

Melhoria de processos na secção metalomecânica

Vitor Alexandre Correia Germano

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. Armando Leitão

Orientador na Caetano Bus: Eng. Jorge Rodrigues



FEUP

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

2012-07-22

*A toda a minha família,
por me permitir concretizar o meu “Sonho”*

Resumo

Na situação económica atual a única forma de uma empresa sobreviver é ser competitiva. Essa competitividade só é possível se esta se tornar muito flexível, com índices de produtividade elevados, tiver padrões de qualidade altíssimos e estiver focada no cliente. Este projeto em específico, surge então da necessidade de melhorar o processo produtivo do corte de chapa. Esta necessidade é explicada por se tratar de um processo novo na empresa, que foi criado a partir da deslocação de máquinas e colaboradores de uma outra empresa do grupo, em Janeiro de 2012.

A primeira parte do projeto passou por criar o mapa de todo o processo do corte de chapa. Foi depois encontrada a “*bottleneck*” e a partir daí foi analisada a capacidade atual. Foram simulados vários cenários para se poder tomar uma decisão acerca do novo plano de produção. Paralelamente foram também implementadas melhorias nos processos, detetadas durante a criação do mapa, tentando sempre reduzir desperdícios.

Após este projeto podemos concluir que é difícil tomar decisões quando temos uma variabilidade muito grande na produção. O lote que permite o melhor compromisso entre o consumo de chapa e o *WIP* deve ser ajustado à tipologia do modelo. O *lead time* do processo deve ser 4 dias. Os desvios de inventário de matéria-prima estão relacionados com o aproveitamento dos retalhos.

Sheet metal fabrication unit process improvement

Abstract

In the current economic situation the only possible way to guarantee the continuity of a corporation is by making it more competitive. This competitiveness is only assured if the company becomes more flexible, with higher productivity ratios, higher quality standards and if its focus is on its clients. This specific project arises from the necessity of improvement in the sheet metal cutting manufacturing process. This necessity may be explained by the fact that this is a recently introduced process in the company, created by the shift of machinery and employees from another company belonging to the same group, in January 2012.

In the first stage of the project a map of the whole sheet metal cutting process was created. Subsequently the bottleneck was found, and from that the present capacity was analyzed. Several scenarios were simulated in order to make a decision regarding the new production plan. Parallel to this, several process improvements were undertaken, detected upon the creation of the map, aiming always at reducing waste.

Upon completion of this project it is possible to conclude that the decision making process is very difficult when a large disparity of production exists. The batch which allows for the optimum compromise between sheet usage and WIP must be adjusted to the model type. The process lead time should be four days. The raw material inventory variances are related to exploitation of the patches.

Agradecimentos

Ao Eng. Jorge Rodrigues pela orientação ao longo de todo o estágio, pela oportunidade e por todos os bons e oportunos conselhos.

Ao Prof. Armando Leitão pela orientação académica e pela disponibilidade demonstrada ao longo de todo o projeto.

À Eng. Rita Cerqueira, pela paciência, ajuda e constante preocupação demonstrada durante os últimos meses.

Ao José Cunha, Juan Costa e Ricardo Fevereiro pela amizade e companheirismo durante o estágio.

A todos os colaboradores pela simpatia, ideias e disponibilidade.

Aos meus amigos pela paciência e ajuda dada nesta nova fase da minha vida.

À minha família por sempre me apoiar nas minhas decisões.

Índice de Conteúdos

1	Introdução	7
1.1	Grupo Salvador Caetano.....	7
1.1.1	Caetano Bus	7
1.2	O Projeto melhoria do processo produtivo na secção metalomecânica na CaetanoBus	9
1.3	Método seguido no projeto.....	10
2	Estado da arte	11
2.1	Conceito <i>Lean</i>	11
2.1.1	Kaizen.....	13
2.1.2	Lead time	13
2.1.3	VSM.....	14
2.2	Medição de tempos	14
2.2.1	Estudo do tempo.....	15
2.3	Gráficos Yamazumi	15
2.4	Métodos de controlo.....	16
2.4.1	Encontrar a bottleneck.....	16
2.4.2	Tamanho de lote	16
2.4.3	Tempo de ciclo	16
2.4.4	WIP(Work-in-progress)	16
2.4.5	Planeamento da produção segundo Goldratt's.....	16
2.5	Layout	17
3	Mapeamento do Processo atual	18
3.1	VSM corte de chapa.....	18
3.2	Diagrama de processo da Puncionadora CNC	19
3.2.1	Diagrama de processo do Programador da Puncionadora.....	19
3.2.2	Diagrama de processo do Operador da Puncionadora.....	21
3.3	Diagrama de processo da Guilhotina	22
3.4	Diagrama de processo da Quinadora	23
4	Alteração de processos.....	24
4.1	Programador	24
4.1.1	Procura de desenhos.....	24
4.1.2	Definição de critérios de programação	26
4.1.3	Armazenamento de programas	26
4.1.4	Preenchimento Lista de Programas.....	27
4.1.5	Criação de Procedimento de trabalho.....	27
4.2	Operador Puncionadora.....	28
4.2.1	Arrumação ferramentas	28
4.2.2	Ajuste da altura da mesa de apoio	29
4.2.3	Carro de armazenamento chapa cortada	30
4.2.4	Identificação automática das peças	31
4.2.5	Transporte da matéria-prima (chapas).....	32
4.2.6	Definição da localização das chapas no armazém	34
4.3	Operador Guilhotina	34
4.3.1	Carrinho	34

4.3.2	Alterações Lista de corte	34
4.4	Operador Quinadora	36
4.4.1	Alteração rodas do carro de ferramentas.....	36
5	Avaliação da capacidade	37
5.1	Consumo de chapa	37
5.1.1	Substituição do formato de chapa de 1mm de aço.....	37
5.1.2	Kg gastos na realidade VS Sistema informático (SAP).....	39
5.2	Medição de tempos.....	42
5.2.1	Tempos Puncionadora.....	42
5.3	WIP	44
5.3.1	Planeamento de Produção atual Lote=2.....	44
5.3.2	Produção real atual (Lote ajustado ao modelo)	47
5.3.3	Simulação com WIP mínimo (Lote=1)	48
5.3.4	Três máquinas em paralelo (lote variável)	48
5.4	Validação da capacidade	49
5.5	Matriz de decisão	50
6	Trabalhos diversos	51
6.1	Reajuste do Layout	51
6.2	Pintura de gaiolas	53
6.3	Robot de Soldadura	54
6.3.1	Método.....	54
6.3.2	Evolução taxa	54
6.4	Alteração processo fabrico peça	55
6.4.1	Processo de fabrico existente.....	55
6.4.2	Desenvolvimento da ideia.....	55
6.4.3	Novo processo de fabrico	56
6.4.4	Redução de movimentações	56
7	Conclusões e trabalhos futuros.....	57

Índice de Siglas

WIP Work-in-progress
TPS Toyota Production System
VSM Value Stream Mapping

Índice de Anexos

Anexo A.....	59
Anexo B.....	61
Anexo C.....	66
Anexo D.....	67
Anexo E.....	68
Anexo F.....	74
Anexo G.....	75
Anexo H.....	76
Anexo I.....	77
Anexo J.....	78
Anexo K.....	80

Índice de Tabelas

Tabela 1 Ganhos procura de desenhos atual.....	25
Tabela 2 Ganhos Procura de desenhos (futuro).....	25
Tabela 3 Ganhos critérios programação	26
Tabela 4 Ganhos definição armazenamento dos programas	26
Tabela 5 Lista de Programas da Puncionadora.....	27
Tabela 6 Ganhos Lista de Programas	27
Tabela 7 Ganhos criação Procedimento de trabalho	27
Tabela 8 Ganhos da nova arrumação de ferramentas	29
Tabela 9 Ganhos ajuste altura da mesa de apoio	30
Tabela 10 ganhos novo carrinho de armazenamento.....	31
Tabela 11 Ganhos da identificação automática	32
Tabela 12 Ganhos com transporte de palete com Stacker.....	33
Tabela 13 Localização das chapas no armazém	34
Tabela 14 Ganhos ordenação por tamanho das listas de corte	35
Tabela 15 Ganhos troca das rodas carrinho de ferramenta	36
Tabela 16 Ganhos conseguidos pela substituição do formato de chapa.....	38
Tabela 17 Desvios de matéria-prima (retalhos com aproveitamento).....	39
Tabela 18 Desvio de matéria-prima (retalhos sem aproveitamento).....	39
Tabela 19 Utilização dos retalhos de chapa.....	40
Tabela 20 Tempos de operações Puncionadora.....	43
Tabela 21 Tempo de ciclo Puncionadora	43
Tabela 22 Lotes de produção reais	47
Tabela 23 Plano de produção esperado a médio-prazo	49
Tabela 24 Capacidade necessária vs Simulação.....	49
Tabela 25 Matriz de decisão Consumo de chapa vs WIP.....	50
Tabela 26 Ganhos novo plano de produção	50
Tabela 27 Ganhos com aumento da taxa de utilização do robot	54
Tabela 28 Melhorias com alteração do processo de fabrico.....	56

Índice de Figuras

Fig. 1 Planta da Caetano Bus.....	7
Fig. 2 Fotografia do modelo Levante	8
Fig. 3 Fotografias do modelo Winner.....	8
Fig. 4 Fotografias do modelo A66.....	8
Fig. 5 Fotografias do modelo Cobus	8
Fig. 6 Fotografias do modelo Tourino.....	9
Fig. 7 Método seguido no projeto.....	10
Fig. 8 Desperdício(Liker 2004)	12
Fig. 9 VSM chapa.....	18
Fig. 10 Diagrama de processo do Programador Puncionadora	19
Fig. 11 Diagrama de processo do Operador Puncionadora	21
Fig. 12 Diagrama de processo da Guilhotina	22
Fig. 13 Diagrama de processo do Operador da Quinadora.....	23
Fig. 14 Yamazumi Programador Winner MAN 10	24
Fig. 15 Procura de desenhos atual	24
Fig. 16 Procura de desenhos inicial	24
Fig. 17 Procura de desenhos futura	25
Fig. 18 Armazenamento de programas.....	26
Fig. 19 Nova arrumação de ferramentas.....	29
Fig. 20 Arrumação de ferramentas antiga	29
Fig. 21 Mesa de apoio após alteração.....	29
Fig. 22 Mesa de apoio antes da alteração	29
Fig. 23 Carrinho novo para armazenamento material	30
Fig. 24 Estante antiga para armazenamento material.....	30
Fig. 25 Contentor antigo para armazenamento material.....	30
Fig. 26 Identificação de peças de forma automática	31
Fig. 27 Identificação de peças manual.....	31
Fig. 28 Transporte de paleta com ponte móvel e correntes	32
Fig. 29 Proposta de acessório para transporte de paleta de chapa.....	33
Fig. 30 Utilização de Stacker para transporte de paleta de chapa	33
Fig. 31 Lista de corte antes da ordenação por tamanho.....	35
Fig. 32 Lista de corte após ordenação	35
Fig. 33 Carrinho de ferramentas depois.....	36

Fig. 34 Carrinho de ferramentas da Quinadora antes	36
Fig. 35 Programa utilizado com chapa de dimensão 2500X1250X1mm	37
Fig. 36 Programa utilizado com a chapa de 3000X1500X1	38
Fig. 37 Programa após alteração	40
Fig. 38 Programa já existente	40
Fig. 39 Relação entre o tempo real e o calculado	43
Fig. 40 WIP Levante Volvo UK.....	45
Fig. 41 Simulação da produção Lote=2.....	45
Fig. 42 WIP Planeamento de acordo com a logística lote =2.....	45
Fig. 43 WIP acumulado LOG.....	46
Fig. 44 WIP LOG 1 vs LOG 1.1.....	46
Fig. 45 WIP real lead time=8	47
Fig. 46 WIP real lead time=6 vs 8.....	47
Fig. 47 WIP Lote =1	48
Fig. 48 WIP Três máquinas em paralelo	48
Fig. 49 Fotografia do layout inicial	51
Fig. 50 Layout atual.....	51
Fig. 51 Representação Layout inicial	51
Fig. 52 Comparação dos diagramas de Spaghetti do layout antigo e do atual	52
Fig. 53 Zonas onde não deve ser aplicada cola	53
Fig. 54 Método utilizado no aumento da taxa de utilização do robot de soldadura	54
Fig. 55 taxa de ocupação do robot.....	54
Fig. 56 Peça que sofreu alteração processo de fabrico	55
Fig. 57 Processo de fabrico antigo.....	55
Fig. 58 Método da alteração do processo de fabrico	55
Fig. 60 Novo processo de fabrico.....	56
Fig. 59 Redução de movimentações por alteração do processo de fabrico da peça	56

1 Introdução

1.1 Grupo Salvador Caetano

O Grupo Salvador Caetano, está atualmente concentrado numa holding designada por Grupo Salvador Caetano, SGPS, SA. É responsável por mais de 6.500 postos de trabalho, distribuídos por diversos países, como, para além de Portugal, o Reino Unido, Espanha, Alemanha, Cabo Verde e Angola.(CaetanoBus 2010)

Grupo Salvador Caetano (SGPS), SA, é a empresa mãe que controla o Grupo e é responsável, entre outras, pela **Caetano Bus, SA**, onde são produzidos autocarros (COBUS e CAETANO) para todo o mundo e MERCEDES-BENZ em exclusivo para a EvoBus.

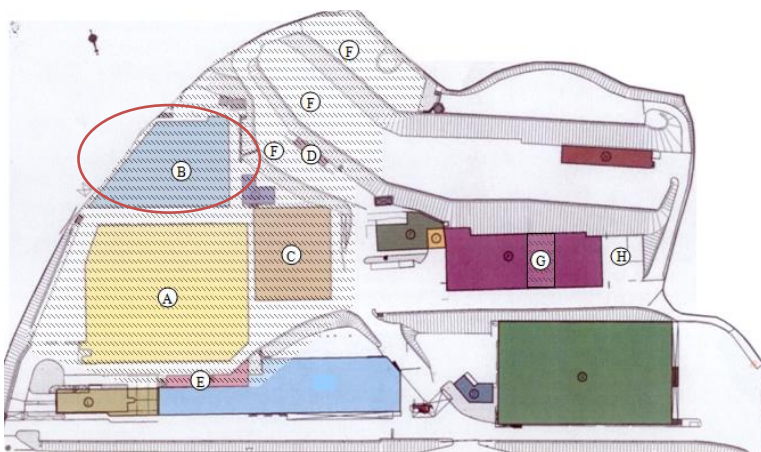
1.1.1 Caetano Bus

O início da produção de autocarros pelo grupo Salvador Caetano remonta a 1946, altura em que foram produzidas as primeiras unidades, usando madeira como base para construção de carroçarias.

De apontar também como relevantes para o projeto, a transferência de máquinas e colaboradores entre 2010 e 2011 de outra empresa do grupo a Caetano Components para as instalações da Caetano Bus em Gaia.

A produção na empresa está dividida em duas grandes partes:

- ♦ **Zona de pré montagem de estruturas** (localizada no **pavilhão B**). Neste local chega a matéria-prima em bruto (tubo e chapa) e saem estruturas prontas (gaiolas) que vão ser posteriormente montadas. Foi neste local, abaixo assinalado, onde decorreu o projeto.
- ♦ **Zona de montagem de autocarros** (localizado no **pavilhão A**). Neste local é feita, desde a preparação do chassis, à junção deste com a estrutura da carroçaria proveniente da zona anterior, até aos acabamentos do autocarro.



Designação		Área
A	Montagem de autocarros	13 638 m ²
B	Manutenção, Armazém dos Comerciais, Montagem Estrutura	5 756 m ²
C	Armazém Geral, Serviço Comercial, Preparação para Entrega	4 383 m ²
D	Ensaio de Estanquidade	187 m ²
E	Vestiários	698 m ²
F	Parque de Chassis e Produto Acabado (área descoberta)	14 950 m ²
G	Preparação para Entrega – Após-Venda	528 m ²
H	Ecocentro	Área coberta
		Área descoberta
Área Total Coberta		25 549 m ²

Fig. 1 Planta da Caetano Bus

Os produtos atualmente produzidos na empresa podem ser vistos nas figuras abaixo.

Levante



Fig. 2 Fotografia do modelo Levante

Autocarro do segmento turismo, desenvolvido a partir dos requisitos do mercado Inglês.

Winner



Fig. 3 Fotografias do modelo Winner

Muito similar ao anterior, mas mais adaptado ao mercado nacional.

City Gold cb600 midi (A66)



Fig. 4 Fotografias do modelo A66

Autocarro urbano, com carroçaria em perfis de alumínio, o que permite reduzir o consumo e aumentar a durabilidade do mesmo.

Cobus



Fig. 5 Fotografias do modelo Cobus

Autocarro especial, desenvolvido a pensar no transporte de passageiros em aeroportos. Tal como o anterior possui carroçaria em perfis de alumínio.

Tourino



Fig. 6 Fotografias do modelo Tourino

Autocarro do segmento Turismo Midi, produzido diretamente para a Mercedes-Benz

1.2 O Projeto melhoria do processo produtivo na secção metalomecânica na CaetanoBus

Objetivo:

- ✦ Determinação do fluxo de informação, matéria-prima e do *lead-time* do processo produtivo do corte de chapa;
- ✦ Detetar desvios no inventário de matéria-prima gasta no processo;
- ✦ Identificação de zonas críticas e criação de procedimentos, na pintura anticorrosiva de carroçarias;
- ✦ Aumento da taxa de utilização do robot de soldadura;

Problema proposto:

- ✦ Analisar os fluxos de informação aquando da introdução de materiais em listas de corte/ listas técnicas;
- ✦ Determinar a quantidade de matéria-prima gasta efetivamente no processo e comparar com a quantidade estimada em sistema;
- ✦ Identificação das zonas mais críticas na pintura de carroçarias de autocarros;

Principais resultados esperados:

- ✦ Garantir que o processo físico é refletido no sistema de informação da empresa;
- ✦ Redução das diferenças de inventário de chapa;
- ✦ Redução da quantidade de matéria-prima gasta;
- ✦ Aumento da taxa de ocupação do robot de soldadura;
- ✦ Implementação de pequenas melhorias tendo em vista a redução de desperdício e a melhoria de condições de trabalho;

Necessidade do projeto:

A necessidade do projeto está relacionada com a recente transferência (Janeiro de 2012) de máquinas e colaboradores para as instalações da Caetano Bus de uma outra empresa do grupo (Caetano Components).

1.3 Método seguido no projeto

São apresentadas na imagem abaixo, as principais etapas do projeto.

De notar que podemos distinguir claramente três fases:

- Mapeamento do Processo (Criação de VSM) e Medição de tempos (a vermelho);
- Estudo do planeamento da produção (a azul);
- Implementação de melhorias (a verde);

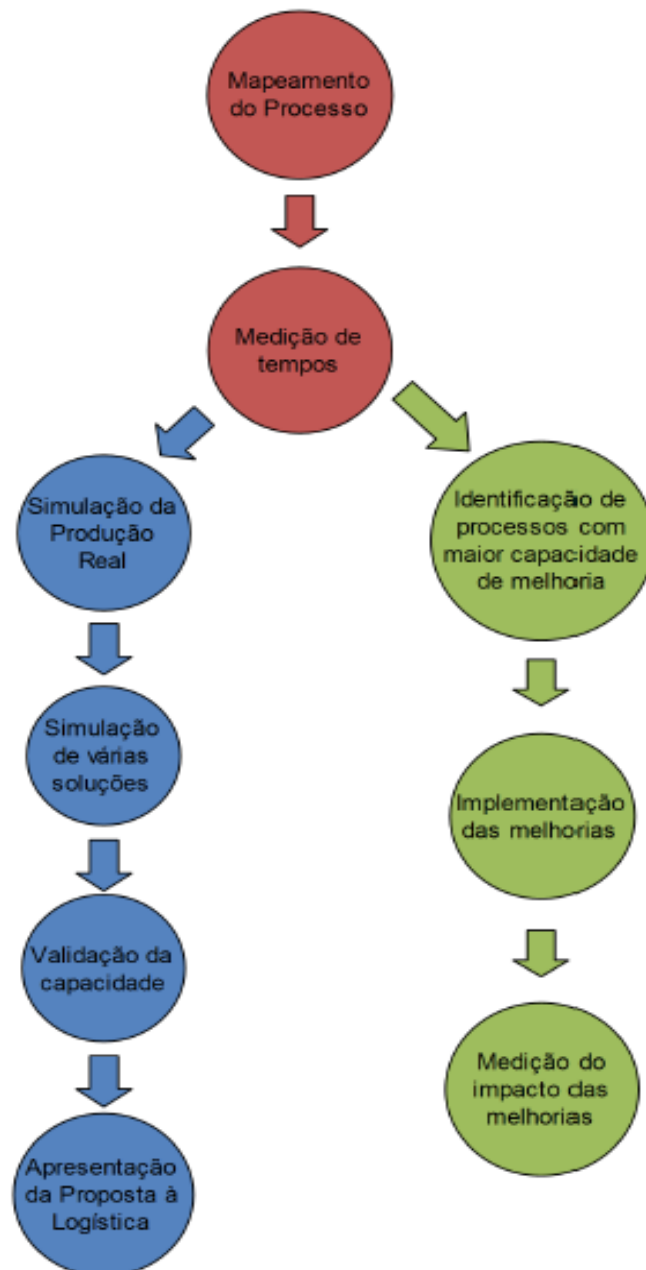


Fig. 7 Método seguido no projeto

2 Estado da arte

Neste capítulo vai ser feita uma breve introdução a alguns temas abordados neste documento. O objetivo não passou por uma descrição exaustiva de cada um dos pontos, mas sim fornecer dados que permitam uma melhor perceção dos temas tratados.

2.1 Conceito *Lean*

O termo *Lean* apareceu originalmente no livro “*The machine that changed the world*, 1990”. Atualmente é uma filosofia de gestão amplamente utilizada, no entanto a sua origem remonta ao TPS (Toyota Production System), desenvolvido em meados do século passado pela Toyota. (Liker 2004)

O foco desta filosofia assenta em três áreas fundamentais:

- ◆ Desenvolvimento do produto
- ◆ Cadeia de fornecedores
- ◆ Relação com o cliente

Os cinco princípios do *Lean* que tem levado ao aperfeiçoamento dos processos de produção são (Jones 1997):

1. **Valor.** É o cliente que define o valor. Um aumento de valor no nosso produto leva o cliente a estar disposto a despende uma maior quantia pelo mesmo. Este sente uma necessidade e gera o valor. Cabe depois à empresa determinarem qual é essa necessidade, procurar satisfazê-la e cobrar um preço específico por isso, com o objetivo de manter a empresa e aumentar os lucros, através da melhoria contínua.
2. **Fluxo de valor.** Existem três tipos de processos, aqueles que efetivamente geram valor, aqueles que não geram valor mas são importantes para a manutenção de processos e da qualidade, e por fim os que não agregam valor.
3. **Fluxo contínuo.** Os processos devem fluir, permitindo reduzir tempos de conceção de produtos, de processamento de pedidos e de inventário.
4. **Pull Production** É o consumidor que puxa toda a cadeia de valor.
5. **Perfeição.** Este deve ser o objetivo de todos os envolvidos na cadeia de valor

Em *Lean Manufacturing*, todas as tarefas que não acrescentem valor são consideradas desperdício. Este pode assumir oito formas (Liker 2004):

- ◆ Excesso de produção. Apenas deve ser produzido, na quantidade e no momento em que realmente for necessário.
- ◆ Tempos de espera. Colaboradores “parados” à espera de uma máquina devem ser evitados.
- ◆ Transportes desnecessários. Os transportes devem ser reduzidos ao máximo.
- ◆ Excesso de processamento. Os requisitos do cliente devem estar claramente identificados para evitar tarefas que sendo custosas, não acrescentam valor ao produto.
- ◆ Excesso de inventário. Apesar de serem necessários, os *buffer* devem ser minimizados.
- ◆ Movimentos desnecessários.
- ◆ Defeitos. É essencial obter o produto bem à primeira.
- ◆ Criatividade de colaboradores desaproveitada.

