



Implementação SMED na área de orlagem e furação na Swedwood Portugal

Pedro Luís Teixeira Ramos

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. José António Barros Basto

Orientador na Swedwood Portugal: Eng.º Luís Vasques



FEUP

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

2010-05-07

A Navas de Tolosa.

Resumo

O projecto que origina o presente relatório visou a redução do tempo de troca de ferramentas da mais recente linha de orlagem e furação da fábrica de *Board on Frame*, da Swedwood Portugal.

O trabalho desenvolvido encontra o seu principal fundamento teórico na metodologia desenvolvida por Shigeo Shingo, *Single Minute Exchange of Die*. Procurou-se permanentemente relacionar os tempos de *setup* com as suas condicionantes organizativas como o tamanho dos lotes, níveis de *stock* e tempos de resposta ao cliente, buscando constantemente a concentração de esforços em locais maximizadores de mais-valias (gargalos).

Ao longo do relatório procura-se demonstrar o empenho aplicado na melhoria organizacional das actividades de *setup*, na clara distinção entre actividades internas e externas de *setup*, na conversão das primeiras nas segundas e na minimização de todas elas. São apresentadas sugestões de baixo custo para a redução dos tempos de *setup* bem como de melhorias técnicas à maquinaria para o mesmo fim.

A importância da introdução de actividades paralelas e criação de *standards* de trabalho é destacada e o papel das tarefas de manutenção das máquinas é posto em evidência na tentativa de redução das séries de teste.

A redução de tempo alcançada é analisada, apresentando-se de seguida um conjunto de ideias para prolongar a sua tendência decrescente rumo ao dígito único.

SMED implementation in the edge band and drill area

Abstract

The project to which the present report is concerned pursued the changeover time reduction in the newest edge band and drill line at Swedwood's Board on Frame factory in Portugal.

The work developed finds its main theoretical foundation on Shigeo Shingo's Single Minute Exchange of Die methodology. The organizational variables related to the setup time, such as batch size, stock levels and lead times, were continuously kept in mind as efforts were targeted at return maximizing spots (bottlenecks).

Throughout the report, an attempt was made to illustrate the importance given to the organizational improvement of setup activities, the clear distinction between internal and external activities, the conversion of the first into the second and the minimization of all setup tasks. Low cost suggestions to reduce changeover times are presented, as well as machinery technical improvements aimed at the same goal.

The importance of parallel activities and standardized work procedures is highlighted while the role of maintenance tasks proves to be a major one when trying to reduce test runs during setup time.

Finally, the time reduction achieved is analyzed and a set of ideas is presented in order to prolong the downward trend of setup times, towards the "single digit" goal.

Agradecimentos

Ao Eng.º Luís Vasques pela disponibilidade e interesse que sempre demonstrou enquanto orientador do projecto. À Eng.ª Zita Almeida por toda a ajuda disponibilizada e por ter sido parte fundamental na minha integração na empresa. A todo o gabinete técnico da Swedwood pelo ambiente acolhedor com que me recebeu. A todos os colaboradores da Swedwood pela sua simpatia e constante vontade de ajudar.

Ao Professor José António Barros Basto por ter sido um orientador exemplar, permanentemente disponível a apresentar sugestões e conselhos e por colocar sempre os interesses dos alunos e da Faculdade de Engenharia em primeiro lugar.

Aos colegas estagiários da FEUP pelo constante bom ambiente criado no escritório, pela companhia nas viagens de carro e pela ajuda na discussão de ideias e soluções. Aos colegas do MIEIG da FEUP que ao longo destes cinco anos de curso foram os cúmplices desta minha aventura.

A todos os Ramos, Zézé e Tita.

Índice de Conteúdos

1	Introdução	1
1.1	Apresentação da Empresa.....	1
1.2	Implementação SMED na Swedwood Portugal.....	2
1.3	Método seguido no projecto	3
1.4	Temas Abordados e sua Organização no Presente Relatório	3
2	Aspectos teóricos sobre a problemática dos tempos de troca de ferramentas.....	4
2.1	A problemática dos tempos de troca de ferramentas.....	4
2.2	Definição do tempo de <i>setup</i>	5
2.3	Single Minute Exchange of Die	7
2.4	Algumas críticas ao SMED.....	8
2.5	Importância dos 5S's para o SMED	9
2.6	Sistemas Poka-Yoke	10
2.7	Recompensas e Motivação.....	11
3	Contextualização do problema.....	13
3.1	A fábrica <i>Board on Frame</i> (BoF)	13
3.2	Seleção da área de aplicação do projecto.....	14
3.3	Funcionamento da Linha 3.....	16
3.4	Mão-de-obra.....	17
3.5	Troca de ferramentas	18
3.5.1	As operações de <i>setup</i>	18
3.5.2	Dados e documentação para a troca de ferramentas.....	19
3.5.3	Importância da ferramentaria nas operações de <i>setup</i>	20
4	Redução dos tempos de <i>setup</i> na linha 3.....	22
4.1	Estruturação do projecto	22
4.1.1	<i>Workshop</i> 1.....	24
4.1.2	<i>Workshop</i> 2.....	26
4.2	Actuação sobre o <i>bottleneck</i> do processo.....	27
4.2.1	Actualização das folhas de apoio	28
4.2.2	Realização de ajustes via intercomunicador.....	32
4.2.3	Organização dos carros de ferramentas.....	32
4.3	Estacas conta-peças.....	34
4.4	Necessidades de ajustes	35
4.5	Criação de <i>standards</i> detalhados de trabalho.....	37
4.6	Melhorias técnicas	39
5	Conclusões e perspectivas de trabalho futuro	41
	Referências	45
	ANEXO A: <i>Standard Operation Sheets</i> criadas para os postos de trabalho	46
	ANEXO B: Slides para a apresentação aos Operadores da forma de realização de ajustes das furadoras através dos intercomunicadores.....	48
	ANEXO C: <i>Standard Operation Sheets</i> geradas no programa <i>AviX®</i> para os operadores da furadora.....	50

