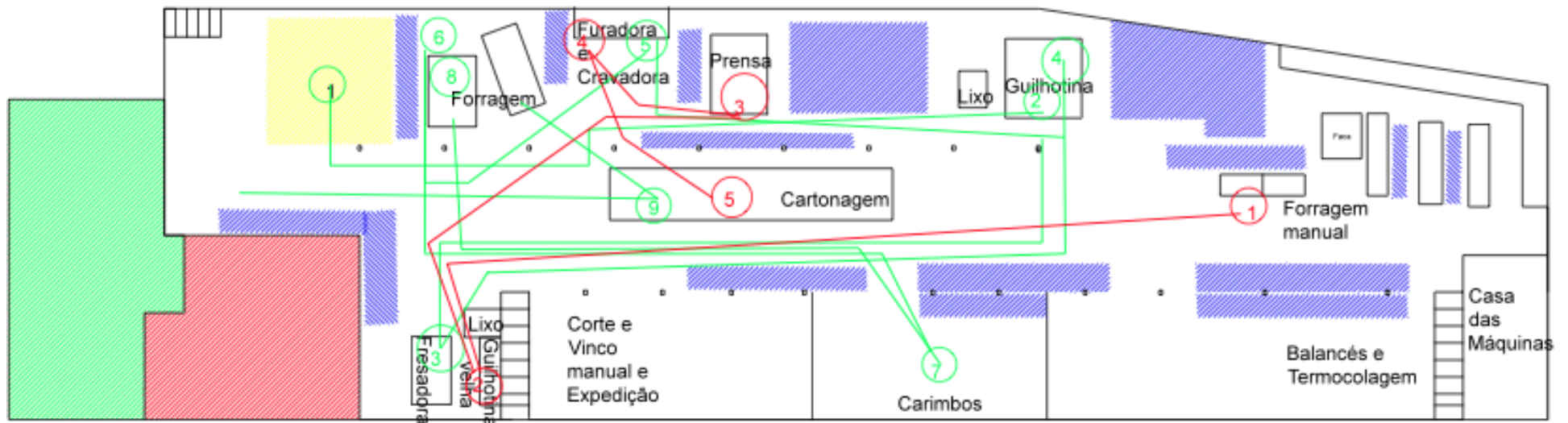
ANEXO A a): *Layout* inicial com medidas sem stocks



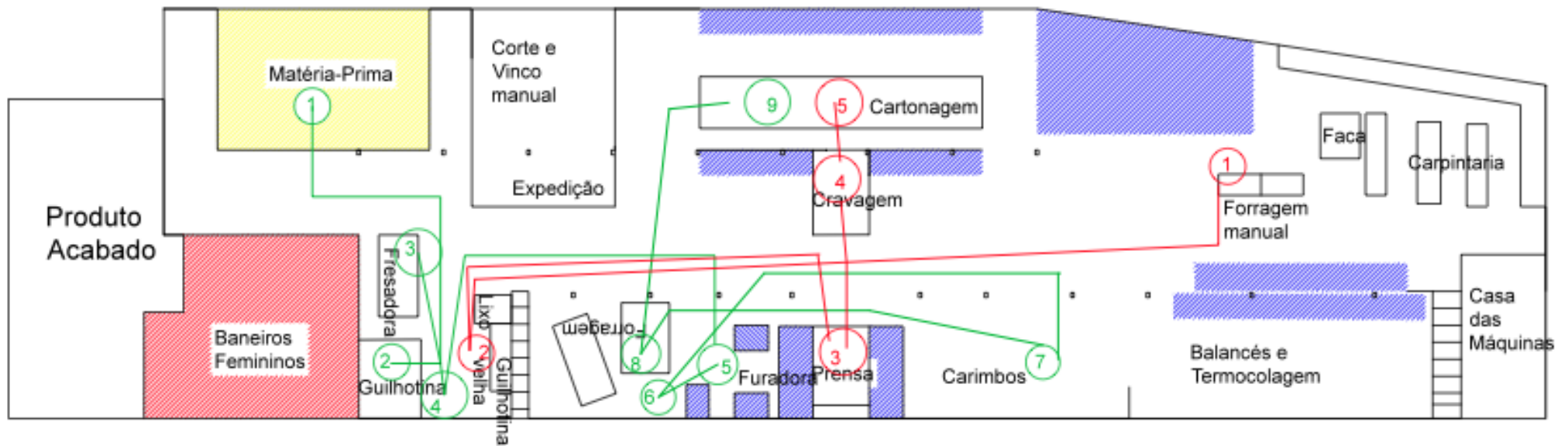
ANEXO A b): *Layout* inicial com medidas com *stocks*