Para ter uma melhor percepção do que significa esse desperdício no processo vamos atentar na imagem abaixo.

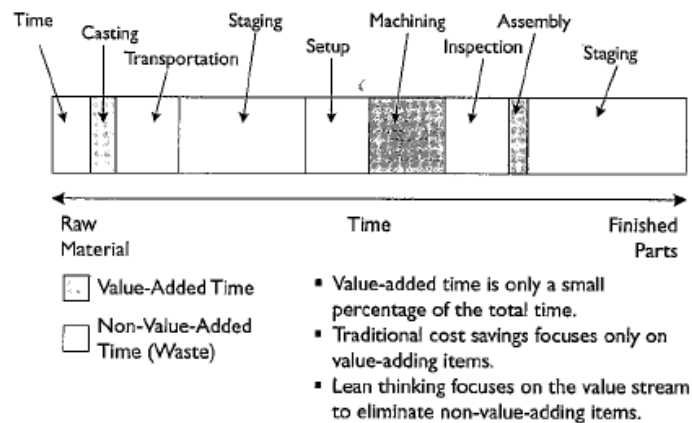


Fig. 8 Desperdício(Liker 2004)

É fácil perceber que o tempo onde é acrescentado valor é uma pequena parte do tempo total.

A forma tradicional de abordar os problemas é focar nas atividades onde o valor é acrescentado. De acordo com a filosofia *Lean* devemos focar-nos em eliminar da nossa cadeia as tarefas que não acrescentam valor (desperdício).

Importa também referir os 14 princípios em que deve ser baseada a gestão segundo o TPS(Liker 2004):

1. As decisões devem ser baseadas numa filosofia de longo prazo ao invés de focar só os objetivos a curto-prazo.
2. Deve ser criado um fluxo contínuo para trazer os problemas à tona.
3. O sistema *pull* permite evitar excessos de produção.
4. É importante balancear a capacidade.
5. A construção de uma cultura que pare a resolução dos pequenos problemas é essencial para se conseguir obter a qualidade logo à primeira.
6. Devem ser criados standards de trabalho.
7. Os controlos visuais permitem que os problemas deixem de ser escondidos.
8. Utilizar apenas tecnologia de confiança já bastante testada que possa servir as pessoas e o processo.
9. Os líderes devem ser criados a partir da própria empresa que percebam realmente o trabalho, vivam a filosofia da empresa e a possam ensinar a outros.
10. Desenvolver pessoas e equipas excecionais para poderem seguir a filosofia da companhia.
11. Respeitar a rede de fornecedores e parceiros e desafia-los a melhorar.
12. Ir ao terreno (*gemba*) e ver com os próprios olhos a situação.
13. Tomar decisões de forma ponderada e consensual, considerando sempre todas as opções, mas implementando as decisões rapidamente.
14. Criar uma organização auto-didata que reflita e procure sempre uma melhoria contínua (*Kaizen*)

2.1.1 Kaizen

Kaizen é uma palavra de origem japonesa, de uso recorrente entre as melhores empresas. É no fundo, a busca da perfeição, traduzida para o *TPS (Toyota Production System)*. É uma busca incessante e insistente de melhoria, uma melhoria contínua(Coimbra 2009).

A única forma de uma empresa sobreviver é ser competitiva. Só sobrevivem os que estiverem realmente preparados para isso. A chave dessa preparação tem de passar necessariamente por uma melhoria contínua *Kaizen*(Coimbra 2009).

Em todas as empresas existem problemas, no *TPS* é comum apontarem-se os problemas em alto e bom som para que estes sejam resolvidos, ao invés de permanecerem escondidos. Isto reflete, muito da mentalidade Japonesa, o compromisso de todos na deteção do problema o mais rapidamente possível, para que assim possa ser facilmente resolvido. Este tipo de abordagem permite evitar consequências mais graves para a empresa. A resolução do problema passa sempre por procurar a sua raiz, desenvolvendo ações para evitar a sua repetição(Kosaka).

O principal objetivo do *Kaizen* é o lucro. Por trás desse aparecem outros como a satisfação de clientes, colaboradores e investidores. A maneira mais rápida de aumentar a margem de lucro é através da redução de custos, através da eliminação de desperdícios e não do simples corte dos mesmos. A aplicação de metodologias *Kaizen* para eliminar desperdícios significa resolver os problemas para não gerar os desperdícios que consomem recursos e não atendem às necessidades dos clientes (não acrescentam valor)(Kosaka).

As prioridades deste método estão bem definidas. Uma delas é evitar gastos monetários, ou seja podemos realizar várias melhorias, começando pela mão-de-obra, continuando pelos processos, material e por último máquinas e equipamentos. Este último, máquinas e equipamentos normalmente consome grandes quantias aquando da implementação de melhorias(Kosaka).

Não existe uma fórmula rígida, porem existem alguns tópicos a que devemos atender para não perder o foco nesta metodologia(Coimbra 2009) :

- ◆ Perguntar: - Qual é o problema? Na resposta a esta questão está já metade da solução;
- ◆ Identificar claramente as atividades que não agregam valor (desperdício). Após esse conhecimento podemos então pensar e planear as ações.
- ◆ Por as ações em prática e medir os resultados. Se os resultados forem de acordo ao esperado, devemos implementar e standardizar o que foi mudado.
- ◆ O *Kaizen* não pode ficar por aqui, outros problemas serão levantados e outras mudanças devem ser levadas a cabo, de forma continuada.

2.1.2 Lead time

O *lead time* expressa um tempo, correntemente utilizado em filosofia *Lean* e de extrema importância. O *lead time* deve ser entendido como um intervalo de tempo entre o princípio e o fim de uma atividade, ou seja é o tempo total (valor adicionado ou não) que um produto demora a percorrer toda a cadeia de valor. (Chase 2004)

O *lead time* é um dos principais componentes do planeamento. Com início na área comercial, onde a informação relevante é conhecer a necessidade do cliente, passando pela produção onde conhecer este tempo é importantíssimo para poder cumprir o prazo de entrega ao cliente e garantir entregas por partes dos fornecedores só quando precisamos (*just-in-time*)(Kosaka).

Uma melhoria no processo permite-nos reduzir o *lead time* e dessa forma ser mais rápidos a responder às mudanças da procura (aumento de flexibilidade), já que promove uma redução de *stocks*. Na produção, em particular, a melhor maneira de o conseguir é eliminar o excesso de *WIP* (work-in-progress)(Kosaka).

Uma das formas de determinar este *lead time* é através do *VSM* (*Value Stream Mapping*)

2.1.3 VSM

O *VSM* (*Value Stream Mapping*) ou em português, criação do mapa da cadeia de valor é uma das ferramentas mais usadas em *Lean*.

É uma ferramenta onde se utiliza papel e lápis e que nos ajuda a perceber o fluxo de informação e materiais, ou seja, como um produto percorre toda a cadeia de valor. O significado dado a *VSM* é simples, seguir o percurso da produção, desde o consumidor até ao fornecedor e desenhar cuidadosamente uma representação visual de todo o processo. Permite então colocar uma série de questões de forma a obter um *future state map* ou mapa de estado futuro de como o valor devia fluir(Mike Rother 1999).

Para melhorar o fluxo, é preciso ter uma boa visão do processo. O mapeamento ajuda a “ver” e focar nesse fluxo com uma perspetiva de funcionamento ideal.

Existem várias razões para este mapeamento ser uma ferramenta essencial, entre elas(Mike Rother 1999):

- ◆ Ajuda a visualizar mais do que um simples nível do processo. Conseguimos visualizar o fluxo;
- ◆ Ajuda a visualizar mais do que o desperdício. Conseguimos perceber o responsável por esse desperdício;
- ◆ Permite uniformizar a linguagem, no que toca a processos de produção;
- ◆ Junta na mesma ferramenta vários conceitos e técnicas *lean*;
- ◆ Junta no mesmo mapa o fluxo de materiais e de informação. Mais nenhuma ferramenta o permite;
- ◆ É uma ferramenta qualitativa que permite descrever em detalhe como a fábrica deve operar de modo a criar fluxo. Números são bons para criar prioridades após medições. O *VSM* é bom para descrever o que realmente vamos fazer para modificar esses números;

2.2 Medição de tempos

A necessidade de medir tempos surge com a necessidade de criação de *standard* para cada trabalho.

Esses *standard* são necessários por quatro motivos(Chase 2004):

- ◆ Para programar o trabalho e alocar a capacidade. Todos os planeamentos precisam de estimativas de duração;
- ◆ Para criar bases para objetivos que permitam motivar os colaboradores e medir a sua performance;
- ◆ Para propor novos contratos e avaliar a performance dos existentes;
- ◆ Para permitir estudos de mercado tendo em vista a melhoria;

2.2.1 Estudo do tempo

O método é geralmente obtido com um cronómetro, ou analisando um vídeo do trabalho. O trabalho e a tarefa devem ser separados em partes passíveis de serem cronometradas individualmente.

Algumas regras para essa separação são(Chase 2004):

- ✦ Cada parte deve ser curta em duração, mas suficientemente longa para ser medida com um cronómetro;
- ✦ Se o operador operar com um equipamento que opera sozinho, deve ser separada a ação do operador e a da máquina;
- ✦ Definir paragens do operador ou máquina, como elementos separados;

Após algumas medições é possível obter a média destas, no entanto, uma medida de índice de performance deve ser incluída como forma de normalizar o trabalho. Essa aplicação permite-nos obter o tempo normal da tarefa(Chase 2004).

$$\text{Tempo Normal} = \text{Tempo cronometrado} \times \text{Índice de performance}$$

O tempo *standard* é obtido adicionado ao tempo normal, compensações por necessidades pessoais como idas à casa de banho, ao café, fadiga do operador.

$$\text{Tempo Standard} = \text{Tempo Normal} + (\text{Compensações (\%)} \times \text{Tempo Normal})$$

Se considerarmos que as compensações devem ser aplicadas no período total do trabalho então(Chase 2004):

$$\text{Tempo Standard} = \text{Tempo Normal} / (1 - \text{Compensações(\%)})$$

2.3 Gráficos Yamazumi

Os gráficos *Yamazumi* também apareceram na Toyota.(WestOcean).São um método revolucionário e muito visual que permite identificar os desperdícios.

Em japonês, a palavra *Yamazumi* significa literalmente "empilhar", e o seu objetivo é mostrar os tempos de ciclo e o processo do operador.

Os passos que são necessários para o processo mas não acrescentam valor, devem aparecer a laranja. As etapas que realmente acrescentam valor devem aparecer a verde. Os desperdícios devem ser apresentados a vermelho(WestOcean).

De seguida estão descritas as grandes vantagens deste tipo de gráfico:(WestOcean):

- ✦ São visuais. E uma imagem vale por mil palavras. Com estes é facilmente perceptível onde se encontra o desperdício;
- ✦ São de fácil compreensão. Eliminam a necessidade de um relatório detalhado ao contarem a história toda;
- ✦ Acabam por ser inevitáveis. Afixados junto à linha de produção, os gráficos *Yamazumi* são um bom meio para a melhoria contínua ou *kaizen*;
- ✦ São públicos. Permitem melhorar o desempenho dos colaboradores ao criar “competição” entre eles;

2.4 Métodos de controlo

Antes de aprofundar este tema importa esclarecer o significado de *bottleneck*. Na cadeia de abastecimento a *bottleneck* é um dos processos, processo esse que devido à sua capacidade limitada, reduz a capacidade de todo o processo. É um estrangulamento. É a tarefa que requer mais tempo para ser executada.

2.4.1 Encontrar a *bottleneck*

Uma das formas de se encontrar uma *bottleneck* é analisar o funcionamento de uma fábrica em particular, olhar para todo o sistema de produção e falar com os colaboradores.

Devem também ser medidos os tempos para confirmar a veracidade desta afirmação (Chase 2004).

2.4.2 Tamanho de lote

Não é fácil determinar o tamanho do lote. Para alguns, o lote deve ser unitário já que é movida uma unidade de cada vez (diminuição do inventário em progresso), para outros este deve ser infinito, já que dessa forma a linha continua sempre a produzir o mesmo item (aumento de produtividade). Ambas estão corretas, são diferentes maneiras de analisar o problema. O primeiro foca-se na transferência, o segundo no processo.

Lotes maiores requerem menos tempos de *setup* por unidade e por isso conseguem aumentar a produção. No caso da *bottleneck*, lotes maiores são desejáveis. Para todos os outros, lotes menores são mais favoráveis. (Chase 2004)

2.4.3 Tempo de ciclo

Descreve o tempo necessário a concluir determinada tarefa desde o seu início até ao seu fim, ou seja o tempo que o colaborador demora a repetir uma ação. Pode ser determinado usando um cronómetro. (Chase 2004)

2.4.4 WIP (Work-in-progress)

O WIP é o valor, em euros, que se vai acumulando ao longo de todo o processo numa peça.

Por exemplo, no caso do processamento de uma chapa que é inicialmente cortada e depois é quinada, o WIP inicial é o preço da matéria-prima. À medida que vai sendo cortada é adicionado o custo da mão-de-obra do operador. Quando está a ser quinada é então adicionado o custo da mão-de-obra do operador da Quinadora. (Chase 2004)

Este conceito é uma das formas de perceber qual é o valor em euros que temos “parado” ao longo de todo o nosso processo. É uma das formas de avaliar a quantidade de inventário.

2.4.5 Planeamento da produção segundo Goldratt's

Existem nove princípios que Goldratt's refere no planeamento da produção (Goldratt 2003):

- ◆ Não se deve balancear capacidade mas sim fluxo.

- ✦ O nível de utilização de uma não *bottleneck*, não é determinada por ela própria, mas por outras limitações do sistema.
- ✦ Uma hora perdida na *bottleneck* é uma hora perdida em todo o sistema.
- ✦ O ganho de uma hora na *bottleneck* é uma miragem.
- ✦ A *bottleneck* comanda a capacidade e o inventário no nosso sistema.
- ✦ O lote de transferência pode ser e é muitas vezes deve ser diferente do lote de processamento.
- ✦ O lote de processamento deve ser variável ao longo do caminho e do tempo.
- ✦ Prioridades só podem ser determinadas analisando as restrições do sistema. O *lead time* deriva do planeamento.

Segundo o mesmo Goldratt's a forma de abordar as restrições passa por: (Goldratt 2003)

1. Identificar a restrição do nosso problema.
2. Decidir como “espremer” essa mesma restrição.
3. Tomar todas as outras decisões em função dessa.
4. Elevar a restrição do sistema se a produção não for suficiente. (no caso de uma máquina, por exemplo adquirir outra similar)
5. Se nos passos anteriores a nossa restrição mudou, voltamos ao passo 1 e começamos de novo.

2.5 Layout

Existem princípios que devem ser seguidos para melhorar um *layout* (Asfour):

- ✦ Princípio da **integração**: Um bom *layout* é aquele que integra o homem, materiais e máquinas e suporta as tarefas tentando sempre otimizar os recursos e maximizando a eficiência;
- ✦ Princípio da **distância mínima**. As movimentações devem ser reduzidas ou se possível eliminadas;
- ✦ Princípio da **ocupação** cúbica do espaço. Devemos ocupar também o espaço em altura;
- ✦ Princípio do **fluxo**. O *layout* deve ter em conta o fluxo de materiais;
- ✦ Princípio de máxima **flexibilidade**. Um bom *layout* é aquele que pode ser alterado com poucos custos e em pouco tempo;
- ✦ Princípio da **segurança e satisfação**;
- ✦ Princípio da utilização **mínima** de **mão-de-obra**;

Como considerações dos princípios *lean* em *layouts* temos(Asfour):

1. Tentar reduzir o *lead time* do produto
2. Máquinas devem estar dispostas o mais perto possível.
3. Toda a distância percorrida pelos materiais nas operações deve ser minimizada.
4. Reduzir os “toques” nos produtos.
5. Capacidade para responder a alterações à procura.
6. Permitir a produção *Pull*.
7. Estar organizado e permitir gestão visual.
8. Permitir reduzir tempos de *Setup*.

3 Mapeamento do Processo atual

A primeira parte do projeto passou pela criação do mapa de processos atual. A forma de o obter foi o acompanhamento dos colaboradores. De notar que para criar este mesmo mapa foi seguido o trajeto inverso ao realizado pelas peças de chapa prontas.

3.1 VSM corte de chapa

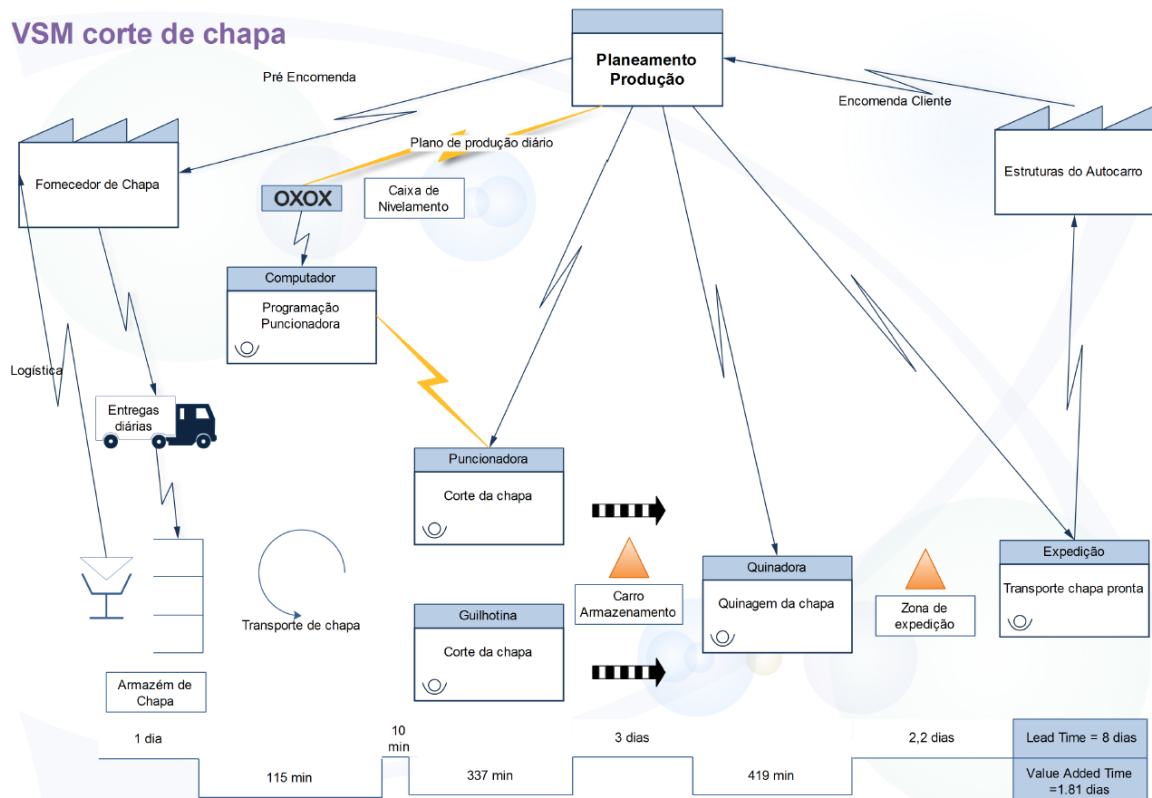


Fig. 9 VSM chapa

A ação que cria uma necessidade é a encomenda por parte de um cliente.

Após analisadas as encomendas, e de acordo com a capacidade produtiva é criado um plano de Produção. Esse mesmo plano pode ser dividido em várias partes. No caso do corte de chapa, o importante é o plano de estruturas e o plano de tampas (exemplo no Anexo A). Nesses planos, estão os dias em que os cortes devem ser iniciados e o prazo para a sua conclusão.

A partir desse plano, são geradas as ordens de fabrico. A partir destas obras, os preparadores de trabalho, geram as listas de corte.

Essas listas de corte são instruções de trabalho. No fundo, ao ler essas informações o colaborador sabe o que tem para fazer, o tempo que tem disponível e qual o destino final das suas peças. Estas listas têm também informação acerca do autocarro a que pertencem, as peças a fabricar, o lote de produção, os códigos das peças e as quantidades necessárias. Estão também divididas por estruturas de autocarro (Ex: frente, traseira) e por máquina (Ex: Serrote, Puncionadora). São diariamente colocadas na caixa de nivelamento e devem acompanhar as peças até estas serem entregues à Logística.

A caixa de nivelamento tem então capacidade para planear dois dias de trabalho e está dividida em intervalos de 30 min permitindo assim balancear a produção de cada uma das máquinas presentes na secção.

Em termos de matéria-prima, é feita uma pré-encomenda no fornecedor de matéria-prima de acordo com o plano a médio-prazo. Diariamente, as Compras (Departamento) verificam o *stock* e produzem encomendas diárias. A disponibilidade de entrega por parte do fornecedor só é possível devido à pré-encomenda. O prazo de entrega é de poucas horas. (Ex: Encomenda às 9:00h entrega às 12:00h).

O último passo é a quinagem fina a qual, as peças devem ser colocadas em carrinhos para posterior transporte por parte da Logística para o seu destino final.

3.2 Diagrama de processo da Puncionadora CNC

Uma das máquinas cujo trabalho é balanceado pela caixa de nivelamento é a Puncionadora CNC. A mesma é identificada em toda a empresa pela sua marca, e como tal, todas as referências a Trumpf, devem ser interpretadas como referências a uma Puncionadora CNC.

O processo inicia-se com a receção das listas de corte. O responsável por retirar essas listas da caixa de nivelamento é a chefia de secção que por sua vez as entrega ao programador.

3.2.1 Diagrama de processo do Programador da Puncionadora

O trabalho do Programador, está descrito no Diagrama de processo abaixo. Este Diagrama de processo é o detalhar de um dos processos do VSM do corte de chapa.

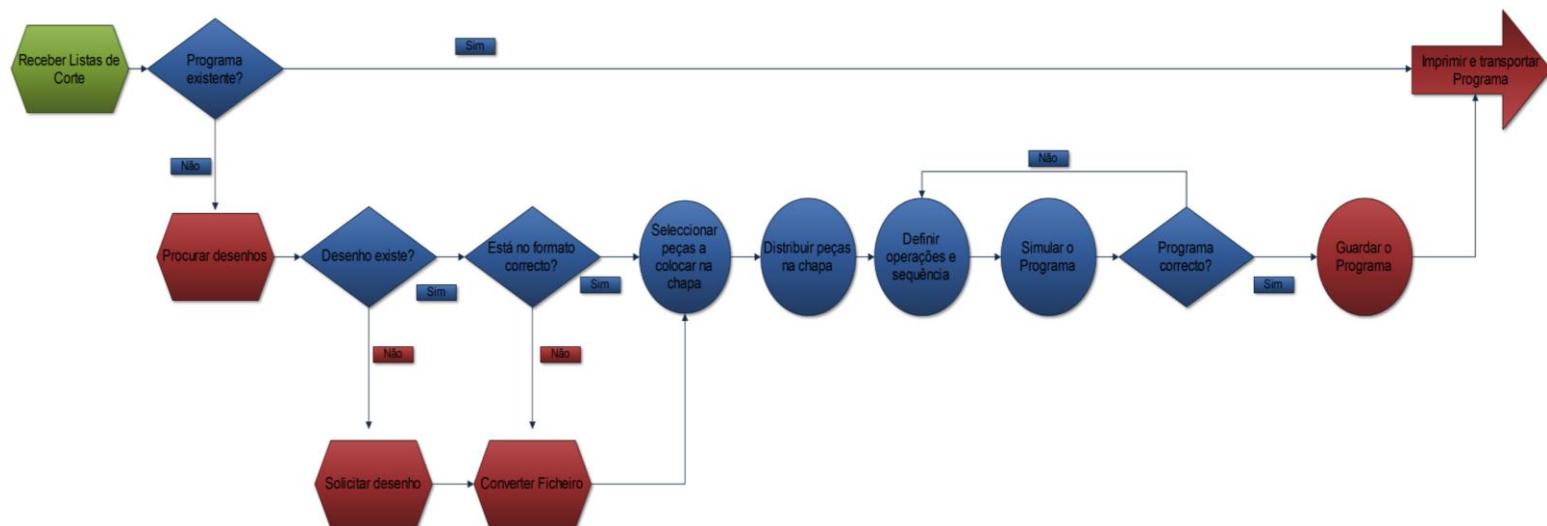


Fig. 10 Diagrama de processo do Programador Puncionadora

Antes de explicar em que consiste cada um dos processos em si, importa explicar o porquê das cores escolhidas no diagrama de processo acima. Os processos identificados a vermelho são processos que quer por indicação dos colaboradores, quer por constatação do acompanhamento do processo revelaram necessitar de atenção especial, enquanto os processos a azul e a verde não necessitam pelo menos numa fase inicial de atenção especial.