Siglas

BoF – *Board on Frame*

EB&D – *Edge Band & Drill*

HDF – *High Density Fiberboard*

IED – *Inside Exchange of Die*

Mm – *Melamina*

OEE – *Overall Equipment Efficiency*

OED – *Outside Exchange of Die*

SMED – *Single Minute Exchange of Die*

SWOP – *Swedwood Way of Production*

TPM – *Total Productive Maintenance*

Índice de Figuras

Figura 1.1 – Vista aérea da fábrica da Swedwood Portugal em Paços de Ferreira. Fonte: Swedwood.	1
Figura 2.1 – Diferentes períodos de perda produtiva durante o <i>setup</i> .	5
Figura 2.2 – Distribuição do tempo gasto nas actividades de troca de ferramentas	6
Figura 3.1 – Diagrama ilustrativo do processo produtivo da fábrica BoF.	13
Figura 3.2 – As <i>frames</i> são colagens de ripas e cubos.	13
Figura 3.3 – Evolução das eficiências registadas entre Novembro e Fevereiro face aos objectivos estabelecidos.	14
Figura 3.4 – Relação entre as horas disponíveis para produção e horas necessárias para cumprir planos produtivos.	15
Figura 3.5 – Representação esquemática das transformações sofridas por uma peça ao longo da linha.	17
Figura 3.6 – Fluxograma representativo das inspeções de qualidade necessárias nas actividades de <i>setup</i> .	18
Figura 3.7 – Folha TRS, fonte de dados para tempos de <i>setup</i> , pequenas paragens, avarias e eficiência.	19
Figura 3.8 – Folha que permite guardar tempos de transições específicas entre peças específicas.	19
Figura 3.9 – Exemplo das SOS's existentes à data de início do projecto.	20
Figura 3.10 – Arrumação dos cabeços e brocas na ferramentaria é fundamental para a correcta preparação do <i>setup</i> .	21
Figura 4.1 – Plano temporal do projecto segundo o <i>Corporate Manual</i> para SMED. Fonte: Swedwood.	22
Figura 4.2 – <i>Printscreen</i> do programa AviX® confrontando o <i>setup</i> tal qual ocorreu com o que poderia ter ocorrido numa situação de menor desperdício.	24
Figura 4.3 – Sessão de apresentação e recolha de <i>feedback</i> com os operadores sobre o novo método de trabalho.	25
Figura 4.4 – Standard Operation Sheets para o Operador 5 e Line Leader.	25
Figura 4.5 – Nova sessão com os operadores onde são actualizados os pressupostos de trabalho bem como as melhorias a realizar na linha.	27
Figura 4.6 – Exemplo da folha de apoio para o painel lateral da Expedit 79x79.	29
Figura 4.7 – Desenho técnico utilizado para controlo da furação.	30
Figura 4.8 – A mesa de medição controla coordenadas posicionais e não dimensões. A ponteira de medição inviabiliza a medição correcta da profundidade dos furos recorrendo-se à utilização do paquímetro.	30
Figura 4.9 – Nova versão da folha de apoio para o painel lateral da estante Expedit 79x79.	31

Figura 4.10 – Sugestão de arrumação dos carros de ferramentas deverá facilitar a detecção de preparações incorrectas e reduzir o tempo de montagem.	33
Figura 4.11 – Estacas possibilitam a rápida contagem de múltiplas pilhas de peças de diferentes alturas.	34
Figura 4.12 – O desfasamento entre as coordenadas teóricas e reais implicam a produção de uma peça de sucata em todas as trocas de ferramentas.	36
Figura 4.13 – Estudo dos ganhos possíveis através da normalização de tarefas.	38
Figura 4.14 – Sensores fotoeléctricos sensíveis ao serrim.	39
Figura 4.15 – Forma inapropriada de aperto provoca a demora na realização da tarefa.	39
Figura 4.16 – A colocação de ar comprimido de ambos os lados da linha permite a realização de tarefas de limpeza paralelas.	40
Figura 5.1 – Evolução da média móvel simples mensal dos tempos de <i>setup</i> das linhas de orlagem e furação.	41
Figura 5.2 – Evolução da média móvel simples mensal dos tempos de <i>setup</i> das equipas da linha 3.	41
Figura 5.3 – Possível estrutura do sistema de partilha de conhecimento da Swedwood.	44

1 Introdução

1.1 Apresentação da Empresa

O grupo Swedwood é o grupo industrial integrado da IKEA para quem trabalha exclusivamente, produzindo mobiliário de madeira. O grupo foi fundado em 1991 como uma forma de a IKEA se proteger da possível quebra de fornecimento dada a instabilidade política existente à data na Europa do Leste, localização dos seus principais fornecedores. A abordagem inicial passou pela aquisição das empresas fornecedoras, só mais tarde evoluindo para a criação de fábricas próprias de raiz.

Actualmente toda a cadeia de valor, desde a gestão das florestas, corte de madeira, produção de mobiliário e distribuição é controlada pela Swedwood. A sua visão é “Excelência na transformação de madeira em mobiliário” e a ideia de negócio incorpora a crença de que “A Swedwood deve estabelecer, gerir e desenvolver fábricas de mobiliário nas quais a Swedwood consiga criar e manter uma vantagem competitiva para a IKEA”. Acima de tudo a Swedwood deve ser um exemplo para todos os outros fornecedores da IKEA no que toca a qualidade, segurança, controlo ambiental e conduta profissional.

A Swedwood Portugal — Indústria de Madeiras e Mobiliário Lda., sediada em Paços de Ferreira foi inaugurada a 30 de Maio de 2008, estando dividida em duas fábricas: *Board on Frame* (BoF) e *Pigment Furniture* (Pigment). Em breve será inaugurada uma terceira fábrica dedicada ao fabrico de produtos *Multi Purpose Storage* (MPS). Uma regra corporativa da Swedwood é o dever de cada unidade de produção se dedicar a uma técnica única de produção, com um tipo único de matérias-primas e uma gama fixa de produtos. Com isto procura-se otimizar a eficiência e os volumes produtivos, minimizar os prazos de entrega e efectuar uma distribuição eficiente.



Figura 1.1 – Vista aérea da fábrica da Swedwood Portugal em Paços de Ferreira. Fonte: Swedwood.

A empresa possui uma gestão descentralizada com várias unidades de suporte à produção. Procura-se estabelecer fortes relações entre estas unidades e o chão de fábrica para que exista uma boa gestão de recursos e sinergias.

Entre as várias unidades de suporte existentes o presente projecto enquadra-se na SWOP. Esta é a sigla para *Swedwood Way of Production*, a estratégia *lean* de melhoria contínua da empresa. Pretende-se enraizar em todos os que “vestem a camisola” Swedwood a capacidade

para questionar, avaliar e melhorar permanentemente os processos e recursos utilizados em todas as actividades empresariais.