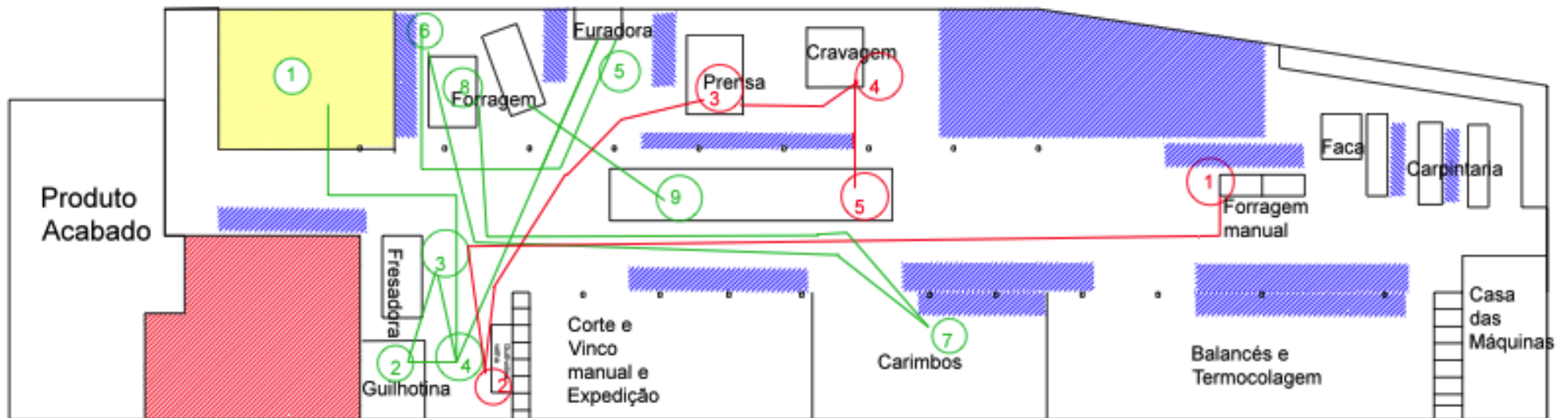
ANEXO B: Diagrama esparguete no layout inicial



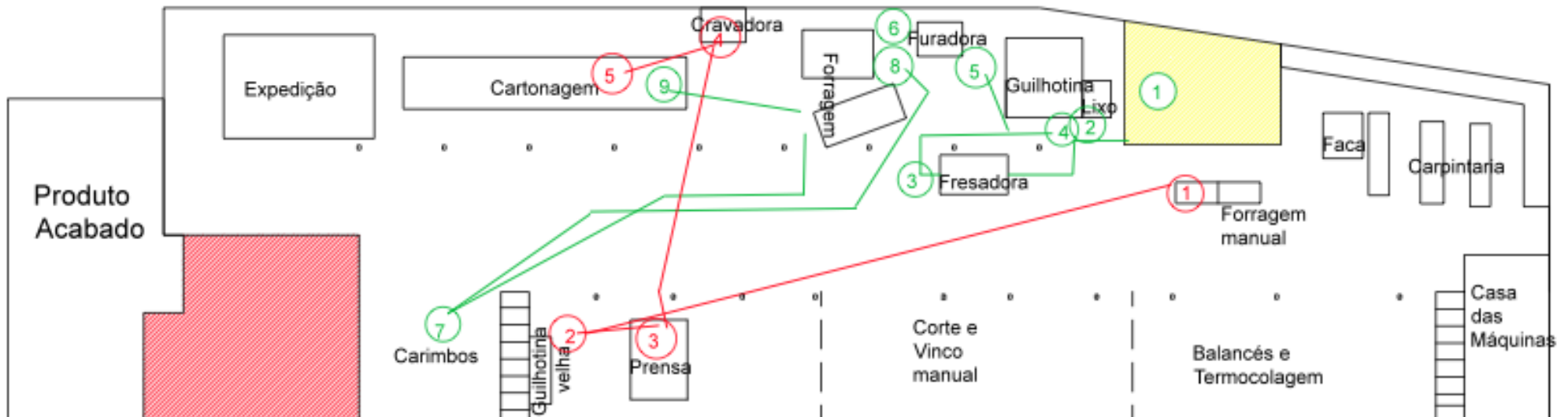
ANEXO C: Diagrama esparguete do layout A