Passando então ao trabalho do programador, este após receber as listas de corte começa por verificar a existência de programas para essa mesma lista. Se estes programas já existirem, o programador só tem de os colocar na pasta partilhada com a puncionadora, imprimir e transportar até ao operador da puncionadora. Se o programa não existir, o programador deve separar as peças por espessura e iniciar a procura dos desenhos nas várias pastas onde estes podem estar guardados. Depois copia os desenhos para a pasta onde vai ser guardado o programa e entra na programação propriamente dita.

Inicia este processo de programação com uma operação denominada *Nesting* (organização das peças na chapa). O primeiro critério utilizado é a dimensão, ou seja peças maiores são colocadas primeiro. Numa fase posterior são colocadas as peças mais pequenas, tentando sempre ocupar o menor espaço possível, não descurando algumas limitações da máquina, como:

- A necessidade de ocupar sempre em primeiro lugar a parte esquerda da chapa;
- Ser preferível colocar peças na posição vertical porque dessa forma se facilita a evacuação;
- Quando uma peça apresenta forma irregular, o centro de massa deve estar mais afastado da zona das agarras onde a máquina fixa a chapa, já que assim permite evacuação automática por gaveta;
- As peças de maior dimensão devem ficar junto ao operador para facilitar evacuação manual.

Toda esta fase depende, muito do programador, da sua experiência e do tempo disponível para executar a tarefa. Pode muitas vezes demorar perto de uma hora, no entanto o ganho em termos de redução de consumo de chapa e tempo a executar o programa acaba por justificar esse tempo.

Continua definindo as operações necessárias ao corte. Começa pelos furos se existirem, e passa depois aos contornos exteriores. Nesta fase ele tem de escolher a ferramenta a usar e a sequência da mesma. De salientar que uma boa sequência de corte permite reduzir o tempo de execução do programa. Existe a possibilidade de automatizar esta fase, no entanto os programas automáticos têm maior duração e podem provocar danos na máquina.

Após ter definido as operações e a sua sequência, o programador simula o programa. Esta fase é muito importante pois permite otimizar a sequência e corrigir erros que possam ter sido cometidos.

Após a simulação e quando o programa estiver totalmente definido, procede-se então à gravação. Segue-se a impressão e colocação numa pasta partilhada com a puncionadora. O processo termina com o programador a transportar o programa em papel até ao operador da máquina.

3.2.2 Diagrama de processo do Operador da Puncionadora

Tal como no caso do programador, também aqui no processo de Corte da Puncionadora CNC propriamente dito, foi detalhado cada passo.

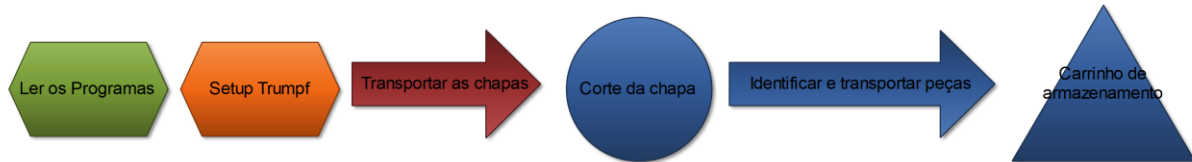


Fig. 11 Diagrama de processo do Operador Puncionadora

A primeira tarefa do operador é ler o programa que vai executar. Durante esta leitura o operador:

- ◆ 1º Toma conhecimento do tamanho e espessura da chapa a cortar;
- ◆ 2º Compara as ferramentas necessárias ao corte com as que já estão no carril;
- ◆ 3º Identifica as ferramentas que precisa colocar no carril e das matrizes que precisa substituir;

Só é necessário executar esta tarefa quando é feita uma troca de programa.

Depois de ler a folha e ter tomado nota das ferramentas a substituir ou colocar, o operador desloca-se à banca atrás da Puncionadora. Durante esta operação o operador:

- ◆ 1º Retira as cassetes que carecem de uma troca de matriz, devido à alteração na espessura da chapa.
- ◆ 2º Troca as matrizes na banca de trabalho.
- ◆ 3º Limpa e prepara as cassetes que necessita adicionar com as ferramentas correspondentes.
- ◆ 4º Coloca as cassetes no carril e regista da posição correspondente.

O passo seguinte é então o transporte da chapa até à Puncionadora. Neste momento esse transporte pode ser feito de várias formas:

- ◆ Com ajuda de outro operador. Esta tarefa é assim realizada quando só é necessário transportar uma chapa. Há problemas de segurança quando a chapa é retirada do armazém e nem sempre existe um operador disponível para ajudar a realizar esta tarefa.
- ◆ Com a ponte móvel e um acessório (garra). Esta é utilizada quando a chapa se encontra numa posição superior do armazém ou quando não está disponível nenhum operador para ajudar. É uma operação muito ineficiente e tem graves problemas de segurança. Para chapas de baixa espessura e grande comprimento surge uma vibração inicial aquando da retirada do armazém. Por outro lado este acessório danifica a chapa na zona onde a garra fixa a chapa. No caso do Alumínio, a situação é preocupante e já aconteceu ter de ser repetido o programa devido à peça que se encontrava ao centro da chapa ter saído com a marca da garra (Ex. tampas de Cobus).
- ◆ Ponte móvel com correntes. É de facto uma tarefa que exige muito demorada e que exige muita perícia. Durante a mesma, o operador tem de utilizar escadas móveis, para subir à prateleira correspondente e colocar as correntes nos extremos da paleta. Para paletes de grande comprimento, é necessário usar barrotes para conseguir colocar as

correntes numa posição mais interior da paleta e assim diminuir a flexão sofrida pela paleta de madeira. Este modo de transporte é preferencialmente utilizado quando existe a necessidade de cortar várias chapas da mesma espessura.

- ✦ Da banca de apoio até à Puncionadora. Após transportar uma paleta para a banca de apoio, eliminamos a necessidade de utilizar a ponte móvel. Neste passo o operador apenas tem de arrastar a chapa para a posição pretendida.

Após o transporte, o operador dirige-se para o controlo da máquina e inicia a operação propriamente dita.

Durante esta, a função do operador é vigiar o corte. O mesmo pode acelerar ou diminuir a velocidade da máquina de acordo com o programa a executar. Deve também parar a máquina se detetar alguma anomalia.

As peças que cabem na gaveta são automaticamente extraídas e são recolhidas manualmente à posteriori de um contentor. Para peças de grandes dimensões, o programa dá ordem para a extração manual, que deve ser feita para uma peça de cada vez. Para programas com muitas peças de grandes dimensões é uma tarefa demorada, que por vezes explica a diferença entre o tempo previsto pelo programa e o tempo realmente demorado pelo operador.

Após o corte, é chegada a vez da remoção de sucata e em alguns programas é necessário retirar, identificar e guardar os retalhos. Em todos os programas é necessário proceder à identificação das peças. Essas peças são identificadas com o respetivo código, utilizando um marcador de cor branca.

Para programas com poucas peças é uma tarefa rápida, mas para programas com 50 peças por exemplo, o tempo para essa mesma identificação aumenta muito e os erros são muito prováveis.

3.3 Diagrama de processo da Guilhotina

Após a análise de fluxos da puncionadora, foi dada atenção à máquina que trabalha em paralelo com esta.

Sempre que as peças não tenham ângulos, nem furos, ou seja, tenham forma quadrangular ou retangular, as mesmas devem ser produzidas pela guilhotina.

A distinção é feita pela preparação de trabalho, pelo que existem listas de corte específicas para a guilhotina e para a puncionadora.

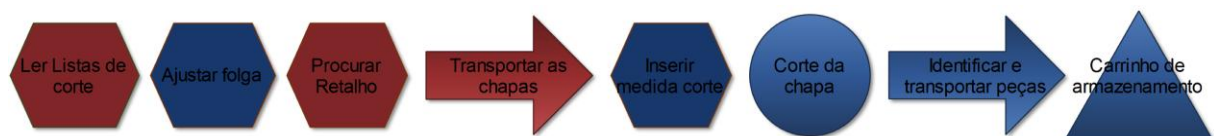


Fig. 12 Diagrama de processo da Guilhotina

Como diagrama de processo geral da guilhotina podemos atentar na figura anterior.

A primeira tarefa do operador é analisar a lista de corte. Este inicia essa análise com a escolha da espessura de chapa inicial, escolha essa aleatória. Ajusta a folga da máquina para a espessura acima escolhida e dirige-se ao armazém de retalhos para procurar um retalho com a espessura indicada e que tenha pelo menos o tamanho da maior peça a ser cortada. Caso esse

retalho não exista, vai buscar uma chapa ao armazém. O transporte da mesma é similar ao da puncionadora.

Depois de ter a matéria-prima, volta à leitura das Listas de Corte e procura dentro da espessura escolhida a peça de maior dimensão. Insere então a medida na máquina, executa o primeiro corte, repete a inserção e respetivo corte.

Desloca-se então à parte posterior da máquina e recolhe os retalhos de chapa que sobraram para posterior aproveitamento. Tem também de colocar as peças cortadas no carrinho de armazenamento.

Este processo é repetido até ter concluído todas as peças. Tal como no caso da Puncionadora, também aqui as listas de corte acompanham as respetivas peças cortadas.

3.4 Diagrama de processo da Quinadora

A operação de quinagem é o passo seguinte no processo do corte de chapa.

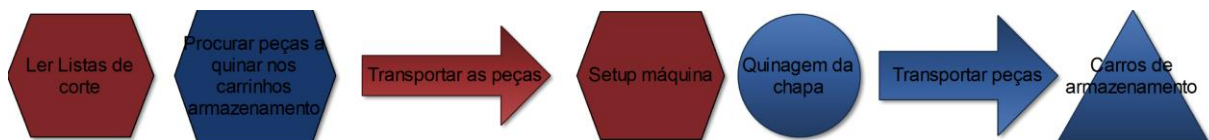


Fig. 13 Diagrama de processo do Operador da Quinadora

Nem todas as peças cortadas na puncionadora e na guilhotina necessitam de quinagem, no entanto todas as peças ficam juntas após respetivo corte.

O operador começa por ler as listas de corte das duas máquinas anteriores a si no fluxo e identificar os códigos das peças que necessitam operação de quinagem. De seguida procura essas mesmas peças. De realçar que esta tarefa é bastante facilitada devido ao conhecimento das peças que o operador possui, adquirida pela experiência.

Ele coloca então as peças que vai quinar na banca de trabalho e verifica a ferramenta montada na máquina. Se não for a correta, ele procede à troca. Caso contrário ajusta os parâmetros da máquina e executa a quinagem propriamente dita.

Depois disso ele coloca um visto na lista de corte e coloca as peças nos carrinhos para posterior transporte por parte da Logística.

4 Alteração de processos

Após criar o mapa de todo o processo foi iniciada a fase de pequenas alterações no mesmo, tendo sempre como objetivo a melhoria global deste.

Foi escolhido o Programador uma vez que aquando do acompanhamento foi aqui detetada oportunidade de grandes melhorias com pequeno esforço.

4.1 Programador

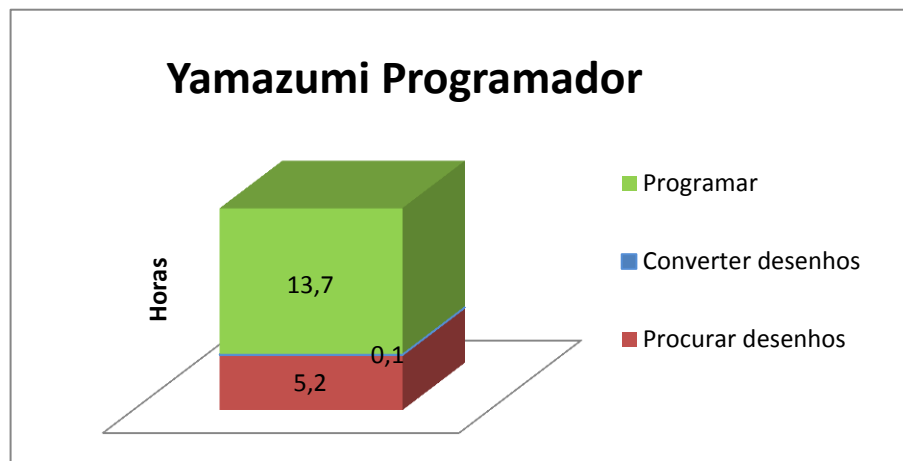


Fig. 14 Yamazumi Programador Winner MAN 10

4.1.1 Procura de desenhos

Após analisar o *Yamazumi* acima, do Modelo Winner MAN, percebemos que o programador demorou mais de 5 horas a procurar desenhos. Esta tarefa, apesar de necessária, não acrescenta nenhum valor, pelo que devemos tentar reduzi-la.

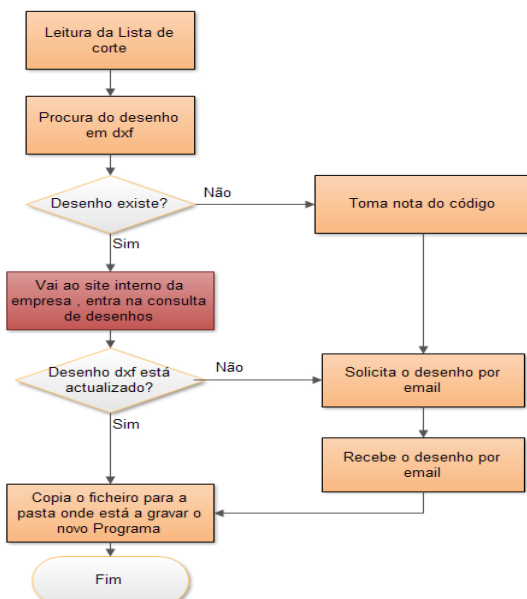


Fig. 16 Procura de desenhos inicial

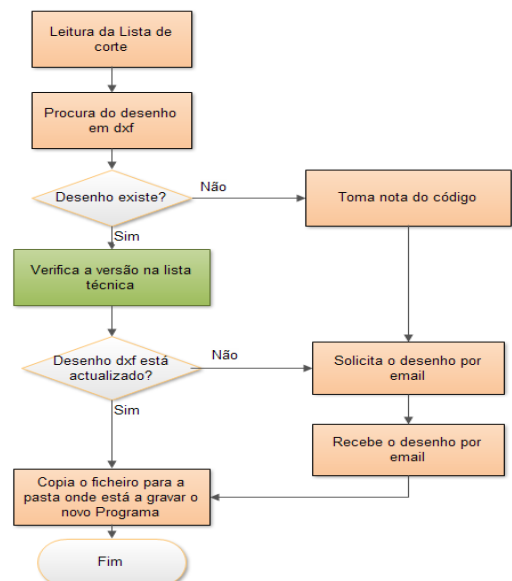


Fig. 15 Procura de desenhos atual

A mudança já feita, pode ser observada nas duas figuras acima (Processo a Vermelho, foi substituído e aparece agora a verde). A procura de versão de desenho que tinha de ser repetida por todas as peças foi substituída por uma consulta de lista técnica, que só precisa de ser feita uma vez para cada Lista de Corte.

Tabela 1 Ganhos procura de desenhos atual

Ganhos	<i>Redução de 1 hora no trabalho do programador</i>
Custo	Associado à formação de 10 minutos dada ao Programador.

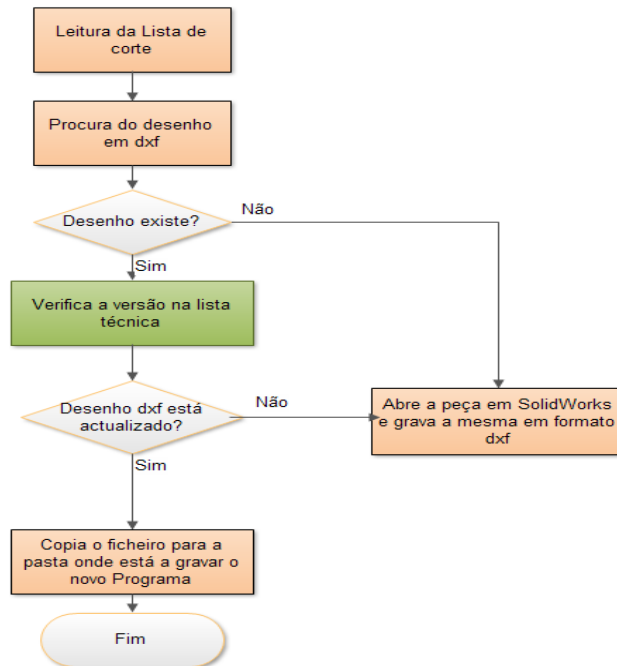


Fig. 17 Procura de desenhos futura

Como proposta a implementar a curto prazo surge o esquema acima representado em que é eliminada a necessidade de solicitar desenhos a terceiros.

Tabela 2 Ganhos Procura de desenhos (futuro)

Ganhos	<i>Redução de 2 horas na procura</i>
Custo	Formação e licença de utilizador em Solidworks (software de desenho 3d)

4.1.2 Definição de critérios de programação

4.1.2.1 Nesting

Nesta fase foi detetada alguma confusão nos critérios a ser usados, e como tal foram prontamente definidos e estão a seguir listados:

- O programador deve começar pela menor espessura.
- As peças maiores devem ser colocadas primeiro. Só numa fase posterior devem ser colocadas as mais pequenas.
- Deve tentar ocupar a parte esquerda da chapa em primeiro lugar. As peças de maior dimensão devem ficar junto ao operador para facilitar evacuação manual.
- Sempre que possível deve colocar as peças na vertical e com o centro de massa mais afastado das agarras, pois facilita a evacuação.

Tabela 3 Ganhos critérios programação

Ganhos	<i>Redução no consumo de chapa e uniformização de critérios</i>
Custo	Nenhum

4.1.3 Armazenamento de programas

Não existia uma localização definida, nem pastas organizadas para o armazenamento dos programas da puncionadora. Para solucionar essa questão, foi criado um índice , que pode ser visto na figura abaixo.

- G:Grupos
 - Programas_Trumpf
 - Modelo
 - Variante
 - » Lote
 - Espessuras (geo.lst.programas)

Fig. 18 Armazenamento de programas

Tabela 4 Ganhos definição armazenamento dos programas

Ganhos	<i>Diminuição do tempo necessário à localização de programas</i> <i>Eliminar programas repetidos</i>
Custo	Nenhum

4.1.4 Preenchimento Lista de Programas

Não existia um local onde fosse possível consultar os programas existentes.

Foi então criada uma lista em Excel, figura em baixo, onde podemos consultar os programas existentes para a Puncionadora.

Tabela 5 Lista de Programas da Puncionadora

 CAETANO BUS						Chapa		Lista de Programas Trumpf		
Data	Modelo	Variante	Lote	Estruturas	IA	Nome Programa	Espessura chapa	Dimensão	Localização	Observação
22-05-2012	Levante	Volvo Kingsferry B98	1	52586901	5	2mm	2	2500*1250	G:\Grupos\Programas_Trumpf\Levante\Kingsferry\1carro\2mm	Retalho de 1000*500
				52586301	3	2mm-2	2	2500*1250	G:\Grupos\Programas_Trumpf\Levante\Kingsferry\1carro\2mm	
				52586601	2	2mm-3	2	2500*1250	G:\Grupos\Programas_Trumpf\Levante\Kingsferry\1carro\2mm	
				52260804	17	2mm-4	2	2500*1250	G:\Grupos\Programas_Trumpf\Levante\Kingsferry\1carro\2mm	
				52053604	20	1.5mm	1,5	2500*1250	G:\Grupos\Programas_Trumpf\Levante\Kingsferry\1carro\1,5mm	
				51255707	23	1mm	1	3000*1500	G:\Grupos\Programas_Trumpf\Levante\Kingsferry\1carro\1mm	
						1mm-3	1	3000*1500	G:\Grupos\Programas_Trumpf\Levante\Kingsferry\1carro\1mm	
						1mm-4	1	3000*1500	G:\Grupos\Programas_Trumpf\Levante\Kingsferry\1carro\1mm	
						1,25mm	1,25	2500*1250	G:\Grupos\Programas_Trumpf\Levante\Kingsferry\1carro\1,25mm	
						1,25mm-2	1,25	2500*1250	G:\Grupos\Programas_Trumpf\Levante\Kingsferry\1carro\1,25mm	

Sempre que for criado um novo programa, este deve ser adicionado à lista presente em: [G:\Grupos\Programas_Trumpf\Lista de Programas.xls](#)

Tabela 6 Ganhos Lista de Programas

Ganhos	<i>Diminuição do tempo necessário à localização de programas</i>
Custo	Nenhum

4.1.5 Criação de Procedimento de trabalho

Após todas estas alterações e para facilitar o trabalho do Programador, foi criado um procedimento de trabalho que pode ser consultado no Anexo B.

Tabela 7 Ganhos criação Procedimento de trabalho

Ganhos	<i>Uniformização do trabalho</i> <i>Redução de erros na execução</i> <i>Clarificação de critérios</i> <i>Redução de tempo necessário à realização da tarefa</i>
Custo	Nenhum

4.2 Operador Puncionadora

Depois do programador, foi a vez do operador da Puncionadora.

Neste caso a tarefa esteve facilitada pela grande cooperação demonstrada por este durante estas mudanças. Sempre disposto a dar boas ideias e a discutir convenientemente as possíveis soluções.

Tal como no caso anterior, foi analisado o *Yamazumi* respetivo.

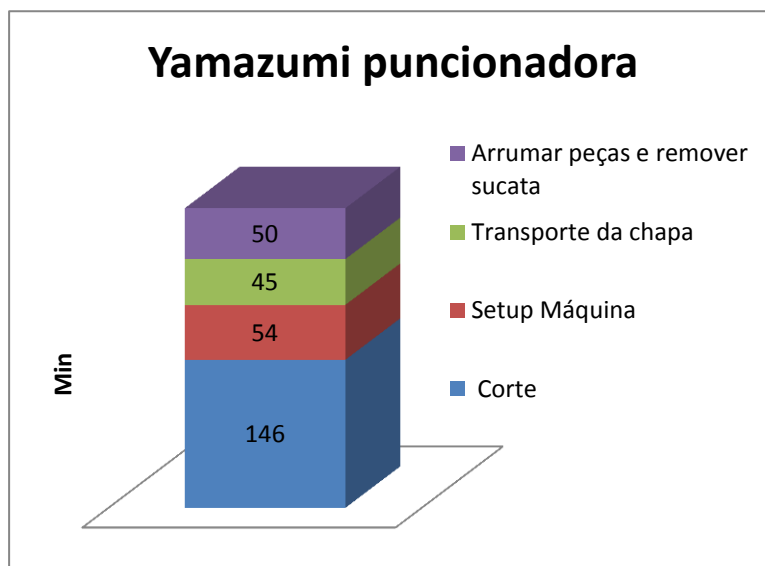


Figura 1 Yamazumi puncionadora Levante Kingsferry

Uma das limitações deste tipo de máquinas, é a constante necessidade troca de ferramentas. Começou então por aí o trabalho, sempre com o objetivo de tentar reduzir o tempo de *setup*.