1.2 Implementação SMED na Swedwood Portugal

Desde a sua fundação que a fábrica BoF da Swedwood Portugal se posicionou dentro do grupo como capaz de se comprometer com a produção de uma larga gama de produtos garantindo mesmo assim, uma disponibilidade permanente de artigos nas lojas IKEA. Apesar desta postura, as linhas de fabrico foram adquiridas e instaladas à semelhança das restantes fábricas do grupo que produzem uma menor variedade de produtos, possuindo linhas de produção dedicadas. Esta dedicação faz com que a importância dos tempos de troca de ferramentas seja minorada graças às longas horas de produção contínua de grandes lotes. Ao contrário, a fábrica portuguesa tem de realizar *setups* muito mais frequentemente apesar da sua maquinaria igualmente desenhada para produção dedicada. Esta necessidade de efectuar trocas de ferramentas, e o longo tempo que estas implicam têm obrigado ao planeamento da produção em lotes grandes, originando muitas vezes produção excessiva. Esta produção excessiva tem obrigado a um crescimento permanente das quantidades de produto final armazenadas. Visto que a gama de produtos e as lojas abastecidas tenderá a aumentar ainda mais, a redução dos tempos de troca de ferramentas surge então como um aspecto essencial para um melhor planeamento, para a redução dos *stocks* e para uma melhor capacidade de resposta à IKEA.

A fábrica BoF produz 23 artigos, com a possibilidade de serem pintados em 5 cores diferentes. Nem todos os artigos estão disponíveis nas 5 cores perfazendo então um total de 82 artigos distintos. Estes artigos são peças de mobiliário completo, sendo constituídos por combinações de componentes mais simples, chamados semi-produtos. A zona da fábrica que produz uma maior variedade de semi-produtos é a zona da Orlagem e Furação ou Edge Band & Drill (EB&D). Esta zona produz actualmente 194 componentes diferentes.

A zona EB&D é constituída por 3 linhas de produção, as linhas 1 e 2 do mesmo fabricante e a linha 3 de um fabricante distinto. Para a EB&D as peças diferem na sua dimensão, na cor da orla aplicada, no número de furos e na localização dos mesmos. Enquanto que a mudança da cor da orla pode ser feita com a máquina em andamento, a mudança para peças de diferentes dimensões significa obrigatoriamente a interrupção da produção. A duração desta interrupção varia de produto para produto e de linha para linha, na linha 3 a média de tempos registada em Fevereiro foi de 61 minutos. O planeamento da produção das linhas é feito de modo a que componentes complementares (que integrarão o mesmo artigo final) sejam produzidos em simultâneo para que cheguem na mesma altura à área de embalagem e possam ser imediatamente embalados.

As seguintes situações geradoras de descontentamento motivaram a criação do projecto:

- A eficiência reduzida das linhas da EB&D obriga sistematicamente a recorrer a horário extraordinário para cumprir o plano de produção, o que implica um acréscimo de custos;
- A eficiência da linha 3, sistematicamente abaixo da das linhas 1 e 2, faz com que frequentemente a zona de embalagem não possua todos os componentes necessários para efectuar “casamentos” e embalar artigos.
- Os tempos de *setup* actuais obrigam os planeadores da produção a preferir lotes de grande dimensão, produzindo para *stock* ao invés de produzir para satisfazer os pedidos nas quantidades desejadas pela IKEA.

Ser um exemplo para os restantes fornecedores da IKEA passa por cumprir atempada e completamente as encomendas, encomendas estas que surgem cada vez mais em pequenas quantidades e exigindo uma grande variedade de produtos. Com os tempos de *setup* de Fevereiro, reduzir o tamanho dos lotes significaria inevitavelmente o não cumprimento dos requisitos de produção e visto que a disponibilidade de artigos nas lojas é das prioridades fulcrais, os lotes permanecem obrigatoriamente grandes.

Assim sendo o principal objectivo do projecto é reduzir os tempos de *setup* da linha 3, aumentando a sua disponibilidade e permitindo ao planeamento reduzir o tamanho dos lotes produzidos, possibilitando uma resposta mais ágil às exigências dos clientes. À data de início do projecto realizam-se na linha em estudo 0,65 *setups* por turno.

O objectivo que se propõe alcançar com o projecto é o de, até 5 de Julho, reduzir o tempo médio de *setup* na linha 3 da zona de orlagem e furação em 50%, ou seja de 61 para 30,5 minutos.

1.3 Método seguido no projecto

A realização do projecto baseou-se no método SMED descrito no livro de Shigeo Shingo, *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. Além desta fundação teórica seguiu-se o planeamento recomendado pelo Manual Corporativo de SMED desenvolvido pela Swedwood. Para a análise e avaliação do estado das actividades de *setup* recorreu-se frequentemente a filmagens realizadas durante um *setup* tido como *setup* de referência. Essas filmagens foram tratadas e analisadas com auxílio do programa informático AviX®, especialmente concebido para o suporte a implementações SMED. O visionamento dos vídeos em sessões de grupo tanto da equipa SWOP isoladamente como com os operadores da linha e outros intervenientes indirectos no *setup* originou as principais ideias de melhoria. Aplicaram-se ao longo do projecto, tanto melhorias organizacionais como técnicas.

1.4 Temas Abordados e sua Organização no Presente Relatório

Este relatório procura não só abordar a metodologia SMED como originalmente descrita por Shigeo Shingo, famoso engenheiro industrial japonês, mas relacioná-la com novas perspectivas e abordagens relativas à troca rápida de ferramentas. Assim sendo, no Capítulo 2 são apresentados os aspectos teóricos considerados mais relevantes para a redução dos tempos de *setup*. É feita uma exposição da metodologia SMED, algumas críticas de outros autores à mesma, a importância dos 5S's para as actividades de *setup*, a utilidade de métodos poka-yoke, e a aplicação de sistemas de recompensa às actividades de troca de ferramentas.

No Capítulo 3 é feita uma apresentação detalhada do problema que motiva o projecto, explicada em detalhe a área e processo fabril em que se insere bem como os procedimentos e intervenientes nas actividades de *setup* à data de início do projecto. Apresenta-se a documentação e dados já existentes relativos à problemática estudada.

O Capítulo 4 explica em detalhe a abordagem adoptada de comunicação com os operadores e compila todas as estratégias desenvolvidas para a redução dos tempos internos e externos de *setup*.