ANEXO D: Diagrama esparguete do layout B



ANEXO E: Diagrama esparguete do layout C



ANEXO F: Distância percorrida pelo produto em cada uma das Propostas

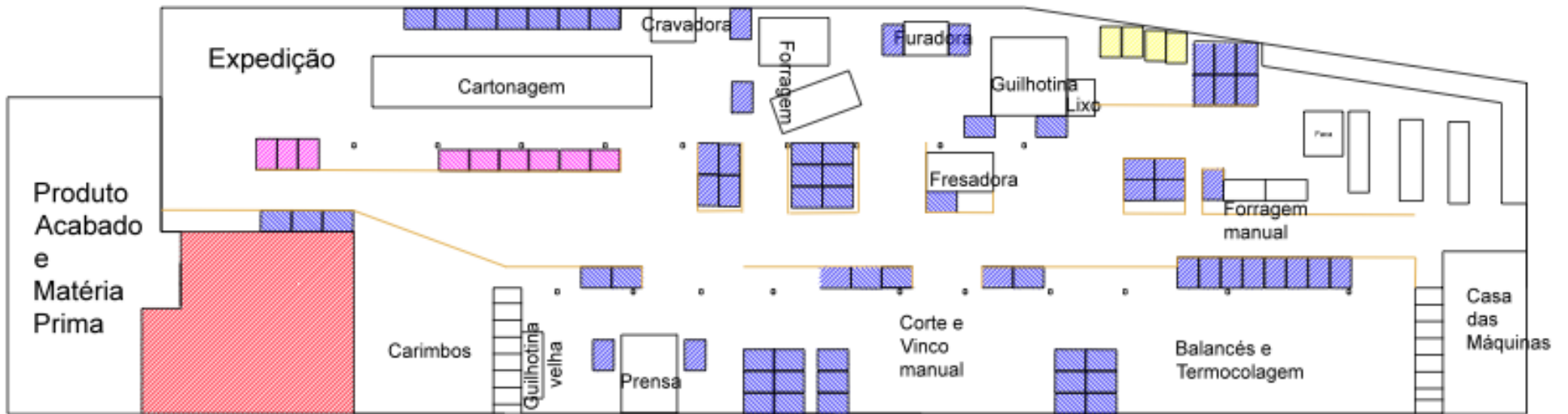
" Layout Inicial" - Capa			" Layout Inicial" - Base		
Origem	Destino	Distância (m)	Origem	Destino	Distância (m)
M.P	Guilhotina	28,2	FORAGEM manual	Guilhotina velha	32
Guilhotina	Fresadora	29,5	Guilhotina velha	Prensa	15
Fresadora	Guilhotina	29,5	Prensa	Cravagem	5
Guilhotina	Furadora	15,2	Cravagem	Cartonagem	5
Furadora	FORAGEM	8	Cartonagem	Expedição	12
FORAGEM	Carimbos	22			
Carimbos	FORAGEM	22			
FORAGEM	Cartonagem	3			
Cartonagem	Expedição	12			
				TOTAL	238,4

"Layout Proposta A" - Capa			" Layout Proposta A" - Base		
Origem	Destino	Distância (m)	Origem	Destino	Distância (m)
M.P	Guilhotina	12	FORAGEM manual	Guilhotina velha	32
Guilhotina	Fresadora	3	Guilhotina velha	Prensa	14
Fresadora	Guilhotina	3	Prensa	Cravagem	6
Guilhotina	Furadora	16	Cravagem	Cartonagem	2
Furadora	FORAGEM	3	Cartonagem	Expedição	16
FORAGEM	Carimbos	14			
Carimbos	FORAGEM	14			
FORAGEM	Cartonagem	8			
Cartonagem	Expedição	16			
				TOTAL	159

"Layout Proposta B" - Capa			"Layout Proposta B" - Base		
Origem	Destino	Distância (m)	Origem	Destino	Distância (m)
M.P	Guilhotina	12	Forragem manual	Guilhotina velha	32
Guilhotina	Fresadora	3	Guilhotina velha	Prensa	14
Fresadora	Guilhotina	3	Prensa	Cravagem	5
Guilhotina	Furadora	16	Cravagem	Cartonagem	5
Furadora	Forragem	8	Cartonagem	Expedição	12
Forragem	Carimbos	22			
Carimbos	Forragem	22			
Forragem	Cartonagem	3			
Cartonagem	Expedição	12			
				TOTAL	169

"Layout Proposta C" - Capa			"Layout Proposta C" - Base		
Origem	Destino	Distância (m)	Origem	Destino	Distância (m)
M.P	Guilhotina	2	Forragem manual	Guilhotina velha	20
Guilhotina	Fresadora	0	Guilhotina velha	Prensa	2
Fresadora	Guilhotina	4	Prensa	Cravagem	12
Guilhotina	Furadora	3	Cravagem	Cartonagem	3
Furadora	Forragem	0	Cartonagem	Expedição	7
Forragem	Carimbos	14			
Carimbos	Forragem	14			
Forragem	Cartonagem	4			
Cartonagem	Expedição	7			
				TOTAL	92