4.2.1 Arrumação ferramentas

A necessidade de alterar a arrumação das ferramentas da Puncionadora está em grande parte relacionada, com a introdução do corte de chapa de espessura superior a dois milímetros neste equipamento (em curso). Anteriormente estas chapas eram cortadas numa máquina por corte a laser. Esta mudança levou à aquisição de novas matrizes, adequadas à espessura em causa e consequente necessidade de arrumação das mesmas.

Depois de analisada a banca de trabalho existente, conclui-se que a melhor solução seria alterá-la. Foram então fabricadas e posteriormente soldadas nas instalações, três prateleiras. Juntamente com as prateleiras foram criadas caixas em alumínio, para permitir organizar convenientemente todas as matrizes. De salientar que se tentou aproveitar material que sobrou de outras tarefas.

Essas alterações podem ser vistas nas fotografias seguintes.



Fig. 20 Arrumação de ferramentas antiga



Fig. 19 Nova arrumação de ferramentas

Tabela 8 Ganhos da nova arrumação de ferramentas

Ganhos	<i>Redução do tempo de setup puncionadora</i> <i>Melhoria na limpeza e arrumação</i> <i>Melhoria no acondicionamento de ferramentas</i> <i>Redução do espaço necessário</i>
Custo	Associado ao material e mão-de-obra gastos

4.2.2 Ajuste da altura da mesa de apoio

Aquando do acompanhamento ao colaborador foi também detetada que a altura da mesa onde são pousadas as paletes de chapa era incorreta. Então por uma questão de melhoria de ergonomia do trabalhador foram cortados quatro tubos e posteriormente soldados à mesa já existente.

Esta mudança, para além de aumentar a satisfação do colaborador também leva a aumentos de produtividade, uma vez que agora o esforço e tempo necessário para colocação da chapa na mesa da puncionadora são menores.



Fig. 22 Mesa de apoio antes da alteração



Fig. 21 Mesa de apoio após alteração

Tabela 9 Ganhos ajuste altura da mesa de apoio

Ganhos	<i>Ergonomia do trabalhador</i> <i>Aumento de produtividade pela diminuição da fadiga</i>
Custo	Associado ao material e mão-de-obra gastos

4.2.3 Carro de armazenamento chapa cortada

Outra das constatações feitas no terreno, foi a falta de local indicado para armazenar o material já cortado pela puncionadora e pela guilhotina. Esse material, se necessário, vai ser quinado posteriormente.

Foram então analisados os carrinhos e contentores existentes. Foram medidas e pesadas as peças com maiores dimensões. À posteriori, foram recolhidas ideias junto de todos os colaboradores e foi elaborado um esboço do respetivo carrinho. Esse esboço foi então discutido com a chefia e com os colaboradores e chegou-se então ao modelo final. O desenho e lista de corte do mesmo pode ser visto no Anexo C, enquanto as fotografias do mesmo em funcionamento podem ser vistas abaixo. O material escolhido para o mesmo era proveniente do desperdício de outras tarefas. Por exemplo a madeira foi reutilizada (estantes antigas) e o tubo usado só era gasto num modelo descontinuado, pelo que já estava em armazém há muito tempo armazenado.



Fig. 24 Estante antiga para armazenamento material



Fig. 25 Contentor antigo para armazenamento material



Fig. 23 Carrinho novo para armazenamento material

Tabela 10 ganhos novo carrinho de armazenamento

Ganhos	Melhoria na arrumação das peças que permite eliminar peças perdidas durante o processo Melhoria na gestão visual
Custo	Material e mão-de-obra associada

4.2.4 Identificação automática das peças

Após a operação de corte das peças, o colaborador identifica as peças com um marcador branco. Este processo para programas com poucas peças (até dez), é rápido. No entanto, quando o mesmo programa contém cerca de cinquenta peças, todas de geometria similar, esta identificação acaba por se tornar muito demorada e difícil.

Após conversa com o colaborador, foi possível identificar uma possível solução. A punccionadora possui uma ferramenta que permite identificar automaticamente as peças. Foi então pedido ao programador para alterar o respetivo programa, como podemos ver nas imagens em baixo.



Fig. 27 Identificação de peças manual



Fig. 26 Identificação de peças de forma automática

No caso deste programa com cinquenta e três peças, o tempo de identificação manual foi cerca de cinquenta minutos.

O acréscimo de tempo no programa para identificar automaticamente foram quinze minutos.

Temos então aqui um ganho de trinta e cinco minutos e eliminação de erros provenientes da identificação manual.

Concluimos então que para programas com mais de dez peças deve ser feita a identificação automática. Para os restantes não, uma vez que a identificação manual é mais rápida.

Tabela 11 Ganhos da identificação automática

Ganhos	Redução do tempo necessário à identificação das peças (Na experiência passou de 50 para 15 minutos) Eliminação de erros na identificação das peças Melhoria do aspeto das peças
Custo	Associado ao tempo acrescido gasto pelo Programador

4.2.5 Transporte da matéria-prima (chapas)

Um dos maiores problemas detetados foi a falta de eficiência e os problemas de segurança nesta operação. Tal como explicado anteriormente aquando do VSM operador da puncionadora, existem atualmente quatro formas de transportar a chapa.

- ♦ A utilização de correntes juntamente com a ponte móvel, demora cerca de 20 minutos e tem graves problemas de segurança, como podemos ver na figura em baixo. De notar que o transporte é feito com as correntes numa zona mais interior da paleta, mas para se conseguir colocar as correntes nessa zona temos de primeiro colocar barrotes para permitir a passagem das correntes;

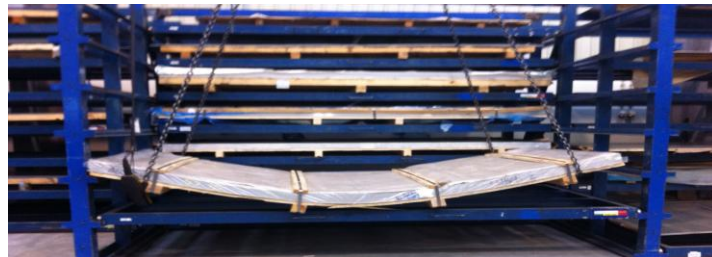


Fig. 28 Transporte de paleta com ponte móvel e correntes

- ♦ A utilização da garra juntamente com a ponte, só permite transportar uma chapa de cada vez. Apesar de ser mais segura que a anterior, demora ainda cerca de cinco minutos, mas em chapas de baixa espessura, ou de alumínio, deixa marcas na chapa que não são admissíveis na qualidade pretendida para o produto final;
- ♦ Manualmente, com ajuda de outro operador. Aqui o maior problema é a disponibilidade de outro qualquer operador para poder ajudar nesta tarefa, pelo que mesmo para efeitos de avaliação de capacidade esta não deve ser considerada;

Foram então estudadas várias possibilidades, entre elas:

- ♦ Utilização de um íman. Esta foi prontamente posta de parte já que existe necessidade de transportar chapas em alumínio;
- ♦ Utilização de ventosas. Esta tem como principal problema, a limitação de só poder efetuar o transporte de uma chapa de cada vez e demorar mais ou menos o mesmo tempo que a garra;

- ✦ Utilização de acessório na imagem abaixo mas devido à estrutura do armazém de chapa (gavetas), não é possível colocar os dois suportes que ficam na parte interior do mesmo;



Fig. 29 Proposta de acessório para transporte de paleta de chapa

- ✦ Utilização de Stacker. Este aparelho foi testado no local, gentilmente cedido pela Toyota, como se pode ver na foto em baixo e serve perfeitamente para a tarefa. Demora cerca de 2 minutos a transportar uma paleta. O problema que aqui se coloca é o seu elevado custo, quando conjugado com o baixo número de horas de utilização diária. No entanto foi feito o estudo (no Anexo D) de viabilidade do mesmo e podemos concluir que a utilização deste aparelho permite aumentar a capacidade da punctionadora em uma hora por dia. Neste momento aguardamos uma resposta, por parte da direção, acerca da aquisição do mesmo;



Fig. 30 Utilização de Stacker para transporte de paleta de chapa

Tabela 12 Ganhos com tranporte de paleta com Stacker

Ganhos (Proposta)	Redução de 20 para 2 min no tempo de transporte de paleta, que se traduz, no aumento de capacidade da punctionadora. Aumento das condições de segurança dos colaboradores Redução da fadiga do colaborador Aumento da flexibilidade de produção na Punctionadora
Custo	Custo da compra ou aluguer Stacker (Anexo D)

4.2.6 Definição da localização das chapas no armazém

Outros dos problemas identificados residia na incerteza acerca da localização da chapa no respetivo armazém. Juntamente com a logística, foi então feito um inventário do tipo de chapa existente. Depois foram definidas as localizações respetivas e foi pedida a opinião aos colaboradores.

Chegou-se então ao mapa abaixo indicado, onde os principais critérios foram:

- ◆ O aço e o alumínio devem sempre que possível estar em estantes (A,B ou C) separadas;
- ◆ As chapas devem estar ordenadas por espessura para facilitar localização;
- ◆ As de menor espessura devem ocupar a localização superior do armazém;
- ◆ Chapas muito pouco utilizadas devem ocupar as localizações superiores do armazém;

Tabela 13 Localização das chapas no armazém

	Estante A	Código	Estante B	Código	Estante C	Código
7	1,2*2500*1250 (Al)	IP007457	1,2*3000*1500 (Al)	(IP001730)	Zintec	IP206666
6	1*2500*1250(Aço)	206785	3*2500*1250 (Al)	207418	1,5*3000*1500 (Al)	IP007458
5	1,25*2500*1250 (Aço)	206783	3*3000*1000 (Al)	IP008636	2*3000*1500 (Al)	207465
4	1,5*2500*1250 (Aço)	206780	1*3000*1500 (Aço)	70026293	2,5*3000*1500 (Al)	IP003047
3	2*2500*1250 (Aço)	206778	2,5*2500*1250 (Aço)	IP206612	3*3000*1500 (Al)	IP007462
2	3*2500*1250 (Aço)	70024260	5*2000*1000 (Aço)	206602	4*3000*1500 (Al)	IP007463
1	4*2500*1250 (Aço)	70024261	6*2000*1000 (Aço)	206791	5*2000*1000 (Al)	IP007464

4.3 Operador Guilhotina

4.3.1 Carrinho

O modelo de carrinho criado para a puncionadora atrás descrito, serve também para a Guilhotina, pelo que foram criados quatro iguais.

4.3.2 Alterações Lista de corte

Ao acompanhar o trabalho do operador da guilhotina, foi possível perceber que a lista de corte abaixo representada, apesar de estar correta, criava algumas dificuldades:

- ◆ As listas estão ordenadas por espessuras, no entanto não estão ordenadas por dimensão;
- ◆ Ao realizar o corte na Guilhotina, e como forma de aproveitar a chapa, em cada espessura o operador começa sempre pela peça de maior dimensão e continua até cortar a mais pequena. Na forma como as listas se apresentavam o operador tinha

sempre de procurar. Demorava bastante tempo, e após algumas horas de trabalho, podem acontecer erros.

A solução passou por criar uma ferramenta em Excel (Macro) que permite ordenar por dimensão mantendo o ordenamento inicial por espessura. O código da Macro pode ser consultado no Anexo E e o resultado final da mesma que só necessita de um atalho para funcionar (CTRL+O) está representado nas figuras abaixo.

 CAETANOBUS GRUPO SALVADOR CAETANO				LISTA DE OPERAÇÕES		Designação FRENTE CAPELA CTN 071	
						KIT 52690901	
Pos.	Q uni	Q tot	Dim / Croquis	Material		Peça	Co
074	2	2	94X100	CHAPA AÇO EN 10025-2 S235JR 3X2500X1250 (70024260)		59111712	
073	1	1	52,5X545	CHAPA AÇO EN 10130 DC01 1,25X2500X1250 (206783)		59111713	
035	1	1	51X168	CHAPA AÇO EN 10130 DC01 2X2500X1250 (206778)		51608903	
036	1	1	51X255	CHAPA AÇO EN 10130 DC01 2X2500X1250 (206778)		51608904	
048	1	1	40X42	CHAPA AÇO EN 10130 DC01 2X2500X1250 (206778)		59111710	
077	1	1	56X550	CHAPA AÇO EN 10130 DC01 2X2500X1250 (206778)		59111930	

Fig. 31 Lista de corte antes da ordenação por tamanho

 CAETANOBUS GRUPO SALVADOR CAETANO				LISTA DE OPERAÇÕES		Designação FRENTE CAPELA CTN 071	
						KIT 52690901	
Pos.	Q uni	Q tot	Comp	Largura	Material	Peça	Conj
074	2	2	94	100	CHAPA AÇO EN 10025-2 S235JR 3X2500X1250 (70024260)	59111712	
073	1	1	52,5	545	CHAPA AÇO EN 10130 DC01 1,25X2500X1250 (206783)	59111713	
077	1	1	56	550	CHAPA AÇO EN 10130 DC01 2X2500X1250 (206778)	59111930	
036	1	1	51	255	CHAPA AÇO EN 10130 DC01 2X2500X1250 (206778)	51608904	
035	1	1	51	168	CHAPA AÇO EN 10130 DC01 2X2500X1250 (206778)	51608903	
048	1	1	40	42	CHAPA AÇO EN 10130 DC01 2X2500X1250 (206778)	59111710	
						TOTAL	

Fig. 32 Lista de corte após ordenação

Tabela 14 Ganhos ordenação por tamanho das listas de corte

Ganhos	Aumento de produtividade da guilhotina conseguido através da redução de tempo necessário à pesquisa sucessiva da peça de maior dimensão Redução do consumo de matéria-prima, pela eliminação de erros de leitura
Custo	Nenhum

4.4 Operador Quinadora

4.4.1 Alteração rodas do carro de ferramentas

A melhoria implementada junto do operador da Quinadora foi a troca das rodas do carro onde está armazenada a ferramenta. As rodas antigas não tinham capacidade para suportar o peso, e dificultavam muito o movimento do carro. Foram então trocadas por outras com capacidade adequada.



Fig. 34 Carrinho de ferramentas da Quinadora antes



Fig. 33 Carrinho de ferramentas depois

Tabela 15 Ganhos troca das rodas carrinho de ferramenta

Ganhos	<i>Melhoria da ergonomia do colaborador, que permite reduzir o tempo de setup</i> <i>Aumento da <u>satisfação</u> do colaborador</i>
Custos	50 € gastos nas novas rodas

5 Avaliação da capacidade

Ao mesmo tempo que foram feitas as alterações acima descritas foi também feita a medição de tempos e registo do consumo de chapa para posterior simulação da produção.

5.1 Consumo de chapa

Um dos objetivos do projeto passava por tentar reduzir a quantidade de matéria-prima gasta em todo o processo e chegar a uma conclusão acerca dos possíveis desvios de inventário.

5.1.1 Substituição do formato de chapa de 1mm de aço

Uma das primeiras tarefas passou por fazer um estudo em relação ao tamanho da chapa de 1mm de aço utilizada. Isto porque ao analisar o armazém de retalhos, foi detetada uma anormal quantidade de chapa de 1mm.

Escolheu-se então um modelo, neste caso o modelo Levante. A escolha deste modelo foi sugestão do operador da puncionadora. Segundo ele o aparecimento de retalhos de 1mm estava ligado a programas do mesmo. Foi então recolhida toda a informação acerca dos programas de 1mm de espessura e foi encontrado um programa, imagem abaixo, que teria de ser repetido 4 vezes (em cada autocarro Levante são usadas 4 peças) e que pelo fraco aproveitamento que permitia da chapa, seria o responsável pelo problema.

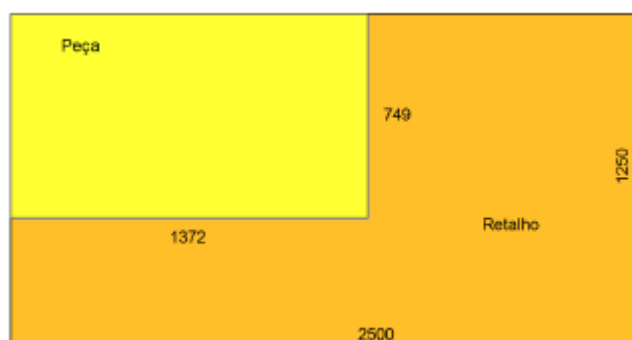


Fig. 35 Programa utilizado com chapa de dimensão 2500X1250X1mm

A dimensão da chapa que estava a ser utilizada era 2500*1250(mm), o que não permitia colocar a peça na posição vertical.

Foi então inquirido o fornecedor acerca da existência do mesmo tipo de chapa, mas com dimensões diferentes (3000*1500(mm)). A resposta do mesmo foi positiva, e apesar de um acréscimo no preço por Kg de 3 centimos de euro, foi então feito um estudo, para perceber os possíveis ganhos desta alteração. Esse estudo pode ser consultado no Anexo F.

5.1.1.1 Situação proposta

Na imagem abaixo do programa real, podemos ver a situação proposta, com a alteração da dimensão da chapa.

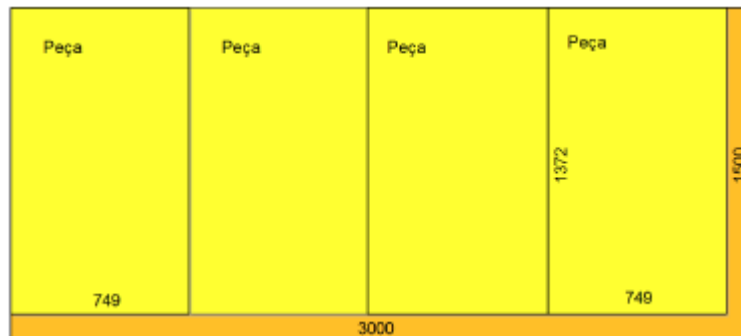


Fig. 36 Programa utilizado com a chapa de 3000X1500X1

Como se pode observar na imagem acima, com a alteração da dimensão menor de 1250mm para 1500mm, a peça passou a caber na posição vertical. Isso permite colocar quatro peças numa só chapa, evitando o aparecimento de retalhos e tornando o corte mais rápido.

Este ganho foi quantificado e para um Levante, é igual a 45 €.

Tabela 16 Ganhos conseguidos pela substituição do formato de chapa

Ganho	4320 € (<i>Produção de Janeiro a Agosto [96 Levantes]</i>) <i>Redução do consumo de matéria-prima em todos os modelos</i>
Custo	Aumento de 0,03€/Kg custo da matéria-prima

Foi então apresentado este estudo à Logística, responsável pela encomenda da matéria-prima. A primeira opinião foi algo reticente, mas foi depois ultrapassada, após se olhar para os números.

Esta alteração da dimensão ia então criar um novo problema. Iríamos de ter uma nova referência de chapa no sistema informático e um novo local para armazenamento da mesma.

Colocou-se então a questão se essa mudança não seria benéfica para todos os modelos. Foi então feito um estudo de aproveitamento de chapa por parte da Logística. Este estudo consistiu em tentar perceber os Kg de chapa necessários, numa e noutra dimensão. Foi feito para várias famílias de modelos, e chegou-se à conclusão que esta nova dimensão era **vantajosa em todos os modelos**.

Como solução final, ficou então definida, **não a adição** de um novo formato, **mas a substituição** do anterior (2500X1250X1mm), por este novo (3000X1500X1mm).

5.1.2 Kg gastos na realidade VS Sistema informático (SAP)

Para tentar perceber o porque dos desvios de inventário, foram acompanhados os cortes de três modelos de autocarro diferentes, com lotes diferentes e foram registadas todas as quantidades de chapa gasta. Foram depois consultadas as quantidades de chapa consumida, disponíveis no SAP(Sistema de informação da empresa), e foi feita a comparação.

Todo esse registo pode ser consultado no Anexo G.

A seguir surgem então as tabelas comparativas dos três modelos.

5.1.2.1 Retalhos como matéria-prima não consumida

Tabela 17 Desvios de matéria-prima (retalhos com aproveitamento)

Modelo	Lote	Organização dos Programas	Desvio consumo chapa aço SAP vs REAL	€ Retalhos Acumulados P/carro
Levante UK	8	Por estrutura	-3%	49,50 €
3 Eixos	1	Por Carro	+9%	53,25 €
Kingsferry	1	Por carro	-4%	12,00 €

Nesta tabela podemos ver que no caso do Levante UK, se gastou menos chapa do que a que estava considerada em SAP. No Kingsferry aconteceu a mesma coisa. Já no caso do 3 eixos, foram consumidos mais Quilogramas.

Esta tabela foi construída considerando os retalhos, como matéria-prima não consumida.

5.1.2.2 Retalhos como matéria-prima consumida

Foi repetida a análise considerando agora os retalhos como matéria consumida.

Tabela 18 Desvio de matéria-prima (retalhos sem aproveitamento)

Modelo	Lote	Organização dos Programas	Desvio consumo chapa aço SAP vs REAL
Levante UK	8	Por estrutura	+18%
3 eixos	1	Por Carro	+27%
Kingsferry	1	Por carro	+1%

Como podemos ver na tabela acima, considerando que os retalhos foram consumidos, os desvios aumentam muito, como seria de esperar.

Tiramos então aqui uma primeira conclusão, os desvios de inventários que se registam estão muito ligados ao aproveitamento dado aos retalhos.

Continuando, podemos analisar o tratamento dado a estes retalhos.

5.1.2.3 Critérios de aproveitamento de retalhos

Na tabela a seguir podemos observar onde são consumidas as diferentes espessuras de chapa

Tabela 19 Utilização dos retalhos de chapa

Espessura	Utilização	Aumento de retalhos
2 mm	Guilhotina	Não
1,5 mm	Guilhotina/Puncionadora	Sim
1,25 mm		
1 mm	Puncionadora	

Retalhos de 2mm são facilmente consumidos na guilhotina, enquanto os de 1mm só são normalmente usados em *Kanbans*, o que obriga a criar novos programas a cada retalho. Retalhos de 1.25 e 1.5 mm, tanto podem ser consumidos na guilhotina como em *Kanbans*, no entanto o consumo é muito inferior ao seu aparecimento, o que gera um acumulado de retalhos que não têm local para ser armazenados.

Quando a dimensão maior do retalho, comprimento ou largura, for inferior a 1000 mm, estes não podem ser usados na Puncionadora, uma vez que essas dimensões impossibilitam que pelo menos duas agarras possam fixar o retalho. Resta então a guilhotina.

5.1.2.4 Solução

- Os programas devem ser alterados de forma a reduzir ao máximo o número de retalhos acumulados. Tal é possível e pode trazer melhorias importantes a curto prazo, como mostra a imagem abaixo. O único custo associado é o tempo do programador;

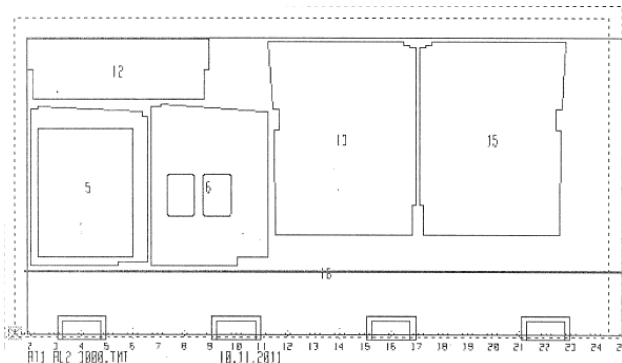


Fig. 38 Programa já existente

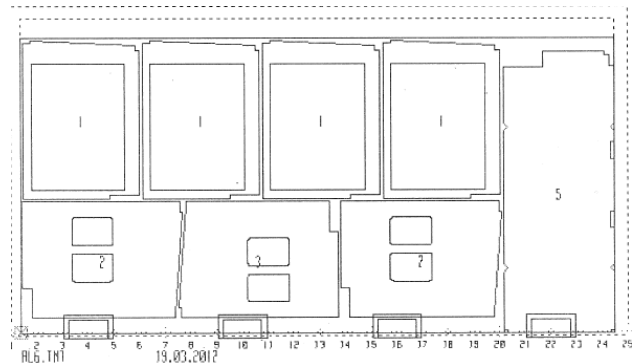


Fig. 37 Programa após alteração

- ◆ Sempre que não seja possível evitar o aparecimento dos mesmos, estes devem ser armazenados, organizados por espessura. Os que tiverem uma dimensão maior que 1000 mm junto à punctionadora, os de dimensão inferior junto à guilhotina;
- ◆ Um *stock* máximo de retalhos deve também ser fixado;
- ◆ O programador quando precisa de criar um novo programa para *Kanban* (modelo Tourino) ou pós-venda, deve tentar sempre consumir primeiro os retalhos.
- ◆ Os colaboradores têm de ser disciplinados, no sentido de interiorizarem que os retalhos são matéria-prima não consumida. Não devem, como agora acontece, retirar um retalho e usá-lo numa outra qualquer aplicação. Esses pequenos retalhos, todos somados, e ao fim de algum tempo, geram os desvios de inventário.