No Capítulo 5 apresentam-se os resultados alcançados e extraíram-se as principais conclusões sobre os mesmos. Apresentam-se algumas propostas de actividades futuras que se espera que possam contribuir para o melhorar continuado dos tempos de troca de ferramentas.

2 Aspectos teóricos sobre a problemática dos tempos de troca de ferramentas

2.1 A problemática dos tempos de troca de ferramentas

Henry Ford disse em 1909 “*Any customer can have a car painted any colour that he wants so long as it is black*”.

Esta postura, típica da produção em massa em que produtos indiferenciados limitam as escolhas dos clientes à oferta dos produtores é cada vez menos praticável na conjuntura económica actual. Hoje, exige-se às empresas a capacidade de se adaptarem às necessidades constantemente mutáveis dos seus clientes. Quem compra procura cada vez mais, fornecedores capazes de oferecer uma alargada gama de produtos, em prazos curtos de entrega e nas quantidades desejadas, por mais pequenas que estas sejam. Para as empresas é cada vez mais complicado “empurrar” os seus artigos para o mercado sendo agora necessário que providenciem aquilo que este “puxa”.

Para satisfazer as exigências acima descritas é necessário que as empresas fornecedoras sejam capazes de garantir curtos prazos de entrega para toda a sua gama de produtos e para tal, ou existe a capacidade para efectuar a sua produção em pequenos lotes ou possuem grandes áreas de armazém de produto final. A segunda hipótese acarreta pesados custos de inventário nomeadamente custos de capital, manutenção, armazenagem e de risco (Guedes, 2000). O ideal será então conjugar curtos prazos de entrega e pequenas quantidades em *stock* ganhando importância a redução do tamanho dos lotes produzidos. Esta redução não depende meramente de uma demonstração de vontade sendo necessário que estejam reunidas condições que a possibilitem. A condição mais importante prende-se com os tempos de troca de ferramentas, ou tempos de *setup*, entre um lote e o seguinte, que ao serem longos impossibilitam a produção em pequenas quantidades. A redução do tamanho dos lotes pressupõe obrigatoriamente um maior número de *setups* para que se possa visitar os produtos mais frequentemente. Aumentar a frequência das trocas de ferramenta quando estas são muito demoradas implica a indisponibilidade prolongada da linha produtiva impossibilitando o cumprimento de curtos prazos de entrega. Durante anos, os tempos de troca de ferramenta foram aceites como irremediavelmente longos, levando as organizações a adoptar estratégias para minorar os seus efeitos. É portanto comum os planeadores da produção agruparem múltiplas encomendas do mesmo produto de modo a que possam produzir o total necessário de uma vez só. Este agrupamento é aceitável quando se produz para encomendas confirmadas mas o que frequentemente acontece é produção excessiva o que resultará em acumulação de inventário arrastando consigo custos indesejados. Shingo afirma que os gestores têm tido tendência para confundir grandes volumes de produção com lotes de grande dimensão (Shingo, 1985).

Assim sendo, o caminho para se conseguir produzir em pequenos lotes passa pela redução dos tempos de *setup*. A redução deste tempo por si só resultará num aumento de disponibilidade da máquina reduzindo os seus tempos de paragem existindo muitas vezes a tendência para produzir mais de modo a aumentar a eficiência das linhas. É importante manter o foco no verdadeiro objectivo da redução dos tempos de *setup* utilizando-se o tempo ganho para aumentar a frequência de troca de ferramenta, diminuir o tempo de revisita de cada artigo e simultaneamente reduzir o tempo de entrega ao cliente e os custos de armazenamento.

Além dos benefícios apresentados anteriormente, a redução dos tempos transição entre lotes arrastará consigo outras mais-valias às organizações que se dedicam a esta missão. Deverão ser capazes de atingir:

- Redução da produção em curso consequente da redução do tamanho dos lotes;
- Diminuição dos *stocks* e custos associados;
- Aumento da disponibilidade de chão de fábrica e/ou armazém;
- Maior flexibilidade produtiva possibilitada pelo maior número de *setups*;
- Melhor *cash-flow*;
- Diminuição de desperdícios;
- Melhoria da qualidade consequência da *normalização* das tarefas;
- Menor quantidade de defeitos originados em armazém devido à redução do inventário.

2.2 Definição do tempo de *setup*

Para que seja possível reduzir o tempo de troca de ferramenta é importante que se estabeleça antes de mais uma definição apropriada para o mesmo.

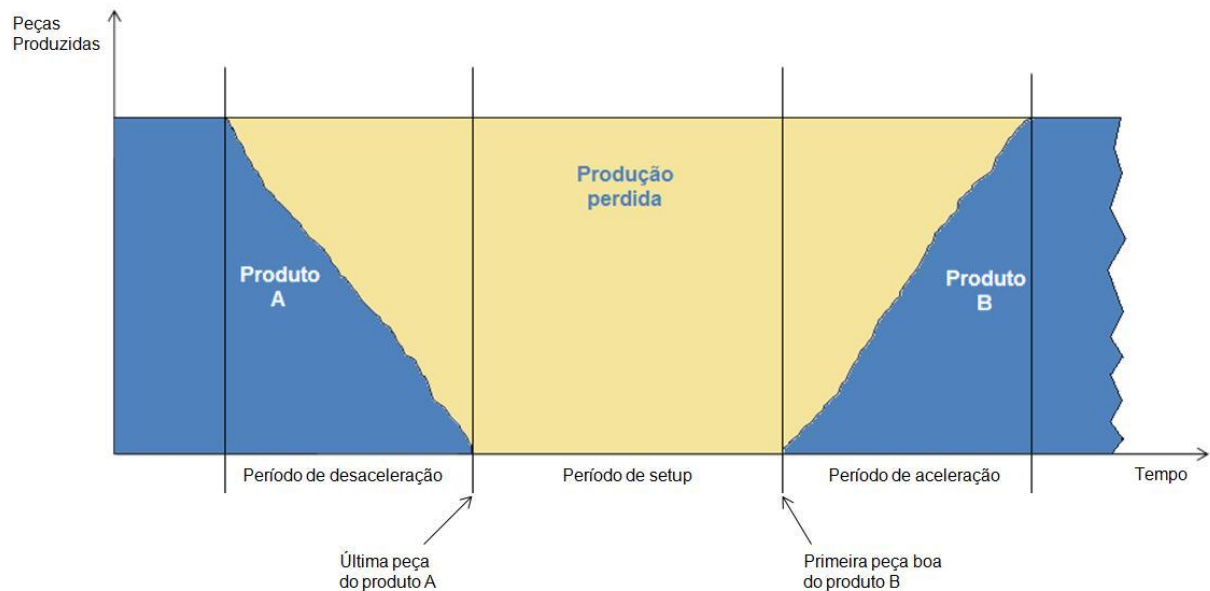


Figura 2.1 – Diferentes períodos de perda produtiva durante o *setup*.