ANEXO G: *Layout* final



ANEXO H: *Impacto dos 5S e mudança de layout*

Antes



Depois



Antes



Depois



Antes



Depois



ANEXO I: Mapa de produção usado inicialmente

Data: ___ / ___ / 2012 Formato: _____ Velocidade: _____ sacos/min

MAPA DE PRODUÇÃO MS									
OPERADOR	O.F.	DESCRIÇÃO	H. INICIO	H. FIM	DURAÇÃO PARAGENS	PRODUÇÃO	Contagem Máquina	Sacos rolo Impressão	OBSERVAÇÕES
TOTAL:			-	-	-	-			(somar tempos de paragem e sacos embalados)

1
º

t
u
r
n
o

(Tempo de produção) = 450' - (duração de paragens) = _____' (Sacos teórico) = Velocidade x (tempo de produção) = _____

DISPONIBILIDADE: $\frac{\text{Tempo de produção}}{450'}$ = _____ CADÊNCIA: $\frac{\text{Produção}}{\text{(Sacos teórico)}}$ = _____ **OEE = Disponibilidade * Cadência * Valor Teórico =** __

Formato: _____ Velocidade: __ sacos/min

OPERADOR	O.F.	DESCRIÇÃO	H. INICIO	H. FIM	DURAÇÃO PARAGENS	PRODUÇÃO	Contagem Máquina	Sacos rolo Impressão	OBSERVAÇÕES
TOTAL:			-	-	-	-			(somar tempos de paragem e sacos embalados)