5.2 Medição de tempos

Durante os primeiros dias de acompanhamento à secção foi feito um registo da ocupação das máquinas presentes na secção. A partir deste registo, disponível para consulta no Anexo I, podemos verificar que as máquinas que registavam taxa de ocupação próxima de 100% eram a puncionadora e a quinadora. Da observação feita no terreno, foi possível perceber que a máquina que estava com mais ocupação era, sucessivamente a puncionadora. Esta tinha sempre trabalho pendente, enquanto a quinadora tinha períodos de ausência de trabalho.

Incidu então o trabalho na Puncionadora, uma vez que devido à sua taxa de ocupação ela é a *bottleneck*.

Quanto à guilhotina foi medido um tempo, no caso o modelo Kingsferry e conclui-se que os tempos em sistema apresentavam uma diferença de 8% em relação ao real.

Quanto à quinadora foram considerados como válidos os tempos em sistema.

5.2.1 Tempos Puncionadora

Para perceber a capacidade real da Puncionadora, foi feito o acompanhamento do corte de alguns modelos, seleccionados. Este acompanhamento passou por medir e registar tempos das várias tarefas.

Este trabalho apresentou diversas dificuldades, a maior foi a constante interrupção do corte do modelo a acompanhar, por aparecerem peças mais urgentes, como por exemplo após-venda, *kanbans*, peças que por algum motivo faltaram na linha de montagem. Esta dificuldade traduziu-se na necessidade de acompanhar o trabalho do operador, durante muito tempo.

Esses tempos foram então tratados, e posteriormente estandardizados de acordo com a referência bibliográfica presente no estado da arte.

Os coeficientes usados para o cálculo, foram:

- ✦ Índice de desempenho = 1.2

Este valor teve de ser arbitrado, uma vez que neste momento só existe um operador com formação para operar a máquina. O 1,2 surge como um valor correntemente usado, e pode ser explicado pela experiência do operador, e pelo profundo conhecimento de todo o funcionamento da máquina. Ao se escolher este valor, garantimos que a avaliação agora feita, continua a ser válida, no caso de ser alterado o operador da respetiva máquina.

- ✦ Compensações = 0.15

Este valor foi também arbitrado, e tal como o anterior, é correntemente usado neste tipo de cálculos. Ao ser usado, garantimos que o fator de fadiga e algumas necessidades que surjam durante o trabalho estão contabilizados na avaliação.

Devido à impossibilidade de medir tempos para todos os modelos atuais, foi criada uma forma de obter uma previsão feita a partir de tempos medidos.

O primeiro passo foi tentar perceber a relação entre o tempo efetivamente demorado pela puncionadora durante o corte e o tempo calculado pelo programa da máquina para esse mesmo corte. Do gráfico abaixo, onde estão no eixo das abcissas o tempo calculado pela máquina, e nas ordenadas o tempo efetivamente demorado, podemos encontrar uma relação entre estes dois tempos.

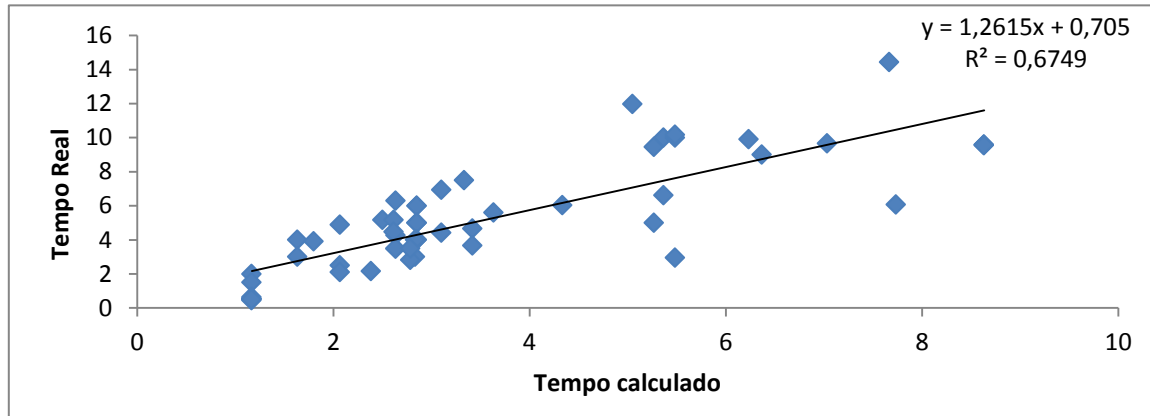


Fig. 39 Relação entre o tempo real e o calculado

$$\text{Tempo real} = 1.2615 \times \text{Tempo calculado} + 0.705 \text{ (min)}$$

O R (correlação entre as variáveis) é igual a 0,82.

Foi também calculado, fazendo uma média das várias medições, o tempo médio para a troca de ferramenta, tempo de transporte da chapa e arrumação de sucata mais identificação das peças. Esses tempos podem ser observados na tabela abaixo.

Tabela 20 Tempos de operações Puncionadora

Tempo médio troca de ferramenta (min)	4
Tempo de transporte de uma chapa (min)	5
Tempo de transporte de uma paleta (min)	20
Tempo de arrumação, identificação das peças e remoção de sucata (min)	4

Foram então reunidos todos os programas necessários à execução de cada um dos modelos e foram somados os respetivos tempos, que podem ser vistos na tabela em baixo.

Tabela 21 Tempo de ciclo Puncionadora

Modelo	Lote	Tempo de ciclo (min)
Levante UK	4	1011
Tourino	5	1665
A66	9	936
Kingsferry	2	478
3 eixos	1	399
Cobus	4	115

Os lotes em cima são os atualmente utilizados na produção.

Eles não foram escolhidos ao acaso. O critério utilizado foi tentar ao máximo evitar o aparecimento de retalhos, ou seja maximizar o aproveitamento de chapa.

O único tempo que não foi estimado pelo método acima explicado foi o Tourino. A sua produção funciona por *Kanban*, pelo que não é possível estimar o tempo da mesma forma. Foi então utilizado o tempo presente no sistema para um autocarro multiplicado por 5. A este tempo foi multiplicado um fator de 0.7. Este fator aparece devido ao facto de ao se aumentar o lote se diminuir o tempo necessário por carro. Foi calculado comparando outros modelos e adicionando um coeficiente de segurança.

Apesar de esta aproximação poder introduzir erros na simulação a seguir, foi a única forma encontrada para contemplar também esse modelo.

5.3 WIP

Após o cálculo dos tempos necessários à produção dos autocarros surgem várias questões:

- ◆ A variabilidade da produção é muito grande. Não é possível prever a longo prazo o que se vai produzir;
- ◆ Que lote minimiza o consumo de chapa e o inventário?
- ◆ Temos capacidade para produzir esses lotes?
- ◆ Qual o *lead time* que minimiza o inventário?

A forma encontrada para responder a estas questões foi simular a produção e analisar vários gráficos (*WIP*) *work in progress*.

5.3.1 Planeamento de Produção atual Lote=2

5.3.1.1 Lead time=8

Aquando da mudança das máquinas para as atuais instalações em Janeiro 2012, não existiam dados suficientes para se poder tomar uma decisão pelo que ficou decidido que o lote e o *lead time* deveriam ser iguais aos já praticados na secção adjacente (corte de tubo), lote=2 *lead time* =8.

No caso das máquinas em estudo esse lote não é respeitado. Isso pode ser explicado devido à recente transferência de colaboradores e maquinaria.

Foram então comparadas as duas soluções. A dos operadores que tem lotes variados para tentar ter sempre o máximo aproveitamento de matéria-prima e a da logística que tenta normalizar a produção definindo um lote fixo.

Foram criados gráficos iguais ao que está disponível em baixo, de acordo com o plano de produção de Janeiro a Julho.

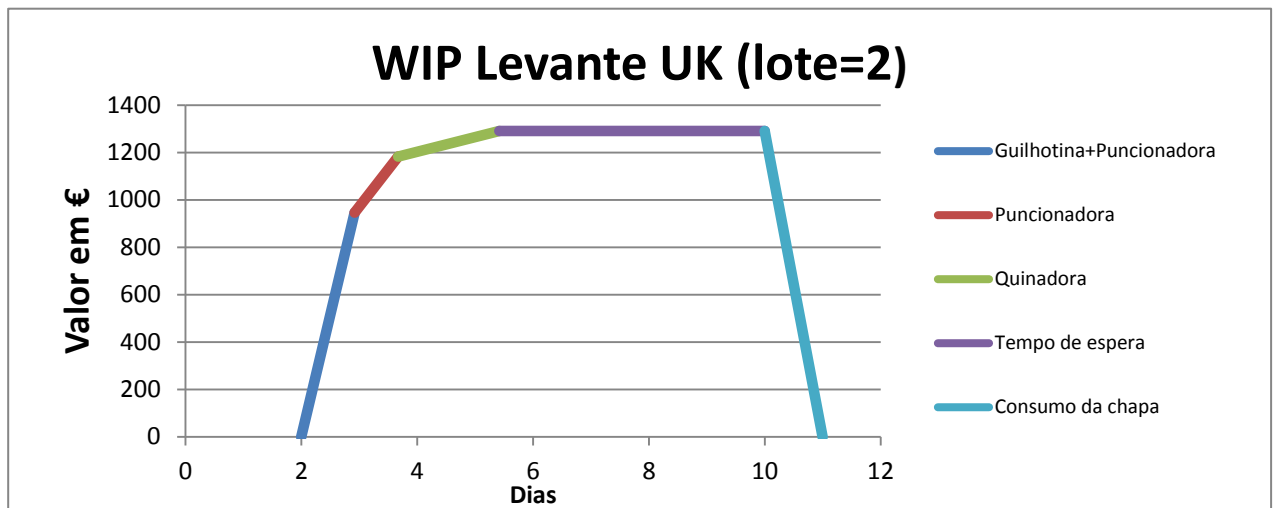


Fig. 40 WIP Levante Volvo UK

Para criar o gráfico acima foram tomadas algumas considerações:

- As várias máquinas iniciam o trabalho e só interrompem quando o trabalho está acabado;
- A taxa é constante durante esse trabalho. Essa taxa inclui o custo da mão-de-obra para as três máquinas e o custo da matéria-prima para a guilhotina e a puncionadora;
- Os autocarros vão ser consumidos ao ritmo de um por dia, também a uma taxa constante;

Para obter o gráfico, foram determinadas as coordenadas dos pontos de início e fim do trabalho. Essa simulação pode ser consultada no Anexo H.

Este gráfico acima repete-se ao longo do tempo, sempre que surge uma ordem da produção. Os gráficos são dependentes do modelo.

Para o Lote=2 em todos os modelos, menos no Tourino, que como funciona por *Kanban* e deve ser respeitado o lote=5, e com o *lead time* igual a 8, obtemos o gráfico abaixo: representado.

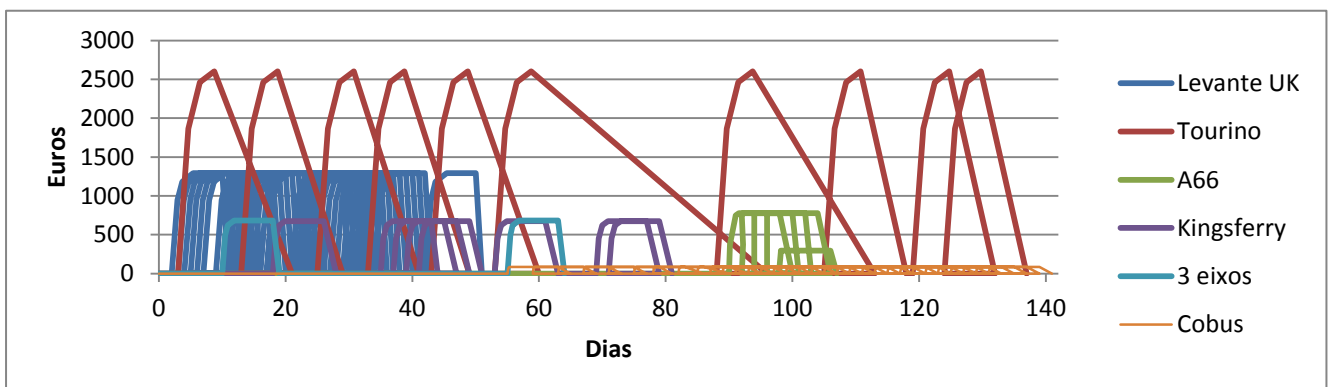


Fig. 41 Simulação da produção Lote=2

Devido ao grande número de modelos a produzir e à sua produção em simultâneo durante o tempo, não é possível termos uma ideia clara do gráfico acima representado.

Para resolver esse problema foi criada uma Macro (em Visual Basic) para poder adicionar os vários pontos ao longo do tempo. O gráfico obtido está representado em baixo. São esses gráficos que vão ser representados nas próximas simulações, uma vez que permitem uma mais rápida e clara comparação entre os vários planeamentos.

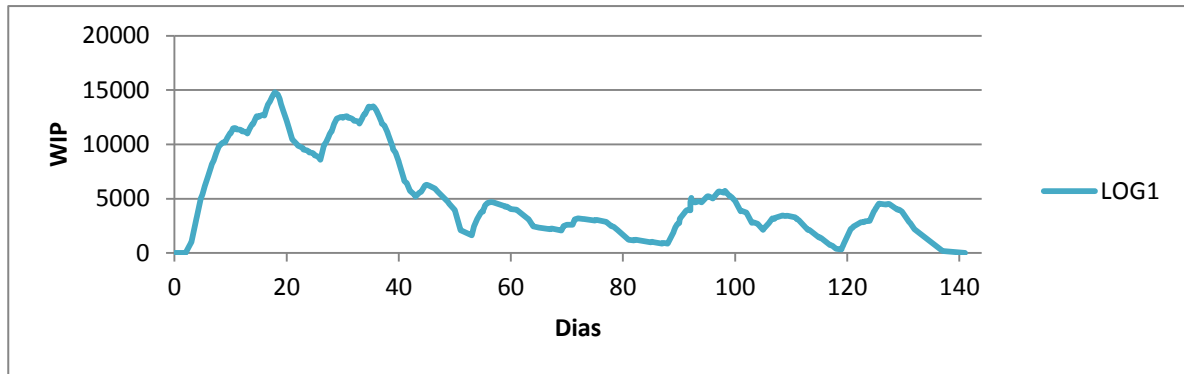


Fig. 43 WIP acumulado LOG

O valor médio de *WIP* é igual a 6406 €.

O valor máximo situa-se perto de 15000€.

5.3.1.2 Lead time=4

Olhando para o gráfico do *WIP* para 4 Levantes acima é facilmente perceptível que o Lead time é exagerado, uma vez que o material passa muito tempo em espera.

Foi então feito o cálculo para o *lead time* mínimo (igual ao tempo de ciclo máximo) e obteve-se o valor de 3,47 dias. Foi arredondado para 4 valor e foi feita nova simulação.

A comparação entre as duas está no gráfico abaixo.

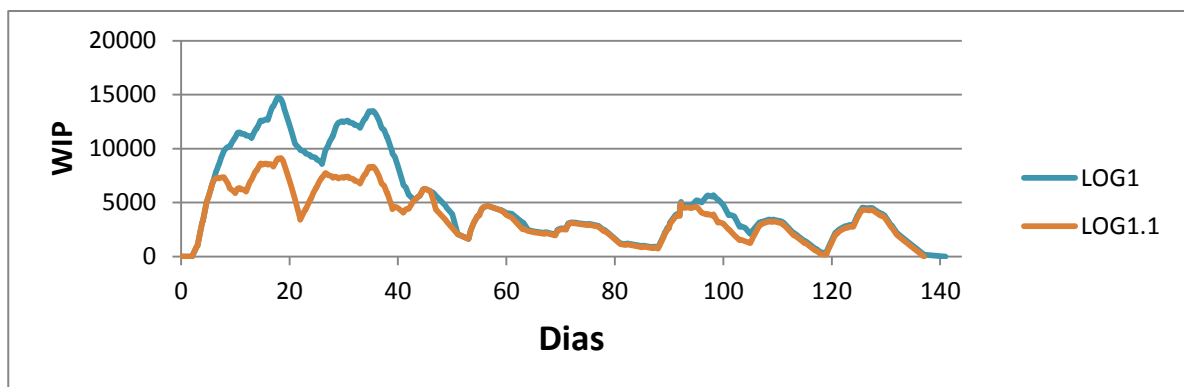


Fig. 44 WIP LOG 1 vs LOG 1.1

Podemos ver que a alteração do *lead time* provoca uma diminuição do *WIP*.

O valor médio passa então para 4594 €(-28%), enquanto o valor máximo não chega a 10000€ (-5000€).

5.3.2 Produção real atual (Lote ajustado ao modelo)

5.3.2.1 Lead time=8

A simulação foi feita da mesma forma, mas desta vez para os lotes disponíveis na tabela abaixo uma vez que foram estes os efetivamente utilizados de Janeiro a Julho.

Tabela 22 Lotes de produção reais

Levante UK	Tourino	A66	Kingsferry	3 eixos	Cobus
4	5	9	2	1	4

A simulação a seguir é a simulação da produção tal e qual ela foi feita na empresa entre Janeiro e Julho.

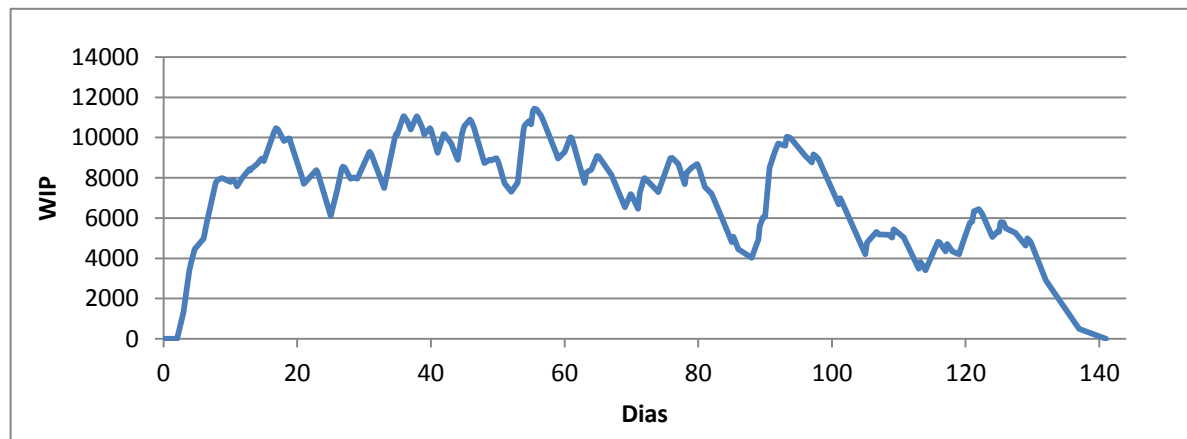


Fig. 45 WIP real lead time=8

O valor médio obtido é 7716 € e o valor máximo fica abaixo dos 12000€.

5.3.2.2 Lead time=6

Tal como no caso anterior foi calculado o *lead time* mínimo (6) e foi novamente simulada a produção. No gráfico abaixo pode então ser comparada (a vermelho) com a simulação anterior (a azul).

O WIP médio passou então de 7716 € para 5892 € (-22%).

O valor máximo, também diminuiu.

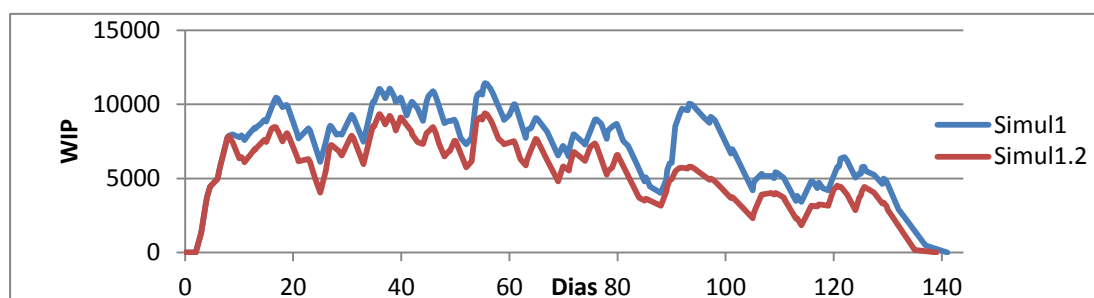


Fig. 46 WIP real lead time=6 vs 8

5.3.3 Simulação com *WIP* mínimo (*Lote=1*)

De acordo com vários autores citados no estado da arte, o lote que conduz a um *WIP* mínimo é 1. Foi então feita a simulação para um *lead time*=8 (a verde) e *lead time* mínimo=2 (a roxo).

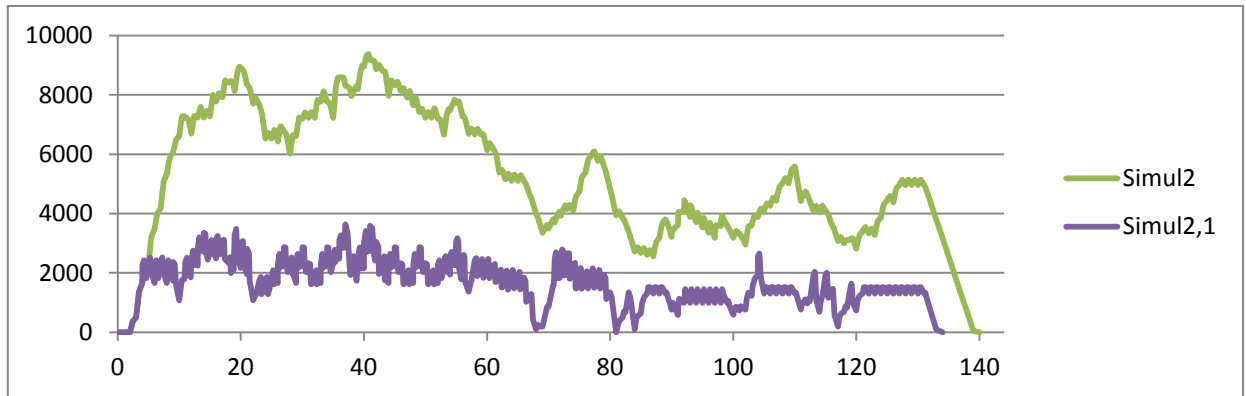


Fig. 47 WIP Lote =1

Tal como seria de esperar o *WIP* diminui. Para *lead time*=8 temos 5438€ e para *lead time*=2 temos 1752€.

5.3.4 Três máquinas em paralelo (*lote variável*)

Aquando do acompanhamento, foi detetada a capacidade de a Quinadora iniciar o seu trabalho ao mesmo tempo da guilhotina e puncionadora.

Foi então simulado esse cenário com os mesmos lotes variáveis escolhidos acima e o *lead time* mínimo=4.