O tempo de *setup* é tipicamente definido como o tempo que decorre entre a produção da última peça do lote A até à primeira peça com qualidade do lote B. A Figura 2.1 acima inclui, no entanto, na definição de *setup* os períodos de aceleração e desaceleração. McIntosh et al. (2001) acreditam que estes períodos não podem ser negligenciados e que devem ser contabilizados no tempo de *setup* total. O período de aceleração é a fase após o *setup*, marcada pelo recomeço do funcionamento das máquinas incluindo séries de teste e ajustes até que se atinjam os níveis desejados de qualidade de forma consistente. O período de desaceleração inicia-se com as primeiras actividades de troca de ferramenta, em que as máquinas trabalham num ritmo mais lento e termina com a última peça do lote A. Por exemplo, inclui-se neste período a colocação manual de peças nas linhas que foram sendo retiradas durante a produção para verificações de qualidade. Esta colocação manual por não ocorrer à mesma cadência que a linha faz com que haja uma desaceleração da produção. A existência destes tempos de aceleração e desaceleração depende da maquinaria envolvida podendo ou não ser registada. Apesar de se reconhecer que estes períodos podem representar

perdas significativas de produção, é também verdade que são zonas cuja definição do início e fim é difícil. Por esta razão é frequente optar-se por definir o tempo de *setup* da forma mais simples, ou seja, desde a última peça do lote A à primeira com qualidade do lote B.

A experiência de Shingo permitiu-lhe perceber que tipicamente é possível dividir o tempo de *setup* no conjunto de passos abaixo apresentados.

- Preparativos, confirmações e arrumação de materiais e ferramentas

É o processo que garante que todas as ferramentas estão no seu sítio e a funcionar devidamente. Inclui também o período pós-produtivo em que as ferramentas são limpas e arrumadas.

- Remoção e montagem de ferramentas

Este é o passo em que se retiram as ferramentas usadas para a produção do último lote e em que se faz a montagem das ferramentas para a produção do novo produto.

- Preparação das condições de trabalho (centragem, ajustes de temperatura, etc.)

Diferentes tipos de maquinaria e produção necessitam de diferentes condições de trabalho para que funcionem de acordo com o desejado. Neste passo incluem-se as medições e calibrações ao nível de posicionamento, temperatura, pressão necessárias para a produção normal.

- Séries de teste e ajustes

Aqui uma peça de teste é produzida ou maquinada, são efectuadas medições comparando a peça com o modelo *standard* e posteriormente efectuam-se os ajustes necessários para que ela se assemelhe a este *standard*.

O gráfico seguinte representa as proporções de tempo tipicamente gastas em cada uma das anteriores tarefas.

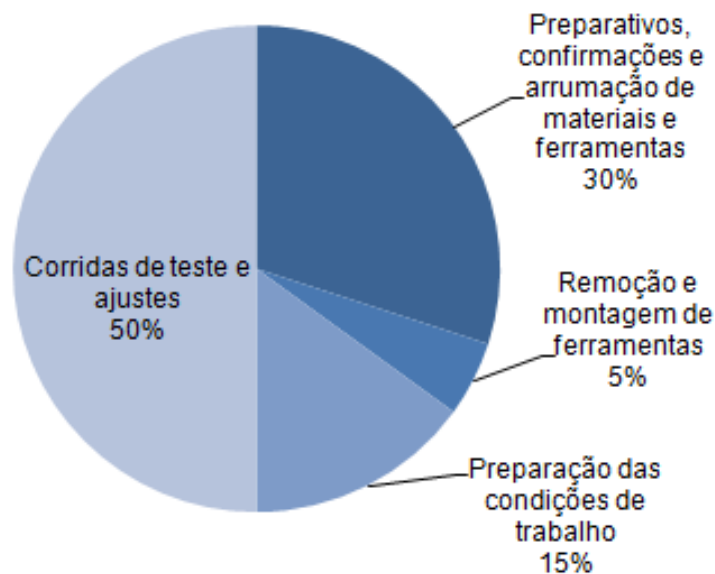


Figura 2.2 – Distribuição do tempo gasto nas actividades de troca de ferramentas.

2.3 Single Minute Exchange of Die

A ferramenta mais popular e difundida para a redução dos tempos de *setup* é conhecida pela sua sigla, SMED. A sigla significa *Single Minute Exchange of Die* que, como o próprio nome transparece, permite aos seus utilizadores atingir um tempo de troca de ferramenta abaixo dos dez minutos. Esta metodologia foi desenvolvida por Shigeo Shingo, ao longo de dezanove anos de trabalho enquanto consultor em múltiplas empresas. O primeiro passo desta metodologia deu-se quando Shingo, ao observar a troca de ferramentas na fábrica da japonesa Mazda, criou a distinção entre *setup* interno e *setup* externo. *Setup* interno ou Inside Exchange of Die (IED) é o período que engloba todas as actividades que apenas podem ser realizadas com a máquina parada. Em contraste, o *setup* externo ou Outside Exchange of Die (OED) reúne as actividades que podem ser realizadas com a máquina em funcionamento (Shingo, 1985). Esta distinção permite que uma série de actividades importantes para a troca de ferramenta sejam realizadas ainda antes da máquina ser parada ou após ser reposta em funcionamento, podendo com isto obter-se poupanças de 40% no tempo total de *setup*. Anos mais tarde, já numa outra fábrica Toyota, quando confrontado com a necessidade de reduzir drasticamente o tempo de *setup* de uma prensa de mil toneladas, Shingo idealizou a conversão de *setup* interno em *setup* externo. Esta conversão permitiu uma redução de 90 para 3 minutos. O principal mérito da metodologia de Shingo é ter tido a capacidade de alterar o paradigma estabelecido até então relativo aos tempos de troca de ferramenta. Estes eram aceites como necessariamente longos, como um mal necessário mas Shingo recusou-se a encarar os *setups* desta forma e demonstrou que independentemente da máquina em questão, os tempos de *setup* podem ser reduzidos.