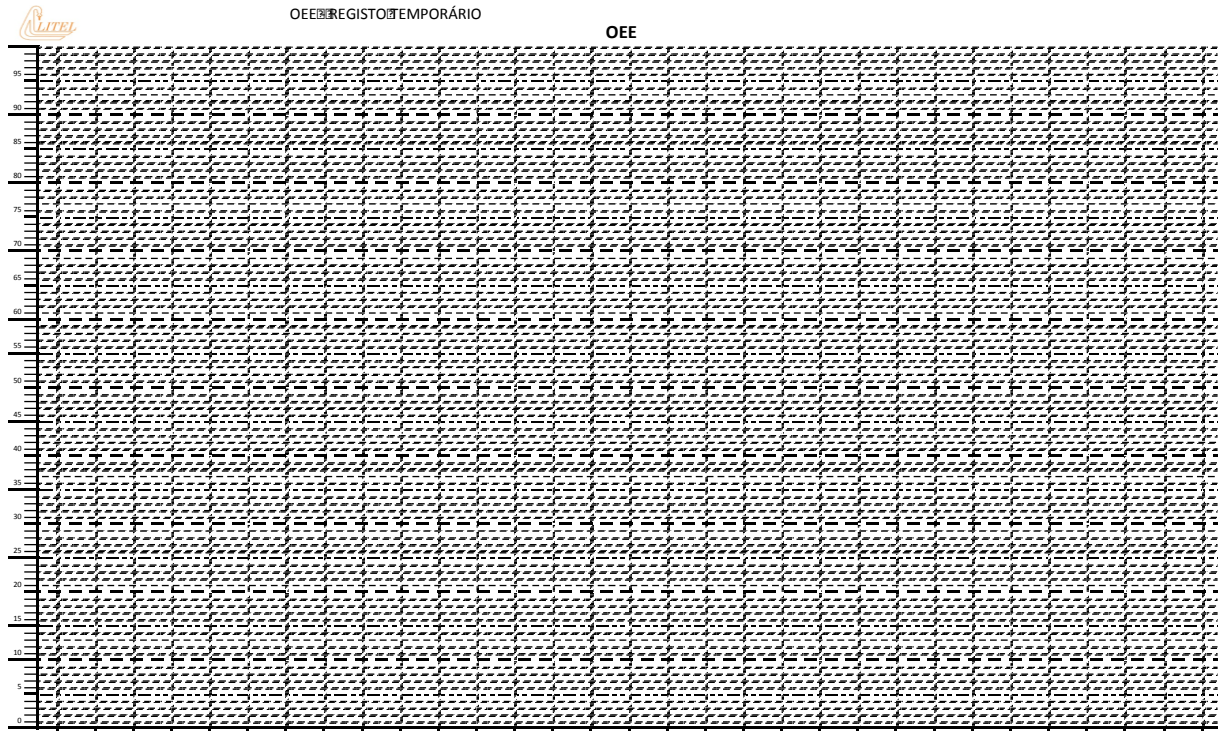
2
º

t
u
r
n
o

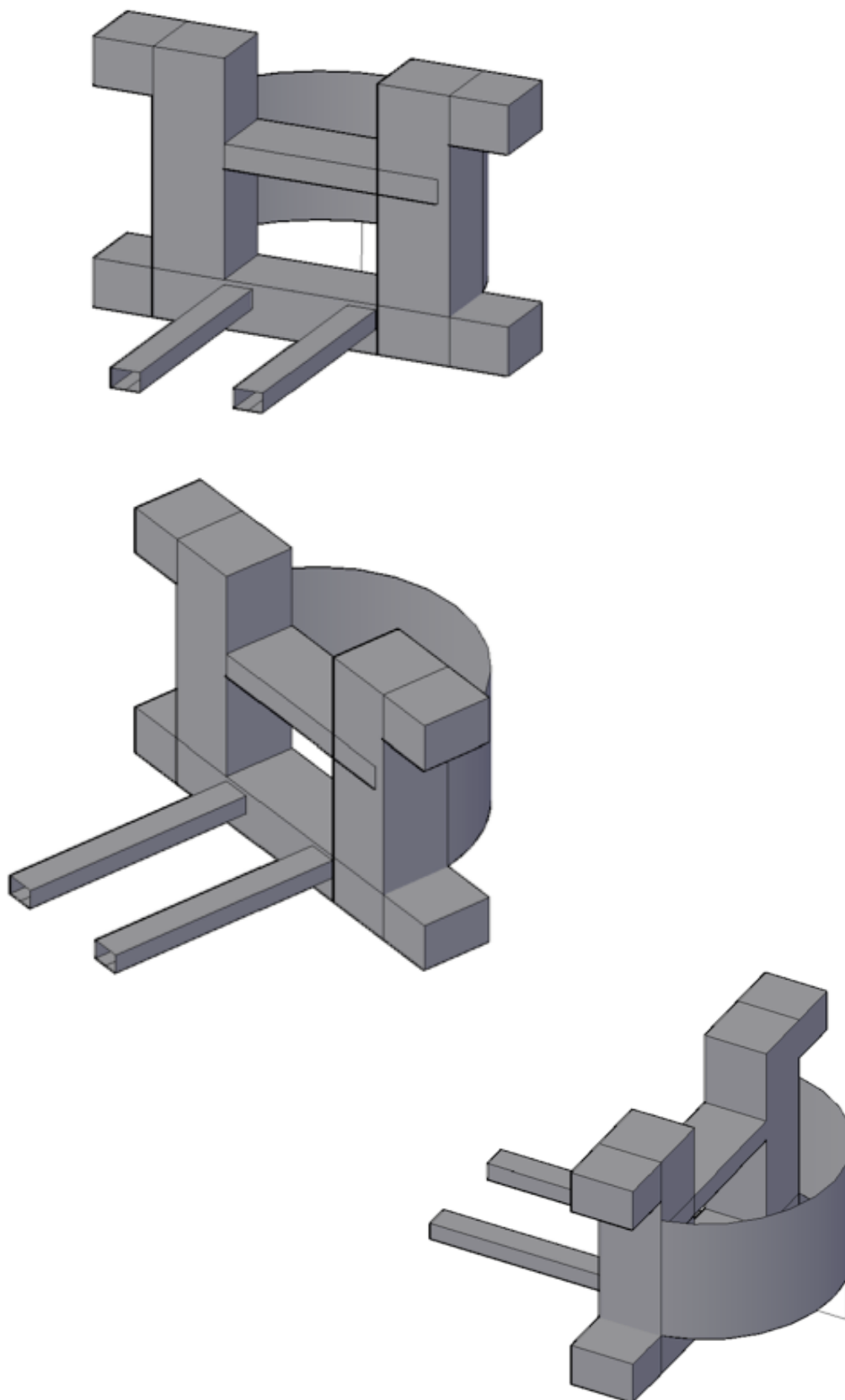
(Tempo de produção) = 450' - (duração de paragens) = _____' (Sacos teórico) = Velocidade x (tempo de produção) = _____

DISPONIBILIDADE: $\frac{\text{Tempo de produção}}{450'}$ = _____ CADÊNCIA: $\frac{\text{Produção}}{\text{(Sacos teórico)}}$ = _____ **OEE = Disponibilidade * Cadência * Valor Teórico =** __

ANEXO J: *Gráfico de introdução manual do OEE*



ANEXO K: Suporte desenhado para transporte do lixo



ANEXO L: 5S

Antes



Depois