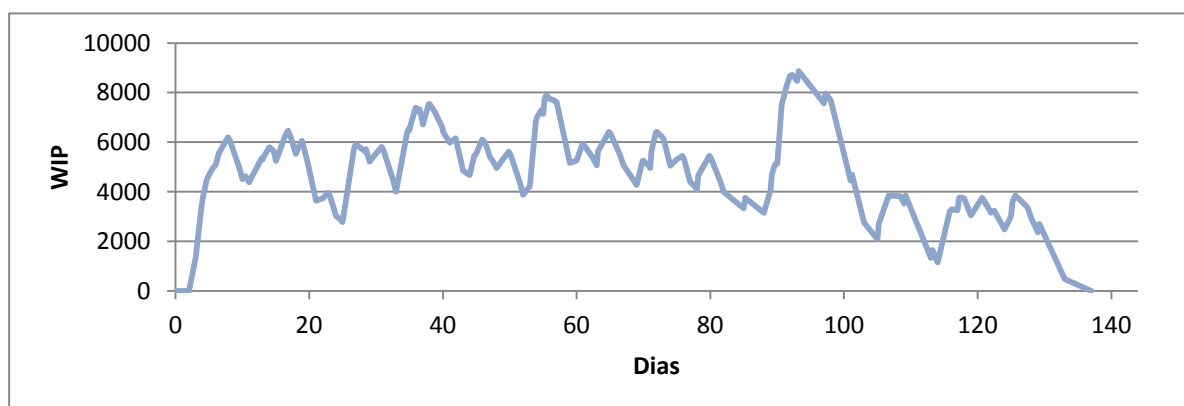


Fig. 48 WIP Três máquinas em paralelo

5.4 Validação da capacidade

Nesta fase foi verificada a capacidade do nosso processo.

Para essa validação foi usado o seguinte plano de produção:

Tabela 23 Plano de produção esperado a médio-prazo

	Linha 1	Linha 2	Linha 3	Tampas
<i>Segunda-feira</i>	Levante UK	Tourino	Cobus	Cobus+Tourino
<i>Terça-feira</i>	Levante UK	Tourino	Cobus	Cobus+Tourino
<i>Quarta-feira</i>	Levante UK	Tourino	Cobus	Cobus+Tourino
<i>Quinta-feira</i>	Levante UK	Tourino	Cobus	Cobus+Tourino
<i>Sexta-Feira</i>		Tourino		Tourino

Este plano foi feito a partir da previsão de produção a médio-prazo.

Essas validações estão disponíveis no Anexo I e estão resumidas na tabela abaixo.

De salientar que é feita uma distinção entre o atual e o futuro já que neste momento a Puncionadora só corte espessuras de chapa de aço até 2.5 mm. Mas a curto prazo, espera-se que corte espessuras até 6mm inclusive.

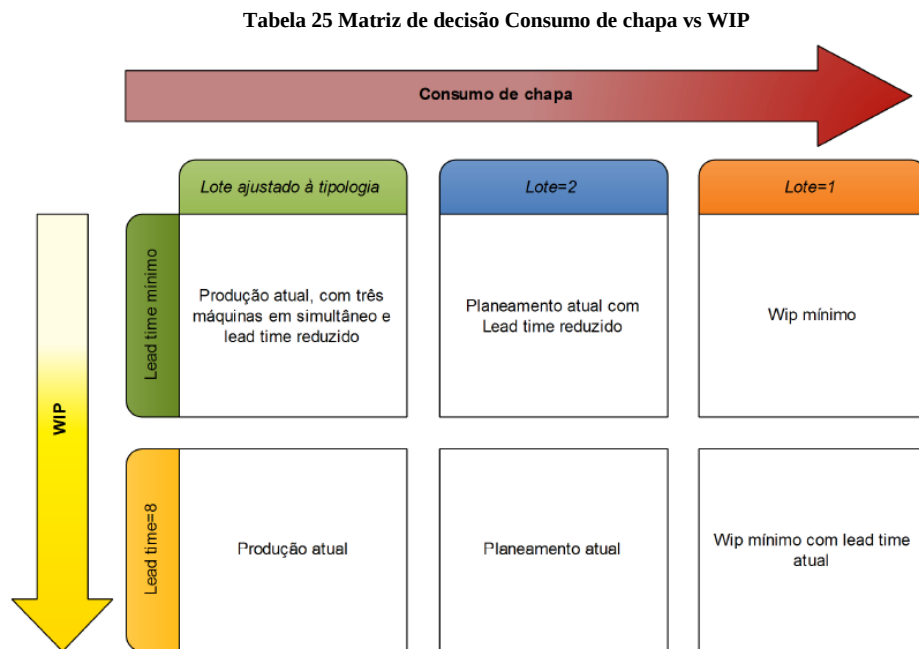
Tabela 24 Capacidade necessária vs Simulação

	WIP Lead time mínimo	WIP Lead time =8	Necessidade em Turnos	
			<i>Atual</i>	<i>Futuro</i>
<i>Produção real</i>	5982 €	7716 €	2	2
<i>Planeamento Logística</i>	4594 €	6406 €	2	3
<i>Lote unitário</i>	1752 €	5438 €	3	3+sábados
<i>Três máquinas em paralelo</i>	5151 €	-	2	2

Ao analisar a tabela acima e para o plano abordado, temos a necessidade de acrescentar um ou dois turnos. No entanto todas as simulações são possíveis de por em prática.

5.5 Matriz de decisão

Para se poder tomar uma decisão foi criada a matriz de decisão abaixo:



O critério mais importante para escolher o planeamento é o consumo de chapa, uma vez que o seu peso na poupança em euros na produção de autocarros é muito mais significativo que a redução de *WIP*.

No entanto devemos também sempre que possível minimizar esse mesmo *WIP*. Lotes muito pequenos, apesar de diminuírem o *WIP* são prejudiciais uma vez que estamos a analisar a nossa *bottleneck* e dessa forma diminuímos a sua capacidade.

A **solução que melhor** que conjuga as duas variáveis da matriz é então a **Solução Três máquinas em simultâneo** (Lote ajustado à tipologia, *lead time*=4). Esta apesar de apresentar *WIP* maior que as duas à sua direita, apresenta menor consumo de chapa. Verificando uma diferença de *WIP* de 3339 € para a solução mais à direita (Lote unitário, *lead time*=2) e 557€ para a solução imediatamente à sua direita (Lote=2, *lead time*=4). O valor 3339 € é facilmente “poupado” no melhor aproveitamento da chapa permitido por essa mesma solução.

Esta solução é bastante favorável em relação à Produção atual.

Tabela 26 Ganhos novo plano de produção

Ganhos	<i>Fazer refletir em sistema, a produção real</i> <i>Reduzir o lead-time do corte de chapa</i> <i>Alargamento do prazo para alterações por parte da Engenharia por essa mesma flexibilidade.</i> <i>Redução de 2565€ do WIP (33%)</i>
Custos	Nenhum

6 Trabalhos diversos

6.1 Reajuste do Layout

Outra das melhorias implementadas passou pela definição do *layout* existente. Devido à mudança recente de pessoas e máquinas para este local, tanto o posicionamento de carrinhos, contentores de sucata e algumas máquinas ainda não estava definido.

Os critérios usados, podem ser consultados no estado da arte.

O *layout* inicial estava bastante confuso, como se pode ver na imagem abaixo.



Fig. 49 Fotografia do layout inicial

As principais alterações feitas ao *layout* foram retirar deste local da mesa de bolear (assinalada na figura do *layout* inicial em baixo), ajustar a posição dos contentores (a verde na mesma imagem), e a definição de local para carrinhos de transporte de chapa (anteriormente inexistentes).

A mesa pode ser retirada, depois de selecionado outro local para a sua colocação. De notar que a taxa de utilização desta era baixa, e era operada por colaboradores pertencentes a outra secção, pelo que a sua localização neste local, não fazia muito sentido. A ter em conta também que já havia registo de problemas na puncionadora, devido a aparas de material, provenientes desta. O espaço ocupado por esta, passou a estar ocupado por um carrinho de transporte de material e pelos contentores de sucata, como podemos ver na imagem do novo *layout*, em baixo.

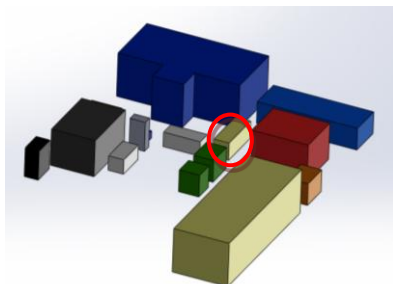


Fig. 51 Representação Layout inicial

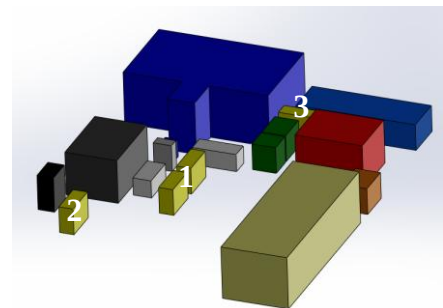


Fig. 50 Layout atual

Outra melhoria, é a possibilidade de agora conseguir fazer uma gestão visual.

Com a criação destes novos carrinhos, foi também possível definir a sua localização:

- ♣ (1) Dois carrinhos junto à quinadora. Um serve para colocar o material cortado pela guilhotina, outro para colocar o material cortado pela puncionadora.
- ♣ (2) Carrinho a aguardar transporte por parte da logística.
- ♣ (3) Carrinho junto à guilhotina para armazenar material cortado por esta.

Outra grande diferença, está na redução de deslocações das pessoas, que podem ser analisadas no diagrama de *spaghetti* abaixo.

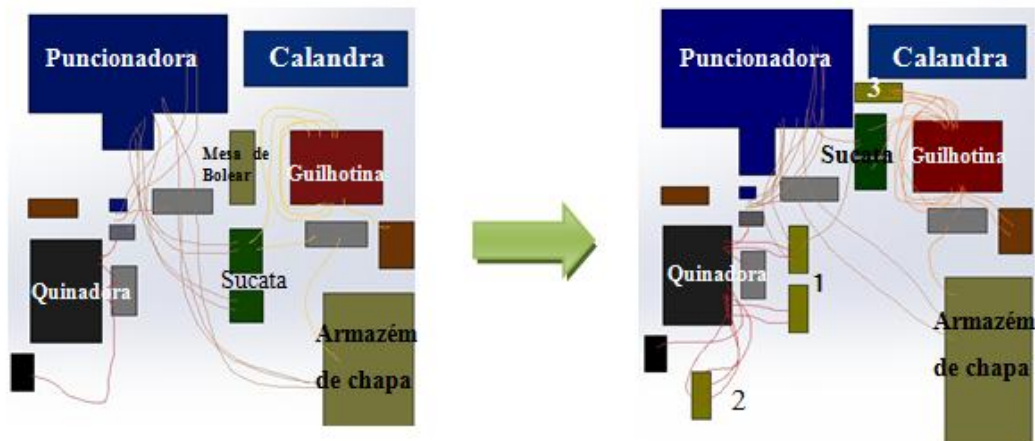


Fig. 52 Comparação dos diagramas de Spaghetti do layout antigo e do atual

Vamos por exemplo analisar as deslocações do operador da puncionadora (a castanho nas duas imagens). No anterior *layout* este tinha de percorrer muitos metros para poder remover a sucata nos contentores (a verde). Agora os contentores estão logo ao lado da puncionadora.

Quanto ao operador da guilhotina (a laranja nos dois esquemas), também ficou com os contentores bastantes mais próximos, mas a grande redução está na colocação do carrinho junto à parte traseira da guilhotina, que evita que este tenha de se deslocar até à parte frontal da mesma para guardar as peças cortadas.

Ganhos	<i>Redução de movimentos nas várias máquinas</i> <i>Melhoria na gestão visual</i> <i>Melhor organização</i> <i>Eliminação de problemas provenientes das aparas da mesa de bolar</i>
Custo	Nenhum

6.2 Pintura de gaiolas

Outro dos trabalhos desenvolvidos durante o estágio foi o acompanhar da pintura das gaiolas.

Gaiola é o nome dado à estrutura que vai suportar a carroçaria, constituída por tubo e chapa soldada.

Não se tentou que este trabalho fosse exaustivo, mas que servisse para alertar os colaboradores de alguns problemas inerentes ao processo.

Dividiu-se então em três partes:

- ♣ Zonas onde não pode ser aplicada pintura anticorrosiva;
- ♣ Zonas onde não deve ser aplicada cola Sikalastomer 710;
- ♣ Zonas com falta de pintura;

Como exemplo do que foi feito fica a imagem em baixo, que mostra as zonas onde deve e não deve ser aplicada Sikalastomer 710



Fig. 53 Zonas onde não deve ser aplicada cola

O restante trabalho pode ser consultado no Anexo J.

6.3 Robot de Soldadura

Um dos desafios propostos passou pela necessidade em aumentar a taxa de ocupação do robot de soldadura.

Essa taxa deve-se a este equipamento só estar nas instalações da CaetanoBus há cerca de um ano. Por outro lado, a baixa taxa de ocupação também se deve à diminuição de encomendas do modelo de autocarro por este fabricado.

6.3.1 Método

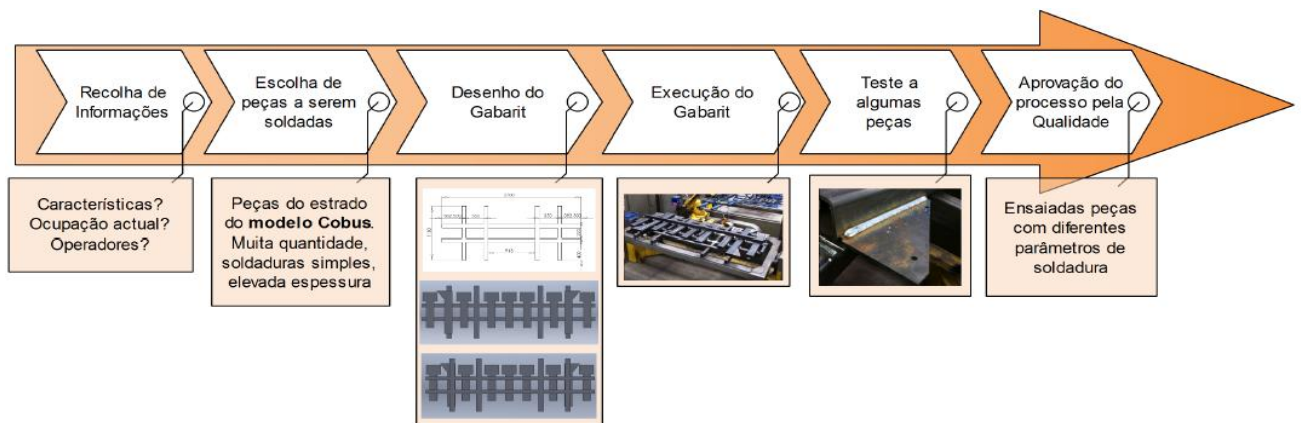


Fig. 54 Método utilizado no aumento da taxa de utilização do robot de soldadura

6.3.2 Evolução taxa

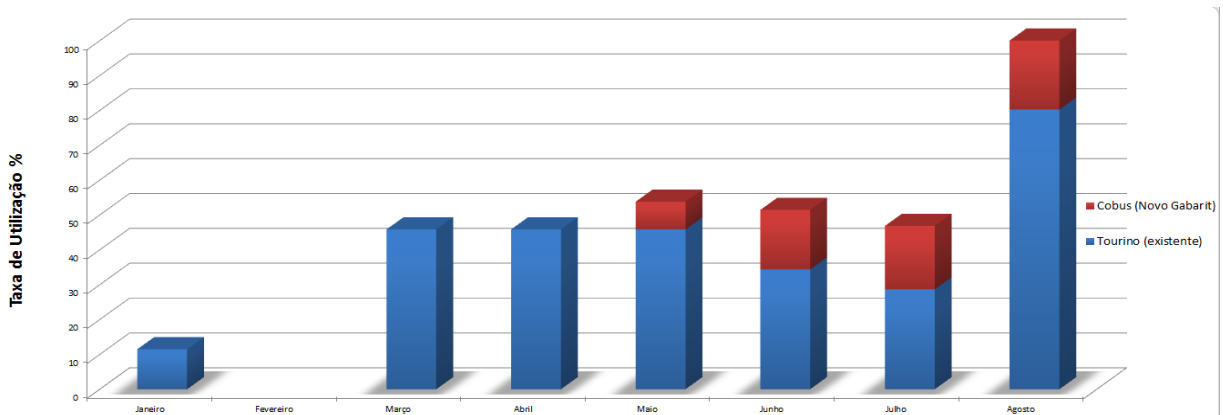


Fig. 55 taxa de ocupação do robot

Tabela 27 Ganhos com aumento da taxa de utilização do robot

Ganhos	Aumento da taxa de ocupação em 1 hora por dia Redução da necessidade de mão-de-obra Melhoria das condições de trabalho (eliminação de operação que causa muito desconforto) Melhoria da qualidade das peças
Custo	Materiais e mão-de-obra associados à criação do gabarit

6.4 Alteração processo fabrico peça

Durante o estágio surgiu por parte de colaboradores da secção, a ideia de alterar o processo de fabrico de uma peça.



Fig. 56 Peça que sofreu alteração processo de fabrico

6.4.1 Processo de fabrico existente

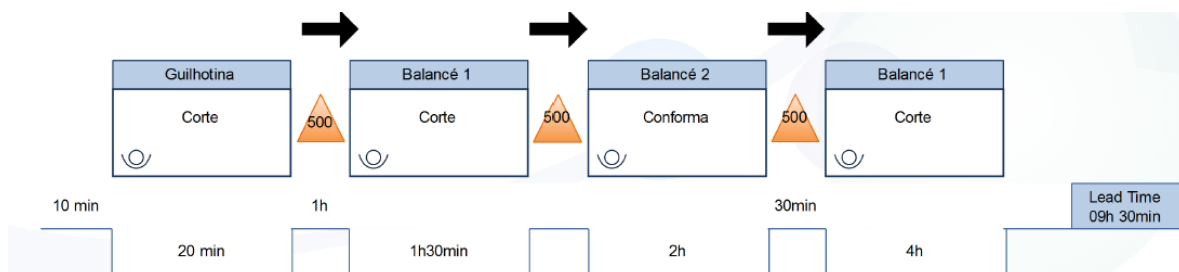


Fig. 57 Processo de fabrico antigo

O processo de fabrico inicial tinha 4 etapas e para um lote de 500 peças, demorava 9h30min.

6.4.2 Desenvolvimento da ideia

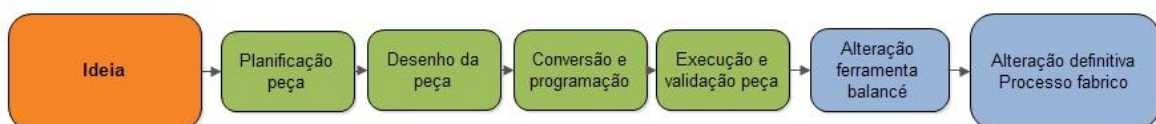


Fig. 58 Método da alteração do processo de fabrico

Após surgir a ideia, foi necessário envolvimento de várias pessoas em torno da mesma e um esforço para que essa ideia pudesse singrar.

6.4.3 Novo processo de fabrico

Das quatro etapas iniciais aparecem agora só duas. Conseguimos reduzir o tempo necessário para fabricar 500 peças de 9h 30min, para 3 horas.

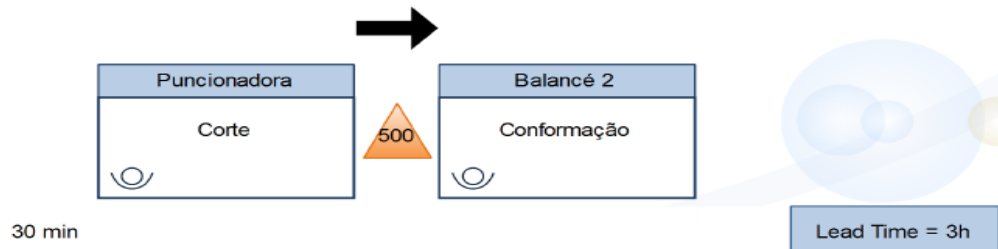


Fig. 59 Novo processo de fabrico

6.4.4 Redução de movimentações

Da situação a inicial a vermelho, passamos então à situação atual a preto.

Os desenhos da peça e da ferramenta do balancé podem ser consultados no Anexo K.

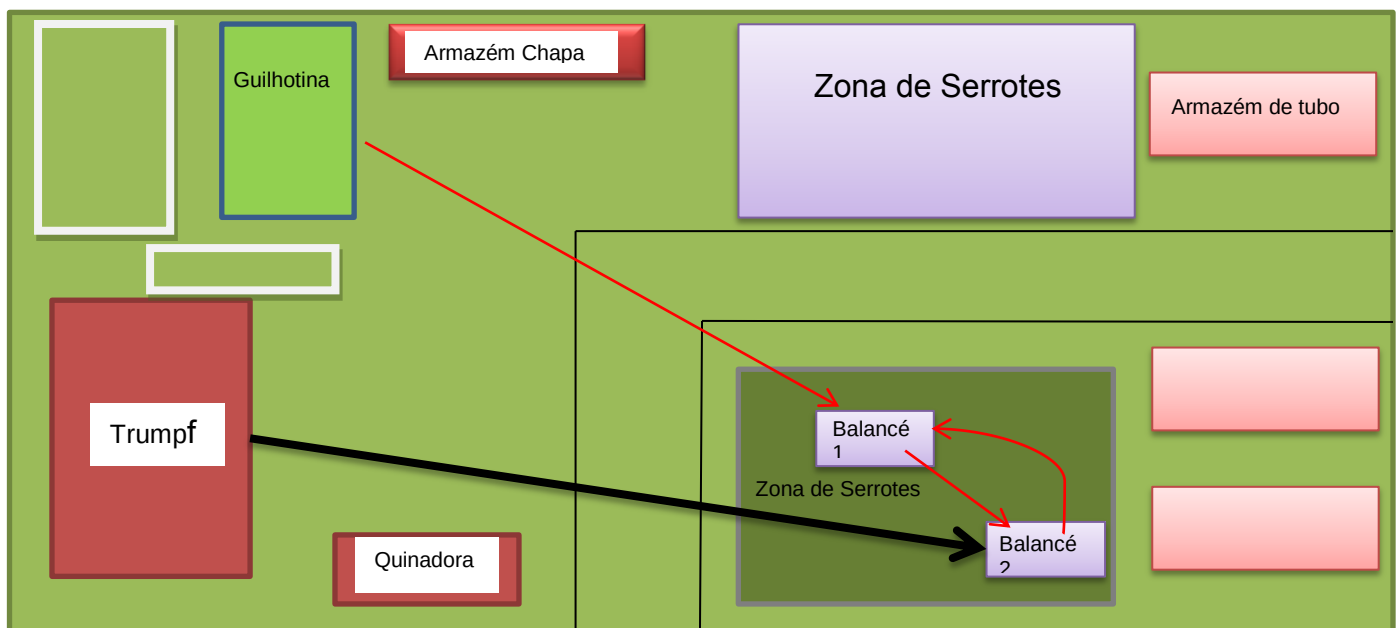


Fig. 60 Redução de movimentações por alteração do processo de fabrico da peça

Tabela 28 Melhorias com alteração do processo de fabrico

Ganhos	Após data de implementação, em 2012, esta melhoria permite poupar 266€ (0.31€/peça) Eliminação necessidade de possuir o Balancé 1 (a certificação do mesmo é dispendiosa, necessária e ainda não foi feita)
Custo	Nenhum

7 Conclusões e trabalhos futuros

Como conclusões principais após a realização do trabalho temos primeiro, a extrema dificuldade em tomar decisões referentes ao planeamento da produção quando temos uma variabilidade muito grande em termos de procura. Por outro lado temos a crescente necessidade em melhorar a cada dia como única forma de nos mantermos competitivos. Durante o trabalho foi também possível perceber que é bastante mais fácil lidar com máquinas que com pessoas e que com todos os colaboradores é imprescindível mostrar respeito e saber ouvir. É no *gemba* que conseguimos ter a melhor percepção dos processos e podemos identificar as hipóteses de melhoria.