A vasta experiência de Shingo, em conjunto com a sua crença de que a rápida troca de ferramentas é o método mais eficiente para atingir uma produção *Just-In-Time*, levou-o ao desenvolvimento desta abordagem científica ao problema dos tempos de troca de ferramenta. A metodologia SMED é, segundo o autor de *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*, aplicável a qualquer máquina de qualquer fábrica.

Shingo definiu no seu livro quatro estágios conceptuais que serão encontrados quando se iniciar a sua aplicação:

- *Setup* externo e interno não estão distintos;

Comumente o *setup* é encarado como uma actividade inevitavelmente demorada e as actividades que poderiam ser realizadas com a máquina em movimento são realizadas com ela parada. Para a implementação SMED é importante analisar em detalhe esta fase e a melhor abordagem será recorrer à realização de filmagens. Além de facilitarem a tarefa de quem está a analisar as actividades *setup*, por ser possível rever o mesmo vídeo inúmeras vezes fazendo análises exaustivas, é uma excelente forma de comunicação com os intervenientes na troca de ferramenta. Esta comunicação é importante pois os operadores das máquinas são geralmente quem melhor as conhece, sendo capazes de fornecer importantes contributos para as reduções de tempo desejadas. Deve, portanto, fazer-se uma sessão de apresentação do vídeo recolhido aos seus “actores” de modo a recolher o seu *feedback*, evitando tomar-se uma postura crítica relativamente à forma como cada um se comporta focando antes as críticas no problema do sistema como um todo (Claunch, 1996).

- Distinção entre *setup* interno e *setup* externo;

Este é considerado por Shingo o passo mais importante da implementação SMED. Apesar de ser quase sempre evidente que os preparativos para as actividades de *setup* não devem ser

efectuados durante o *setup* interno, a verdade é que frequentemente actividades preparatórias são realizadas com a máquina parada. Isto acontece principalmente por nunca ter sido dada a devida atenção aos tempos de troca de ferramenta, por não estar formalizado um modo de proceder durante o mesmo e por não estar devidamente compreendida a importância desta distinção. Neste estágio podem atingir-se reduções de tempo na ordem dos 30-50% sem investimentos monetários, pois as mudanças são meramente relativas à organização e coordenação de trabalhos.

- Conversão de *setup* interno em *setup* externo;

A separação das actividades em internas e externas não será, a maior parte das vezes, suficiente para atingir o “dígito único”. Para isso é importante reexaminar todas as actividades rotuladas como internas e avaliar a possibilidade de as converter em externas. Neste estágio é importante pensar criativamente tentando compreender o porquê da existência de cada actividade e de que forma é que essas actividades podem ser realizadas antes da paragem da máquina ou após o retomar do seu funcionamento. Um exemplo recorrente é o de componentes que necessitam de ser aquecidos antes de ser montados na máquina. Esse aquecimento que anteriormente era feito com a máquina parada, pode passar a fazer-se antes do *setup* começar com um dispositivo auxiliar, permitindo a sua montagem muito mais rapidamente.

- Melhoria sistemática de todas as operações do *setup*

Este é o derradeiro estágio da implementação SMED em que se procura reduzir a duração de todas as actividades, tanto externas como internas. Com este fim devem ser criados *standards* de trabalho que evitem desperdícios de tempo em deslocações e esperas. É nesta fase que deverão surgir as principais necessidades de investimento visto que é aqui que a automatização de ferramentas e tarefas ganha especial relevância.

Melhorias ao nível do transporte e arrumação de ferramentas melhorando a organização do local de trabalho contribuem para a redução do tempo de *setup* externo. Para a redução dos tempos das actividades internas devem estabelecer-se actividades paralelas, chamando para o *setup* mais trabalhadores que possibilitem retirar carga de trabalho aos outros operadores, acelerando a troca de ferramentas. A substituição dos apertos roscados por apertos funcionais de rápida fixação é também uma forma de reduzir o tempo de *setup* interno pois estes garantem a fixação segura da ferramenta com um número reduzido de rotações.

2.4 Algumas críticas ao SMED

O livro de Shigeo Shingo, *A Revolution in Manufacturing: The SMED System* é seguramente a principal referência literária no que toca à redução de tempos de *setup*. Apesar de todas as mais-valias desta metodologia, não escapa também a reparos de alguns críticos que acreditam que certos pontos importantes da mudança de ferramenta foram esquecidos. A enorme importância dada pelo engenheiro japonês à diferenciação entre *setup* interno e externo retira ênfase ao terceiro estágio da sua metodologia e em especial à importância das melhorias de projecto das máquinas. Em situações em que o tempo de transição entre lotes já seja reduzido ou que não seja possível reduzi-lo meramente pela conversão de *setup* interno em externo, as melhorias de projecto serão fundamentais. Outro ponto alvo de crítica é o facto de Shingo não fazer referência à importância da sequência de produção aquando do estudo das trocas de ferramenta. A fixação de um tempo geral de *setup* independentemente da transição de produto que é feito pode ter consequências (Sugai et al., 2007). Por exemplo, se o tempo de referência

estabelecido for o de uma transição rápida poderá gerar frustração nos intervenientes do *setup* por em transições mais complicadas estarem constantemente acima do tempo de referência. Isto gerará também um descrédito relativamente àqueles que trabalham na implementação SMED. Por outro lado, se o tempo de referência for estabelecido para o tempo de *setup* mais longo as pessoas rapidamente se aperceberão que têm tempo de sobra nos *setups* mais curtos e possivelmente deixarão de dar o seu melhor. Agrupar os artigos em famílias consoante os tempos de *setup*, planeando a produção de modo a que se realizem mais frequentemente transições mais simples é uma forma expedita de reduzir o tempo de mudança de ferramenta ainda que temporariamente. Esta melhoria é temporária pois o objectivo da implementação SMED é possibilitar a produção de qualquer artigo, em qualquer altura, na quantidade pedida, sem desperdício de tempo. Ou seja, quando se consegue reduzir todos os tempos de *setup* a necessidade de ser feito um sequenciamento da produção dependente destes tempos deixa de existir (Claunch, 1996).