Quanto à avaliação de capacidade a conclusão vai de encontro aos lotes fixos durante o tempo mas variáveis de acordo com cada modelo. O trabalho da quinadora, guilhotina e puncionadora deve ser realizado em paralelo e o lead time deve ser reduzido para metade, ou seja, quatro dias. Apesar de esta solução não ser a que nos diminui mais o *WIP*, ela permite reduzir o consumo de chapa e não põe em causa a capacidade da *bottleneck*.

A grande causa do desvio de inventário de matéria-prima é o aproveitamento dado aos retalhos.

A implementação de melhorias é uma tarefa mais fácil que a sua manutenção e o seu somatório, mesmo quando estamos a falar de pequenas melhorias, traz a longo prazo grandes melhorias globais no processo. A implementação e continuidade destas melhorias está também muito relacionada com o empenho por parte da chefia e motivação por parte dos colaboradores.

Sendo uma secção nova, há ainda muito trabalho a fazer. Após este trabalho e como sugestão ficam a medição de tempos da quinadora e guilhotina e posterior balanceamento. No aspeto relativo ao robot de soldadura a continuidade do trabalho relativo ao aumento da taxa de utilização é de todo possível já que existem ainda muitos trabalhos manuais que podem ser feitos neste.

O plano de produção sugerido deve ser implementado já que traz melhorias incontentáveis ao processo. A forma como as peças são identificadas deve ser revista. Pode ser feito um estudo com vista à implementação de um sistema RFID. Para além de permitir saber em cada instante a localização do *WIP*, permitiria também criar índices que permitissem medir a produtividade da secção. Caso essa identificação melhore deve ser equacionada a aquisição de um software que permita realizar *Nesting dinâmico*. Dessa forma poderíamos juntar peças de vários modelos numa só chapa. Obteríamos assim ganhos enormes em termos de capacidade e de redução do consumo de matéria-prima. Um plano de formação deve ser implementado a muito curto-prazo já que neste momento só existe um colaborador com formação para cada máquina.

.

Referências

- 1-Asfour, M. Optimization of shop floor layout using lean concepts. <http://pt.scribd.com/doc/55052602/Design-of-Plant-Layout-Using-Lean-Principles>, Benha High Institute Of Technology. **Master**.
- 2-CaetanoBus (2010). from <http://www.caetanobus.pt/>.
- 3-Chase, J., Aquilano (2004). Operations management for competitive advantage. M. G. Hill: 765.
- 4-Coimbra, E. A. (2009). Total flow management.
- 5-Goldratt, E. M. (2003). Production the TOC way revised version.
- 6-Jones, J. W. D. (1997). Mentalidade enxuta nas empresas.
- 7-Kosaka, G. "Kaizen." Retrieved 20-05-2012, from <http://www.lean.org.br/colunas/13/Gilberto-Kosaka.aspx>.
- 8-Kosaka, G. "Lead Time." Retrieved 15-05-2012, from <http://www.lean.org.br/colunas/13/Gilberto-Kosaka.aspx>.
- 9-Liker, J. K. (2004). The Toyota Way 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer.
- 10-Mike Rother, J. S. (1999). Learning to see.
- 11-WestOcean. "Yamazumi Boards." Retrieved 23-06-2012, from <http://westocean.hubpages.com/hub/Yamazumi-Boards>.

Anexo A

Plano de estruturas



PLANO ESTRUTURAS

Referência Março 2012

Mês	Semana	LINHA 1				LINHA 2				LINHA 3			
		Da	Di	CORTE TUBO/CHAPA	SOLDADURA	nº	Di	CORTE TUBO/CHAPA	SOLDADURA	nº	Di	CORTE TUBO/CHAPA	SOLDADURA
Fevereiro	09	27			123043060	27			123053016	27			
		28		123042009	123043061	28			123053017	28			
		29		123043063/064	123043062	29			103054018*	29			
Março	10	01			123042003	01	123053022/023		123053010	01			
		02		123043065/066	123042004	02				02			
		05			123042005	05			123053020	05			
	11	06		123043067/068	123042006	06				06			
		07			123042007	07	123053024/025		123053019	07			
		08		123043069/070	123042008	08				08			
	12	09			123042009	09			123053021	09			
		12		123043071/072	123043063	12				12			
		13			123043064	13	123051001		123053022	13			
	13	14		123043083/084	123043065	14				14			
		15			123043066	15	123053026		123053023	15			
		16		123043085	123043067	16				16			
	14	19		123043073/074	123043068	19			123053024	19	123200001/002		
		20			123043069	20				20			
		21		123043075/076	123043070	21			123053025	21	123200003/004		
	15	22			123043071	22				22			
		23		123043077/078	123043072	23			123051001	23	123200005/006		
		26			123043083	26				26			
	16	27		123043079/080	123043084	27			123053026	27	123200007/008		123200001
		28			123043085	28				28			123200002
		29		123043081/082	123043073	29				29	123200009/010		123200003
	17	30			123043074	30				30			123200004
		02		123043086/087	123043075	02				02	113068081***		123200005
		03			123043076	03				03	113068082/083***		123200006
	18	04		123043088/089	123043077	04				04			123200007
		05			123043078	05				05	113068084/085		123200008
		06		123043090/091	123043079	06				06			123200009
	19	07			123043080	07				07			123200010
		08		123043092/093	123043081	08				08	123068001/002		113068081
		09			123043082	09				09	123068003/004		113068082
	20	10		123043094/095	123043086	10				10			113068083
		11			123043087	11				11	123068005		113068084
		12		123042010	123043088	12				12	COB 12 023		113068085
	21	13			123043089	13				13	COB 12 024		123068001
		14			123043090	14				14	COB 12 028		123068002
		15			123043091	15	TL12_026			15	COB 12 029		123068003
	22	16			123043092	16	TL12_029			16	COB 12 037		123068004
		17			123043093	17	TL12_030			17	COB 12 038		123068005
		18			123043094	18	TL12_031			18	123201002***		COB 12 023
	23	19			123043095	19	TL12_032			19	123201003		COB 12 024
		20			123042010	20				20	COB 12 039		COB 12 028

* - Estruturas para a linha 4

** - Estruturas para a secção protótipos

*** - Estruturas já cortadas

Elaborado por LOG1; Miguel Pereira

29-02-2012 17:15

Plano de tampas



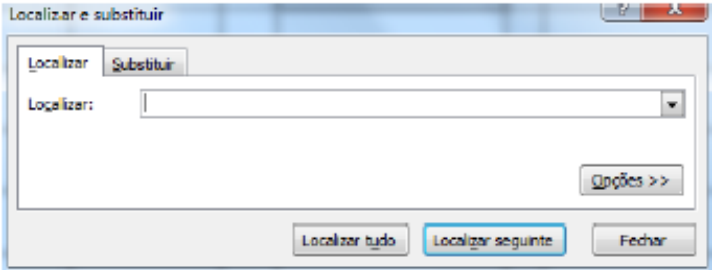
PLANO TAMPAS

Referência Março 2012

Mês	Semana	LINHA 1				LINHA 2				LINHA 3			
		#	PEP	Data Corte Chapa/ Chapeamento	#	PEP	Chegada Pintura	Envio Pintura	Corte Chapa/ Chapeamento	#	PEP	Data Corte Chapa/ Chapeamento	#
Fevereiro	09	27			27					27			
		28			28	123053018	23-Fev	16-Fev	10-Fev	28	113058055*	23-Fev	
Março	09	29			29	123053011	23-Fev	16-Fev	10-Fev	29			
		01			01					01	113200001*	27-Fev	
	10	02			02	123053012	28-Fev	22-Fev	15-Fev	02	113200002*	27-Fev	
		05			05					05	113200003*	29-Fev	
	10	06			06	123053013	28-Fev	22-Fev	15-Fev	06	113200004*	29-Fev	
		07			07	123053014	2-Mar	27-Fev	20-Fev	07	113200005*	2-Mar	
	10	08			08					08	113058056*	5-Mar	
		09			09	123053015	2-Mar	27-Fev	20-Fev	09	113058057*	5-Mar	
	11	12			12					12	113058058*	7-Mar	
		13			13	123053016	8-Mar	2-Mar	27-Fev	13	113058059*	8-Mar	
	11	14			14	123053017	8-Mar	2-Mar	27-Fev	14	113058060*	8-Mar	
		15			15					15	113058061*	12-Mar	
	11	16			16	123053010	13-Mar	7-Mar	1-Mar	16	113058062*	12-Mar	
		19			19					19	113058070*	14-Mar	
	12	20			20					20	113058071*	14-Mar	
		21			21					21	113058044*	16-Mar	
	12	22			22	123053020	13-Mar	7-Mar	1-Mar	22	113058045*	16-Mar	
		23			23					23			
	13	26			26	123053019	21-Mar	15-Mar	9-Mar	26			
		27			27					27			
	13	28			28	123053021	21-Mar	15-Mar	9-Mar	28			
		29			29					29			
	13	30			30	123053022	27-Mar	21-Mar	15-Mar	30			
		02			02					02	123200001	28-Mar	
Abril	14	03			03	123053023	27-Mar	21-Mar	15-Mar	03	123200002	28-Mar	
		04			04					04	123200003	30-Mar	
	14	05			05	123053024	2-Abr	27-Mar	21-Mar	05	123200004	30-Mar	
		09			09					09	123200005	3-Abr	
	15	10			10	123053025	2-Abr	27-Mar	21-Mar	10	123200006	3-Abr	
		11			11					11	123200007	5-Abr	
	15	12			12	123051001	9-Abr	2-Abr	27-Mar	12	123200008	5-Abr	
		13			13					13	123200009	10-Abr	
	16	16			16	123053026	11-Abr	4-Abr	29-Mar	16	123200010	10-Abr	
		17			17					17	113068081	12-Abr	
	16	18			18					18	113068082	12-Abr	
		19			19					19	113068083	16-Abr	
	16	20			20					20	113068084	16-Abr	
		23			23					23	113068085	18-Abr	
	17	24			24					24	123068001	19-Abr	
		26			26					26	123068002	19-Abr	
	17	27			27					27	123068003	23-Abr	
		30			30					30	123068004	23-Abr	

* - Prep. Entrega p/Emirados

** - Tampas para a secção protótipos

 CAETANOBUS	PROCEDIMENTO DE TRABALHO			PD
2 PRD				3 Folha de alterações
Designação: PROGRAMAÇÃO TRUMPF				
Distribuição: PRD				
6 5. Metodologia <i>5.1 Receber Listas de Corte</i> O primeiro passo do processo passa por receber e organizar as Listas de Corte, vindas da caixa de nivelamento. Estas devem ser organizadas de acordo com tipologia. Ex: Tampas Cobus 3001 2 Portas VIP; Estruturas A66. <i>5.2 Definição de prioridades</i> Após a recepção e organização das Listas de corte, o Programador deve informar-se junto da chefia para tomar conhecimento da prioridade do trabalho em causa. Deve então iniciar o seu trabalho de acordo com o decidido acima. <i>5.3 Verificar a existência e actualidade dos Programas</i> Depois de saber por onde deve iniciar o seu trabalho, este deve proceder à pesquisa acerca das Listas de Corte recepcionadas. Essa pesquisa deve ser feita na Folha disponível em : G:\Grupos\Programas Trumf\Lista de Programas.xls Esta pesquisa deve ser iniciada da seguinte forma: 1º Usando o Atalho Ctrl+L aparece a janela abaixo 				
7 DATA	ELABORAÇÃO	APROVAÇÃO	ALTERAÇÃO	ARQUIVO
22/05/2012	VG		00	

CB 048.2

[illegible]

 CAETANOBUS	PROCEDIMENTO DE TRABALHO			1 PD
2 PRD				3 Folha de alterações
Designação: 4 PROGRAMAÇÃO TRUMPF				
5 Distribuição: PRD				
6 <i>5.4 Colocação programas na máquina</i> Se o IA for igual, o Programador deve proceder à Impressão do Programa, colocação na pasta da Trumpf e transporte do respectivo programa ao Operador. Se o IA for diferente, deve ser modificado o respectivo programa, de acordo com a nova Lista de Corte. A versão de cada um dos desenhos deve ser verificada. Deve também ser verificado se alguma peça foi eliminada ou adicionada. <i>5.5 Execução de um novo programa</i> Se a referência não for encontrada deve então proceder à execução de um programa novo. O Lote de programação deve ser 1, podendo em algumas excepções, devidamente discutidas com a chefia poder eventualmente passar a 2. 5.5.1 O primeiro passo, é criar a pasta para o modelo de autocarro respectivo de acordo com a imagem abaixo: • G:Grupos – Programas_Trumpf • Modelo – Variante » Lote • Espessuras (geo.lst.programas) <i>5.5.2 Tratar Listas de Corte</i> * Neste passo o programador deve separar as peças por espessura, uma vez que o critério para programar é essa mesma espessura das peças.				
7 DATA	ELABORAÇÃO	APROVAÇÃO	ALTERAÇÃO	ARQUIVO
22/05/2012	VG		00	

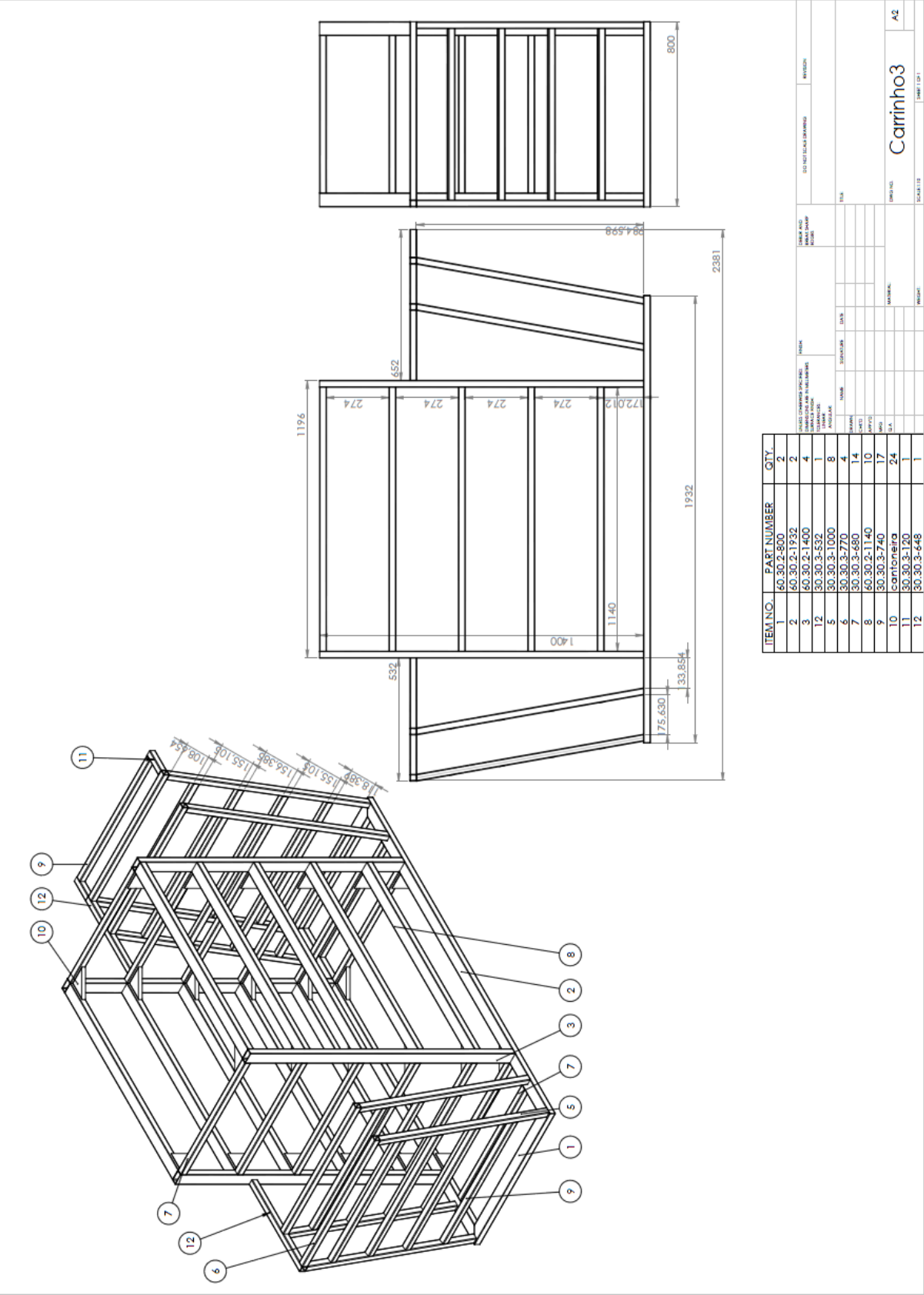
CB 048.2

 CAETANOBUS	PROCEDIMENTO DE TRABALHO			PD
2 PRD				3 Folha de alterações
Designação: 4 PROGRAMAÇÃO TRUMPF				
Distribuição: 5 PRD				
6 <i>5.5.3 Procurar desenhos e verificar versão</i> Nesta fase o programador vai procurar os desenhos na pasta G:\Grupos\Programas_Trumpf\Desenhos • Caso existam, verificar através da Pesquisa de Desenhos, disponível na IntraNet CaetanoBus, se a versão disponível é a mais actual. • Caso não existam desenhos, os mesmos devem ser solicitados à chefia através de email. <i>5.5.4 Colocar os desenhos em pastas separados por espessuras.</i> À medida que vai encontrando os desenhos, deve ir colocando os mesmos organizados de acordo com as pastas acima criadas (por espessura). <i>5.5.5 Conversão dos ficheiros</i> Após ter colocado todos os desenhos nas pastas separadas respectivamente por espessura, deve então proceder à conversão dos ficheiros dxf em geo, com a ajuda de um programa auxiliar. 8 9 10 11				
DATA	ELABORAÇÃO	APROVAÇÃO	ALTERAÇÃO	ARQUIVO
22/05/2012	VG		00	

CB 048.2

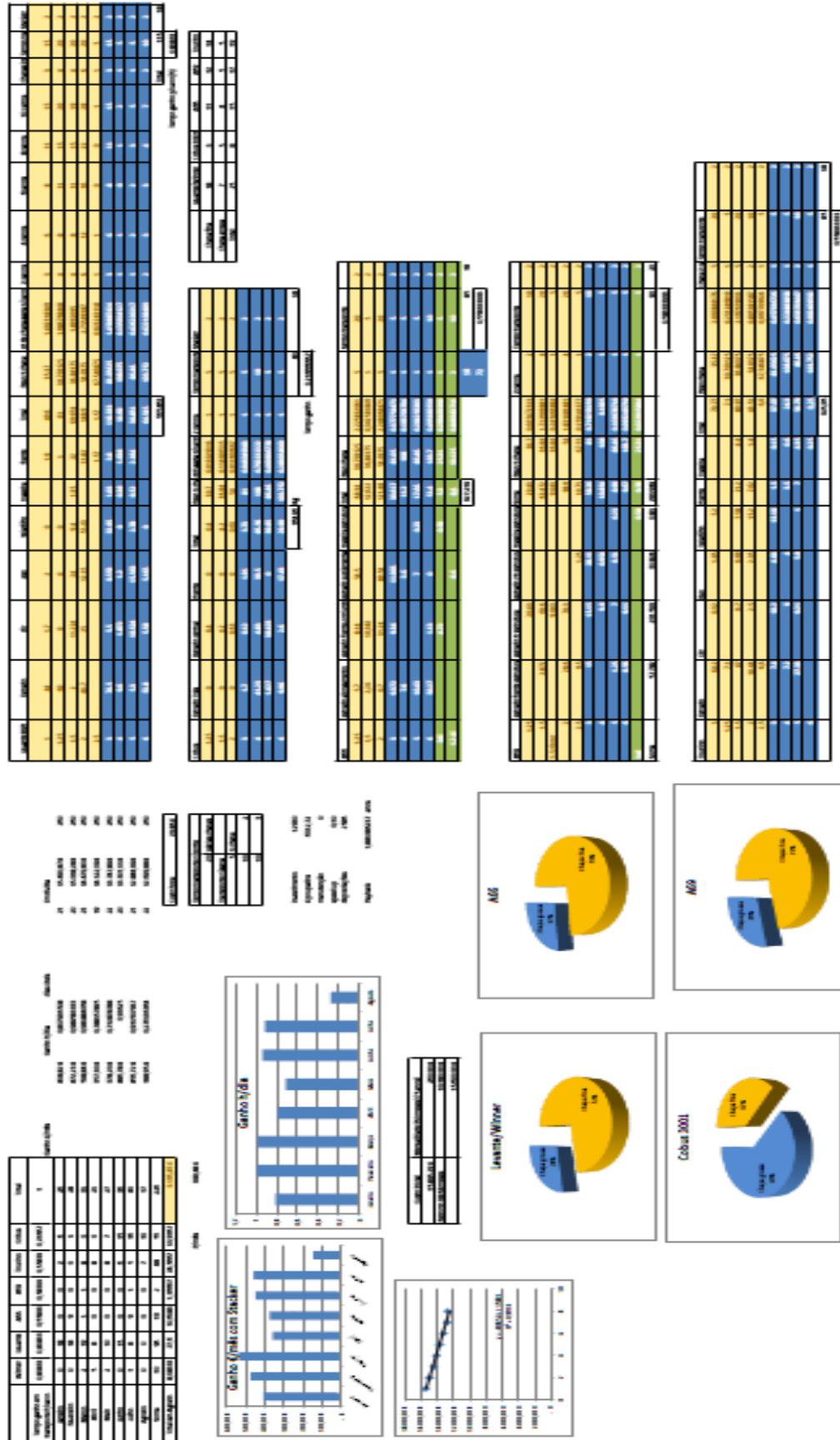
Anexo C

Carrinho armazenamento de chapa



Anexo D

Estudo de viabilidade do Stacker



Anexo E

Macro para ordenação das listas de corte

Type serie

x As Double

y As Double

End Type

Public S1() As serie

Public S2() As serie

Public S3() As serie

Public S4() As serie

Public S5() As serie

Public S6() As serie

Sub Lerdados()

Folha1.Select

ReDim S1(0)

ReDim S2(0)

ReDim S3(0)

ReDim S4(0)

ReDim S5(0)

ReDim S6(0)

ReDim S1(Folha3.Cells(1, 2))

ReDim S2(Folha3.Cells(2, 2))

ReDim S3(Folha3.Cells(3, 2))

ReDim S4(Folha3.Cells(6, 2))

ReDim S5(Folha3.Cells(7, 2))

ReDim S6(Folha3.Cells(8, 2))

Dim i, aux As Integer

For i = 1 To Folha3.Cells(1, 2)

S1(i).x = Folha1.Cells(i, 1)

S1(i).y = Folha1.Cells(i, 2)

Next

For i = 1 To Folha3.Cells(2, 2)

S2(i).x = Folha1.Cells(i, 4)

S2(i).y = Folha1.Cells(i, 5)

Next

For i = 1 To Folha3.Cells(3, 2)

S3(i).x = Folha1.Cells(i, 7)

S3(i).y = Folha1.Cells(i, 8)

Next

For i = 1 To Folha3.Cells(6, 2)

S4(i).x = Folha1.Cells(i, 10)

S4(i).y = Folha1.Cells(i, 11)

Next

For i = 1 To Folha3.Cells(7, 2)

S5(i).x = Folha1.Cells(i, 13)

S5(i).y = Folha1.Cells(i, 14)

Next

For i = 1 To Folha3.Cells(8, 2)

S6(i).x = Folha1.Cells(i, 16)

S6(i).y = Folha1.Cells(i, 17)

Next

Sheets("Folha2").Select

Columns("A:B").Select

Selection.ClearContents

aux = 1

For i = 1 To Folha3.Cells(1, 2)

Folha2.Cells(aux, 1) = S1(i).x

aux = aux + 1

Next

For i = 1 To Folha3.Cells(2, 2)

Folha2.Cells(aux, 1) = S2(i).x

aux = aux + 1

Next

For i = 1 To Folha3.Cells(3, 2)