Outra das críticas efectuadas à abordagem de Shingo à actividade de troca de ferramenta é a negligência dos períodos de aceleração (*run-up*) e desaceleração (*run-down*). Argumenta-se que estas fases não podem ser esquecidas e cair simplesmente sob os rótulos de *setup* interno ou externo por representarem, por vezes, perdas de produção consideráveis. As necessidades de ajustes de máquinas e consequentes séries de teste de produção no período pós-*setup* mostra que a influência das actividades de *setup* são mais extensas e complexas do que simplesmente fazer o primeiro produto com qualidade do novo lote de produção (Sugai et al., 2006).

2.5 Importância dos 5S's para o SMED

A metodologia 5S é um dos blocos constituintes da filosofia *lean*, correspondendo cada “S” às iniciais de uma palavra japonesa. O objectivo é melhorar as condições de trabalho, criando um ambiente de qualidade no local de trabalho, eliminando desperdícios. É considerada uma condição prévia necessária para a melhoria contínua. As medidas tomadas nesta abordagem ao local de trabalho caracterizam-se pelo seu baixo custo, sendo o retorno esperado, uma maior produtividade do posto de trabalho. De seguida apresentam-se os significados de cada palavra e a descrição do que cada estágio implica para que se possa compreender a sua sintonia com a metodologia SMED.

1.º S – *Seiri* – Arrumação

A primeira acção de uma implementação 5S passa por arrumar o local de trabalho, separando o que é necessário do desnecessário. Este passo liberta espaço na área de trabalho e elimina o tempo gasto na procura das ferramentas necessárias, perdidas no meio de materiais inúteis para a tarefa em questão.

2.º S – *Seiton* – Ordem

“Um lugar para cada coisa e cada coisa no seu lugar.” Depois de removidos os objectos desnecessários da área de trabalho é altura de colocar os restantes nos locais mais apropriados consoante o uso que lhes será dado. Deve colocar-se os objectos próximos dos locais onde são precisos e esses locais devem ser claramente assinalados e rotulados, devendo tornar-se evidente a ausência das ferramentas ou colocação em local incorrecto.

3.º S – *Seiso* – Limpeza

Não é possível aceitar que a sujidade interfira na produtividade ou na qualidade produtiva de um posto de trabalho. Para isso é importante que o local de trabalho se encontre o mais limpo possível sendo importante que se faça da limpeza uma parte do trabalho diário.

4.º S – *Seiketsu* – Asseio

Nesta fase devem criar-se regras ou *standards* de actuação que permitam manter o que foi atingido nos passos anteriores. Esta fase deverá garantir que todos os funcionários saibam como proceder para a manutenção da ordem e da limpeza do seu local de trabalho.

5.º S – *Shitsuke* – Disciplina

Neste último S procura-se que todos os anteriores se enraízem na cultura da empresa e de cada um dos seus membros de modo a que a busca por uma arrumação mais apropriada e uma limpeza mais rigorosa sejam constantes.

Como referido anteriormente, além de se efectuar a separação entre actividades de *setup* internas e externas, de converter as primeiras nas segundas, dever-se-á tentar reduzir as durações de ambas. Ora se as ferramentas de trabalho necessárias às actividades de *setup* estiverem organizadas de forma correcta e a sua localização for o mais próximo possível do local onde estas serão precisas então verificar-se-ão poupanças de tempo. Situações como o procurar de ferramentas durante o *setup* deixarão de se registar num estágio inicial e mesmo depois de essa actividade ser passada para *setup* externo, essa situação não acontecerá devido à arrumação correcta do espaço de trabalho. Um local de trabalho permanentemente limpo possibilita também que os trabalhadores identifiquem rapidamente os ajustes a efectuar sem que sejam confundidos pela sujidade. Parece clara a complementaridade das duas metodologias, sendo evidente que a boa arrumação do chão de fábrica é fundamental para uma implementação SMED eficaz.

2.6 Sistemas Poka-Yoke

O sub-capítulo anterior explica como a arrumação e limpeza dos postos de trabalho podem contribuir para a simplificação das tarefas de *setup*. Reforçando este objectivo e tentando minimizar os defeitos originados em *setup* sugere-se a aplicação de sistemas poka-yoke. Shingo afirmou que “As causas dos defeitos residem em erros dos trabalhadores e os defeitos são a consequência de negligenciar esses erros. Os erros não resultarão em defeitos se forem eliminados atempadamente.” (Shingo, 1985). Poka-Yoke significa “à prova de erro” e é uma técnica pensada para a eliminação dos erros humanos no local de trabalho. A ideia é tornar as tarefas repetitivas que dependem da memória e mestria dos operadores à prova de desatenções. A maneira de fazer isto é desenvolver mecanismos capazes de impedir que um erro aconteça ou torne evidente a um mero olhar a existência do mesmo (Stewart, 2001).

Entre as principais vantagens destes sistemas segundo Patel, Dale e Shaw (2001) contam-se:

- Eliminação dos erros no *setup* e qualidade melhorada;
- Redução dos tempos de *setup*;
- Melhor arrumação do chão de fábrica;
- Segurança melhorada dos operadores;

- Menores custos;
- Menores conhecimentos necessários para a realização de *setups*;
- Maior flexibilidade produtiva;
- Colaboradores com uma atitude mais positiva.

Um exemplo óptimo de um dispositivo poka-yoke é o das já obsoletas disquetes. Era impossível introduzir uma disquete de forma incorrecta num computador visto que ela simplesmente não entra, a não ser que seja introduzida na posição correcta. Este sistema cumpria perfeitamente o seu objectivo de evitar a ocorrência de erros de montagem, evitando que pudesse ocorrer algum erro no computador por montagem incorrecta. A aplicação destas técnicas à troca de ferramentas tem exactamente o mesmo princípio, criar sistemas que impeçam montagens incorrectas evitando assim a produção de peças defeituosas causadas por estas montagens.

A abordagem tradicional à resolução dos problemas com a montagem de ferramentas é a de investir em formação para treinar os trabalhadores. No entanto, quando estes abandonam a empresa há a tendência do conhecimento os acompanhar, perdendo-se assim o investimento previamente feito. A aplicação de sistemas poka-yoke às actividades de *setup* tem como objectivo tornar as operações simples ao ponto de deixarem de ser necessários operadores especializados para as efectuar. Ou seja, os sistemas à prova de erro, tipicamente de baixo custo, trazem às empresas a possibilidade de tornar a sua mão-de-obra muito mais polivalente visto que reduzindo as necessidades de formação específica de cada posto de trabalho, a rotatividade entre postos se torna perfeitamente possível. Esta possibilidade de efectuar rotatividade entre postos é importante pois permite minorar impactos de absentismo, torna o chão de fábrica menos dependente do conhecimento de funcionários experientes e permite que em tarefas altamente repetitivas, onde a ergonomia não é a ideal, não haja tanta perda de produtividade por cansaço físico e anímico (Dvorak, 1998).