Folha2.Cells(aux, 1) = S3(i).x

aux = aux + 1

Next

```
For i = 1 To Folha3.Cells(6, 2)
Folha2.Cells(aux, 1) = S4(i).x
aux = aux + 1
Next
```

```
For i = 1 To Folha3.Cells(7, 2)
Folha2.Cells(aux, 1) = S5(i).x
aux = aux + 1
Next
```

```
For i = 1 To Folha3.Cells(8, 2)
Folha2.Cells(aux, 1) = S6(i).x
aux = aux + 1
Next
```

```
Sheets("Folha2").Select
Columns("A:A").Select
ActiveSheet.Range("$A$1:$A$1048576").RemoveDuplicates Columns:=1, Header:=xlNo
ActiveWorkbook.Worksheets("Folha2").Sort.SortFields.Clear
ActiveWorkbook.Worksheets("Folha2").Sort.SortFields.Add Key:=Range("A1:A1048576") _
, SortOn:=xlSortOnValues, Order:=xlAscending, DataOption:=xlSortNormal
With ActiveWorkbook.Worksheets("Folha2").Sort
.SetRange Range("A1:A1048576")
.Header = xlGuess
.MatchCase = False
.Orientation = xlTopToBottom
.SortMethod = xlPinYin
.Apply
End With
End Sub
```

```
Sub correr()
Call Lerdados
Dim i, t, teste As Integer
Dim aux As Double
aux = 0
For t = 1 To Folha3.Cells(4, 2)

teste = 0
```

```

For i = 1 To Folha3.Cells(1, 2)

    If i > 1 Then
        If S1(i).x < S1(i - 1).x Then
            teste = 0
        End If
    End If

    If Folha2.Cells(t, 1) = S1(i).x And teste = 0 Then
        Folha2.Cells(t, 2) = Folha2.Cells(t, 2) + S1(i).y
        teste = 1
    End If

    If Folha2.Cells(t, 1) < S1(i).x And Folha2.Cells(t, 1) > S1(i - 1).x And i > 1 And teste = 0 Then
        aux = S1(i - 1).y + (((S1(i).y - S1(i - 1).y) / (S1(i).x - S1(i - 1).x)) * (Folha2.Cells(t, 1) - S1(i - 1).x))
        Folha2.Cells(t, 2) = Folha2.Cells(t, 2) + aux
        teste = 1
    End If

Next

teste = 0

For i = 1 To Folha3.Cells(2, 2)

    If i > 1 Then
        If S2(i).x < S2(i - 1).x Then
            teste = 0
        End If
    End If

    If Folha2.Cells(t, 1) = S2(i).x And teste = 0 Then
        Folha2.Cells(t, 2) = Folha2.Cells(t, 2) + S2(i).y
        teste = 1
    End If

    If Folha2.Cells(t, 1) < S2(i).x And Folha2.Cells(t, 1) > S2(i - 1).x And i > 1 And teste = 0 Then
        aux = S2(i - 1).y + (((S2(i).y - S2(i - 1).y) / (S2(i).x - S2(i - 1).x)) * (Folha2.Cells(t, 1) - S2(i - 1).x))
        Folha2.Cells(t, 2) = Folha2.Cells(t, 2) + aux
        teste = 1
    End If

Next

teste = 0

For i = 1 To Folha3.Cells(3, 2)

```

```

If i > 1 Then
If S3(i).x < S3(i - 1).x Then
teste = 0
End If
End If

If Folha2.Cells(t, 1) = S3(i).x And teste = 0 Then
Folha2.Cells(t, 2) = Folha2.Cells(t, 2) + S3(i).y
teste = 1
End If

If Folha2.Cells(t, 1) < S3(i).x And Folha2.Cells(t, 1) > S3(i - 1).x And i > 1 And teste = 0 Then
aux = S3(i - 1).y + (((S3(i).y - S3(i - 1).y) / (S3(i).x - S3(i - 1).x)) * (Folha2.Cells(t, 1) - S3(i - 1).x))
Folha2.Cells(t, 2) = Folha2.Cells(t, 2) + aux
teste = 1
End If
Next

teste = 0
For i = 1 To Folha3.Cells(6, 2)

If i > 1 Then
If S4(i).x < S4(i - 1).x Then
teste = 0
End If
End If

If Folha2.Cells(t, 1) = S4(i).x And teste = 0 Then
Folha2.Cells(t, 2) = Folha2.Cells(t, 2) + S4(i).y
teste = 1
End If

If Folha2.Cells(t, 1) < S4(i).x And Folha2.Cells(t, 1) > S4(i - 1).x And i > 1 And teste = 0 Then
aux = S4(i - 1).y + (((S4(i).y - S4(i - 1).y) / (S4(i).x - S4(i - 1).x)) * (Folha2.Cells(t, 1) - S4(i - 1).x))
Folha2.Cells(t, 2) = Folha2.Cells(t, 2) + aux
teste = 1
End If
Next

teste = 0
For i = 1 To Folha3.Cells(7, 2)

If i > 1 Then

```

```

If S5(i).x < S5(i - 1).x Then
teste = 0
End If
End If

If Folha2.Cells(t, 1) = S5(i).x And teste = 0 Then
Folha2.Cells(t, 2) = Folha2.Cells(t, 2) + S5(i).y
teste = 1
End If

If Folha2.Cells(t, 1) < S5(i).x And Folha2.Cells(t, 1) > S5(i - 1).x And i > 1 And teste = 0 Then
aux = S5(i - 1).y + (((S5(i).y - S5(i - 1).y) / (S5(i).x - S5(i - 1).x)) * (Folha2.Cells(t, 1) - S5(i - 1).x))
Folha2.Cells(t, 2) = Folha2.Cells(t, 2) + aux
teste = 1
End If
Next

teste = 0
For i = 1 To Folha3.Cells(8, 2)

If i > 1 Then
If S6(i).x < S6(i - 1).x Then
teste = 0
End If
End If

If Folha2.Cells(t, 1) = S6(i).x And teste = 0 Then
Folha2.Cells(t, 2) = Folha2.Cells(t, 2) + S6(i).y
teste = 1
End If

If Folha2.Cells(t, 1) < S6(i).x And Folha2.Cells(t, 1) > S6(i - 1).x And i > 1 And teste = 0 Then
aux = S6(i - 1).y + (((S6(i).y - S6(i - 1).y) / (S6(i).x - S6(i - 1).x)) * (Folha2.Cells(t, 1) - S6(i - 1).x))
Folha2.Cells(t, 2) = Folha2.Cells(t, 2) + aux
teste = 1
End If
Next
Next
Folha1.Select
End Sub

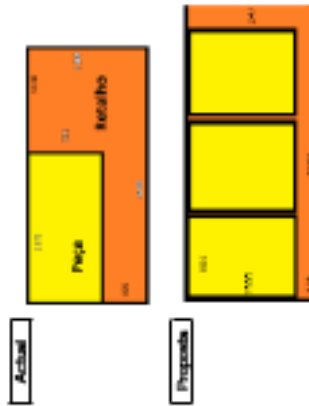
```

Anexo F

*Poupança chapa 3000*1500*1*

Levanite Volvo	Dimensions	Levanite Kingsberry	Dimensions
50-40-8811	75" x 13.52	50-40-8301	75.37" x 12.51
50-40-8812	75" x 13.73	50-110240	7.25" x 13.01
50-40-8301	75.37" x 12.49	50-110240	7.25" x 13.01

Estimate



Relatório de Estado de Quantidade de Clipping						
REC 02.3						
Org	atemp	quant	emp	total	total	total
Propriedade						
Tercos do Brasil						
1208	30000	2	1	6.0000		10.7000
601	15000	1	1	0.7000		12.1000
Total Clipping						
30000	15000	1	1	30.3070		217.0100

Total despendio actual	22.917
Total chapa	23.019

Total despendio propuesto	6.744
Total chapa 2003	35.370

Desem. Via etrusca	0.72
VI/Vicinas pichayaca	4
VI/Vicinas	1,287,332.72

Aggravamento	1.5 N
Aggravamento	1.5 N

Kg Habilidad Acumuladas	61,744
Kg Habilidad Acumuladas	68,200

6. <i>Industria</i> Acumulado/bienario	5. <i>Industria</i> A 123456
50,310072	

Nº de carros a producir	30
El acumulados relativos	3.612,21 €

Chaque (individual) Stock	20
Carbide Empirical charge network	75,674

1,440,000

Indirizzo di arrivo: PIAZZA Mig	10000 MLT300
Indirizzo di arrivo: MIA Indirizzo di arrivo: MIA	1.446,23 €

Anexo G

Ocupação Máquinas

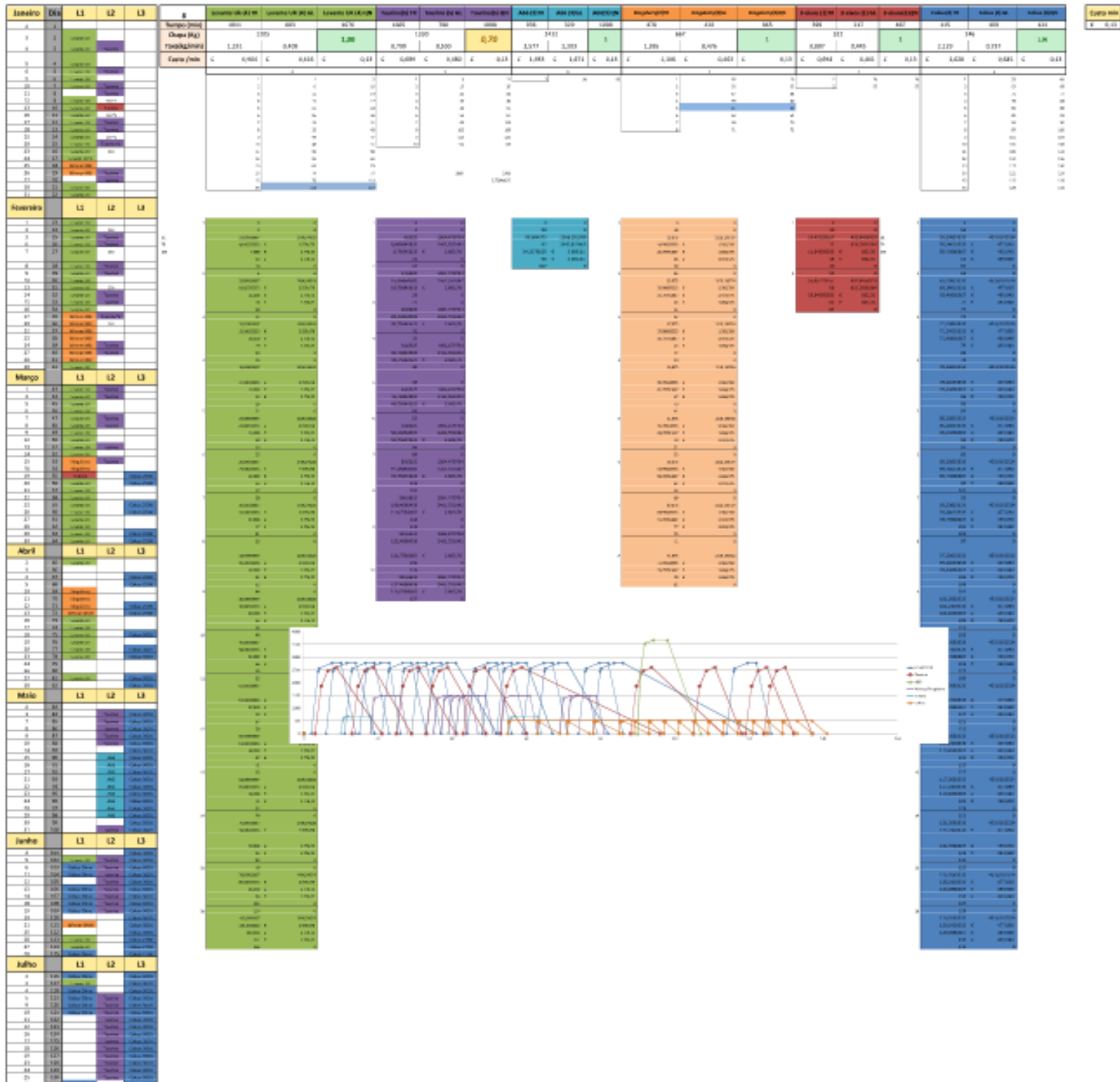
Ocupação	Quinta M	Quinta T	Sexta M	Sexta T	Segunda M	Segunda T	Terça M	Terça T	Quarta M	Quarta T	Quinta M	Quinta T	Sexta M	Sexta T
Puncionadora	S	S	SP	S	SP	SP	Carnaval		SP	SP	S	S	N	SP
	SP	S	S	N	S	SP			S	SP	SP	SP	S	S
Quinadora	S	S	S	S	S	S			S	N	N	S	S	S
	S	S	S	S	S	S			S	N	S	S	S	S
Guilhotina	N	N	S	N	N	N			N	S	N	S	N	S
	N	S	N	N	S	N			N	S	S	N	N	N
Boleadora	S	N	N	N	N	N			N	N	N	N	N	N
	N	N	N	N	N	N			N	N	S	N	N	N
Calandra	N	N	N	N	N	N			N	N	N	N	N	N
	N	N	N	N	N	N			N	N	N	N	N	N
	16	16	17	17	20	20	21	21	22	22	23	23	24	24
			Winner MB	Winner MB	Winner MB	Winner MB			Winner MB	Winner MB	Cobus	Winner MB	Tourino	

Legenda

S	Em utilização
SP	Em utilização com acompanhamento programador
N	Não esteve em utilização

Anexo H

Simulação da produção



Anexo I

Validação da capacidade

Sinal 1 Chapa fina									
	L1	L2	L3	Minutos gastos	Capacidade(1 turno)	Capacidade acumulada	Capacidade em cada dia (1 turno)	capacidade 2 turnos	
Segunda-feira	LEVANTE	Tourinho	Cobus		480	480	480	960	
Terça-feira	LEVANTE	Tourinho	Cobus		480	960	960	1920	
Quarta-feira	LEVANTE	Tourinho	Cobus		480	1440	1440	2880	
Quinta-feira	LEVANTE	Tourinho	Cobus	1438	480	1920	480	2400	
Sexta-feira	LEVANTE	Tourinho	Cobus	2007	480	2400	1044,95	1355,05	
Segunda	LEVANTE	Tourinho	Cobus		480	2880	-564,55	2315,05	
Ter	LEVANTE	Tourinho	Cobus		480	3360	-84,95	3275,05	
Quarta	LEVANTE	Tourinho	Cobus		480	3840	305,05	4335,05	
Quinta	LEVANTE	Tourinho	Cobus	1438	480	4320	-562,95	3757,05	
Sexta	LEVANTE	Tourinho	Cobus	2007	480	4800	-2080,1	2719,9	
Segunda	LEVANTE	Tourinho	Cobus		480	5280	-1609,9	3610,1	
Terça-feira	LEVANTE	Tourinho	Cobus		480	5760	-1129,9	4450,1	
Quarta	LEVANTE	Tourinho	Cobus		480	6240	-449,9	5590,1	
Quinta	LEVANTE	Tourinho	Cobus	1438	480	6720	-1607,9	5112,1	
Sexta	LEVANTE	Tourinho	Cobus	1665	480	7200	-2792,85	4407,15	
Segunda	LEVANTE	Tourinho	Cobus		480	7680	-2112,85	5297,15	
Terça-feira	LEVANTE	Tourinho	Cobus		480	8160	-1832,85	6127,15	
Quarta	LEVANTE	Tourinho	Cobus		480	8640	-1352,85	7287,15	
quinta	LEVANTE	Tourinho	Cobus	1109	480	9120	-1983,85	7138,15	
sexta	LEVANTE	Tourinho	Cobus	1665	480	9600	-3106,8	6433,2	

Sinal 1 chapa grossa									
	L1	L2	L3	Minutos gastos	Capacidade(1 turno)	Capacidade acumulada	Capacidade em cada dia (1 turno)	capacidade 2 turnos	
Segunda-feira	LEVANTE	Tourinho	Cobus		480	480	480	960	
Terça-feira	LEVANTE	Tourinho	Cobus		480	960	960	1920	
Quarta-feira	LEVANTE	Tourinho	Cobus		480	1440	1440	2880	
Quinta-feira	LEVANTE	Tourinho	Cobus		480	1920	120,116	2050,116	
Sexta-feira	LEVANTE	Tourinho	Cobus	2506	480	2400	-1916,319	483,681	
Segunda	LEVANTE	Tourinho	Cobus		480	2880	-1436,319	1443,681	
Ter	LEVANTE	Tourinho	Cobus		480	3360	-954,319	2405,681	
Quarta	LEVANTE	Tourinho	Cobus		480	3840	-476,319	3365,681	
Quinta	LEVANTE	Tourinho	Cobus	1810	480	4320	-1806,205	2553,797	
Sexta	LEVANTE	Tourinho	Cobus	2506	480	4800	-3832,438	967,562	
Segunda	LEVANTE	Tourinho	Cobus		480	5280	-3352,438	1927,562	
Terça-feira	LEVANTE	Tourinho	Cobus		480	5760	-2872,438	2887,562	
Quarta	LEVANTE	Tourinho	Cobus		480	6240	-2392,438	3847,562	
Quinta	LEVANTE	Tourinho	Cobus	1810	480	6720	-3722,422	2997,478	
Sexta	LEVANTE	Tourinho	Cobus	2506	480	7200	-5146,957	1451,043	
Segunda	LEVANTE	Tourinho	Cobus		480	7680	-5268,957	2411,043	
Terça-feira	LEVANTE	Tourinho	Cobus		480	8160	-4788,957	3371,043	
quarta	LEVANTE	Tourinho	Cobus		480	8640	-4308,957	4331,043	
quinta	LEVANTE	Tourinho	Cobus	1810	480	9120	-3638,841	5481,159	
sexta	LEVANTE	Tourinho	Cobus	2506	480	9600	-7665,276	1956,724	

Sinal 2 Chapa fina									
	L1	L2	L3	Minutos gastos	Capacidade(1 turno)	Capacidade acumulada	Capacidade em cada dia (1 turno)	capacidade 2 turnos	3 turnos
Segunda-feira	LEVANTE	Tourinho	Cobus	1238	480	-757,66	-1995,32	960	202,34
Terça-feira	LEVANTE	Tourinho	Cobus	1238	480	-1515,32	-2752,98	640	494,68
Quarta-feira	LEVANTE	Tourinho	Cobus	1238	480	-1035,32	-3510,64	405	607,02
Quinta-feira	LEVANTE	Tourinho	Cobus	1567	480	-555,32	-4067	-202	480,36
Sexta-feira	LEVANTE	Tourinho	Cobus	818	480	-75,32	-4935	-60	1102,64
Segunda	LEVANTE	Tourinho	Cobus	1238	480	404,68	-5693	317	3305
Ter	LEVANTE	Tourinho	Cobus	1238	480	884,68	-4450	-415	1507,34
Quarta	LEVANTE	Tourinho	Cobus	1238	480	1364,68	-7208	-893	1709,68
Quinta	LEVANTE	Tourinho	Cobus	1567	480	1844,68	-8295	-1499	1585,02
Sexta	LEVANTE	Tourinho	Cobus	818	480	2324,68	-8932	-1357	2105,32
Segunda	LEVANTE	Tourinho	Cobus	1238	480	2804,68	-9390	-1605	2407,64
Terça-feira	LEVANTE	Tourinho	Cobus	1238	480	3284,68	-10148	-1912	2610
Quarta	LEVANTE	Tourinho	Cobus	1238	480	3764,68	-10905	-2190	2812,34
Quinta	LEVANTE	Tourinho	Cobus	1567	480	4244,68	-11950	-2797	2685,68
Sexta	LEVANTE	Tourinho	Cobus	818	480	4724,68	-12330	-2654	3307,98
Segunda	LEVANTE	Tourinho	Cobus	1238	480	5204,68	-13087	-2952	3510,32
Terça-feira	LEVANTE	Tourinho	Cobus	1238	480	5684,68	-13845	-3210	3712,64
quarta	LEVANTE	Tourinho	Cobus	1238	480	6164,68	-14603	-3467	3915
quinta	LEVANTE	Tourinho	Cobus	1567	480	6644,68	-15469	-4094	3788,34
sexta	LEVANTE	Tourinho	Cobus	818	480	7124,68	-16077	-3952	4410,64

Sinal 2 Chapa grossa									
	L1	L2	L3	Minutos gastos	Capacidade(1 turno)	Capacidade acumulada	Capacidade em cada dia (1 turno)	capacidade 2 turnos	3 turnos
Segunda-feira	LEVANTE	Tourinho	Cobus	1648	480	-1388,142	-2816,284	-688,142	-208,142
Terça-feira	LEVANTE	Tourinho	Cobus	1648	480	-2336,284	-3884,426	-1376	-416,284
Quarta-feira	LEVANTE	Tourinho	Cobus	1648	480	-1856,284	-5152,568	-2068	-624,426
Quinta-feira	LEVANTE	Tourinho	Cobus	1977	480	-1376,284	-6650	-1082	-1161,568
Sexta-feira	LEVANTE	Tourinho	Cobus	960	480	-896,284	-7135	-1082	-481,978
Segunda	LEVANTE	Tourinho	Cobus	1648	480	-416,284	-8798	-3770	-490,32
Ter	LEVANTE	Tourinho	Cobus	1648	480	63,716	-9406	-4458	-1038,262
Quarta	LEVANTE	Tourinho	Cobus	1648	480	543,716	-10635	-5146	-1306,404
Quinta	LEVANTE	Tourinho	Cobus	1977	480	1023,716	-12332	-6164	-1853,546
Sexta	LEVANTE	Tourinho	Cobus	960	480	1503,716	-12632	-6164	-1863,956
Segunda	LEVANTE	Tourinho	Cobus	1648	480	1983,716	-13780	-6852	-1573,098
Terça-feira	LEVANTE	Tourinho	Cobus	1648	480	2463,716	-14948	-7540	-1780,24
Quarta	LEVANTE	Tourinho	Cobus	1648	480	2943,716	-16117	-8228	-1988,382
Quinta	LEVANTE	Tourinho	Cobus	1977	480	3423,716	-17614	-9246	-2525,524
Sexta	LEVANTE	Tourinho	Cobus	960	480	3903,716	-18094	-9246	-2045,694
Segunda	LEVANTE	Tourinho	Cobus	1648	480	4383,716	-19262	-9934	-2254,076
Terça-feira	LEVANTE	Tourinho	Cobus	1648	480	4863,716	-20430	-10622	-2462,218
quarta	LEVANTE	Tourinho	Cobus	1648	480	5343,716	-21598	-11310	-2670,36
quinta	LEVANTE	Tourinho	Cobus	1977	480	5823,716	-23096	-12338	-2977,502
sexta	LEVANTE	Tourinho	Cobus	960	480	6303,716	-23576	-12338	-2727,912

Anexo J

Procedimentos Pintura gaiolas

 CAETANO BUS	INSTRUÇÃO DE TRABALHO		IT 324 - XXX - XXXXX	
4 Designação: Norma para aplicação de Sikalastomer 710				
5 Distribuição: PRD				
6 1. METODOLOGIA Nas zonas assinaladas não deve ser aplicada Sikalastomer 710 Traseira     Painel Direito   Painel Esquerdo 				
7	DATA	ELABORAÇÃO	APROVAÇÃO	ALTERAÇÃO
	19/04/2012	VG		

CB 324

	INSTRUÇÃO DE TRABALHO		IT 324 - xxx - xxxxx	
4 Designação: Norma para aplicação 80-ND Levante Volvo UK				
5 Distribuição: PRD				
6 1. METODOLOGIA Nas zonas assinaladas: • Lixar os queimados • Isolar antes de pintar estrutura • Aplicar 80-ND Painel esquerdo   Painel direito   8 9 10 11				
7 DATA	ELABORAÇÃO	APROVAÇÃO	ALTERAÇÃO	ARQUIVO
19/04/2012	VG			

CB 324

Anexo K

Alteração processo fabrico