2.7 Recompensas e Motivação

Parece justo que aqueles que contribuíram para poupanças significativas de tempo de *setup* que resultam em ganhos monetários para a empresa, seja pela redução dos *stocks*, contratos conseguidos graças aos curtos prazos de entrega ou mesmo pela redução de produção defeituosa, recebam algum tipo de reconhecimento pelo seu trabalho. Levanta-se no entanto a questão se esse reconhecimento deve ser expresso sob a forma de prémio e se esse prémio deverá ser monetário ou não. Verifica-se que muitas vezes as recompensas monetárias podem trazer mais conflitos para o seio da empresa do que satisfação àqueles que se pretende premiar.

Entre os problemas tipicamente registados surgem frequentemente sentimentos de injustiça, pela dificuldade de identificar todos aqueles que contribuíram para as melhorias, a dificuldade de motivar futuramente os funcionários de uma forma que não monetária e simplesmente a não motivação dos colaboradores. Esta última acontece por os benefícios serem geralmente estabelecidos como directamente proporcionais às poupanças alcançadas. Nos primeiros esforços de redução de tempos intervém-se especialmente ao nível da organização da equipa e é nesta fase que se originam quedas mais drásticas na duração do *setup*, ou seja, os colaboradores premiados retiram daqui os maiores prémios. No entanto, à medida que se trabalha para o “dígito único” as poupanças de tempo serão mais marginais e assim também serão as recompensas auferidas pelos trabalhadores. Poderá acontecer que os colaboradores se

desmotivem na redução do tempo de *setup* uma vez que com mais esforço receberão menos benefícios.

Crê-se que mais importante que recompensar o trabalhador é reconhecer o mérito sendo por vezes mais motivador o reconhecimento da chefia do que prémios tangíveis. Ser congratulado pelo director da empresa, ver um agradecimento público na *newsletter* da empresa ou um presente simbólico da administração podem funcionar como excelentes motivadores. Além da sua eficácia estas abordagens não obrigam a incorrer em custos elevados para manter a mão-de-obra empenhada nas actividades de *setup* (Claunch, 1996).

3 Contextualização do problema

3.1 A fábrica *Board on Frame* (BoF)

Para melhor compreender o problema em análise é necessário que se conheça com algum detalhe o processo de fabrico do mobiliário BoF e a organização da fábrica de Paços de Ferreira. O diagrama da Figura 3.1 representa o fluxo produtivo desde o armazém de matéria-prima até ao produto final.

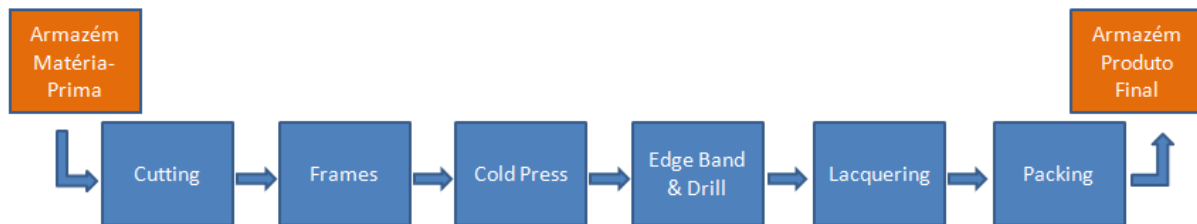


Figura 3.1 – Diagrama ilustrativo do processo produtivo da fábrica BoF.

Cutting – Zona onde é efectuado o corte dos aglomerados de madeira para as áreas seguintes. São cortados três tipos de aglomerados, HDF, *Chipboard* e Melamina. Os dois primeiros seguirão para a área das Frames enquanto que a melamina seguirá directamente para a área de orlagem e furação.

Frames – Nesta zona o *Chipboard* cortado na área anterior em forma de ripas e cubos, é montado e colado de forma a criar a estrutura ou moldura dos produtos BoF, conforme a Figura 3.2. Esta montagem é feita manualmente por 36 operadores em cada turno de trabalho.



Figura 3.2 – As frames são colagens de ripas e cubos.

Cold Press – Aqui utilizam-se as frames produzidas na área anterior preenchendo-as com papel em forma de favo de mel e colando nas faces expostas de cada uma duas placas de HDF. Seguidamente os produtos são prensados a frio para garantir a sua qualidade para a zona subsequente. Após a prensa existe um tempo de cura de duas horas durante as quais a cola seca antes das peças poderem ser orladas e furadas na área seguinte.

Edge Band & Drill – Esta é a área onde são colocadas as orlas e feita a furação dos semi-produtos que possibilitarão a sua montagem em produtos finais. A área é composta por três linhas de produção, as linhas 1 e 2 do mesmo fabricante e a linha 3 de um distinto. Aqui as peças diferem na sua dimensão, na cor da orla aplicada, no número de furos e na localização dos mesmos. Esta área será explicada detalhadamente mais à frente neste relatório por ser a área onde decorreu o projecto.

Lacquering – Esta é a área de pintura, constituída por duas linhas exactamente iguais. Actualmente as cores pintadas são *white*, *black*, *birch*, *blackbrown* e *walnut*. Existe o desejo de alargar a gama de cores, actualmente condicionada pelos longos tempos de *setup*.

Packing – Os semi-produtos provenientes das áreas precedentes são embalados em conjunto com as instruções de montagem, pernas das mesas, parafusos ou outros elementos necessários à montagem do artigo final. Existem dois tipos distintos de embalagem, plástico ou cartão sendo esta última forma a predominante.

Cada uma destas áreas é liderada por um Responsável de Área que é auxiliado por *Foremen* estando um presente em cada turno. A mão-de-obra de cada área está dividida por equipas de modo a assegurar a rotatividade dos turnos.

3.2 Selecção da área de aplicação do projecto

Um dos *Key Performance Indicators* a que os operadores das linhas dão mais atenção durante a produção é a eficiência das suas linhas. No gráfico abaixo apresentam-se as evoluções das eficiências das várias áreas entre Novembro de 2009 e Fevereiro de 2010.

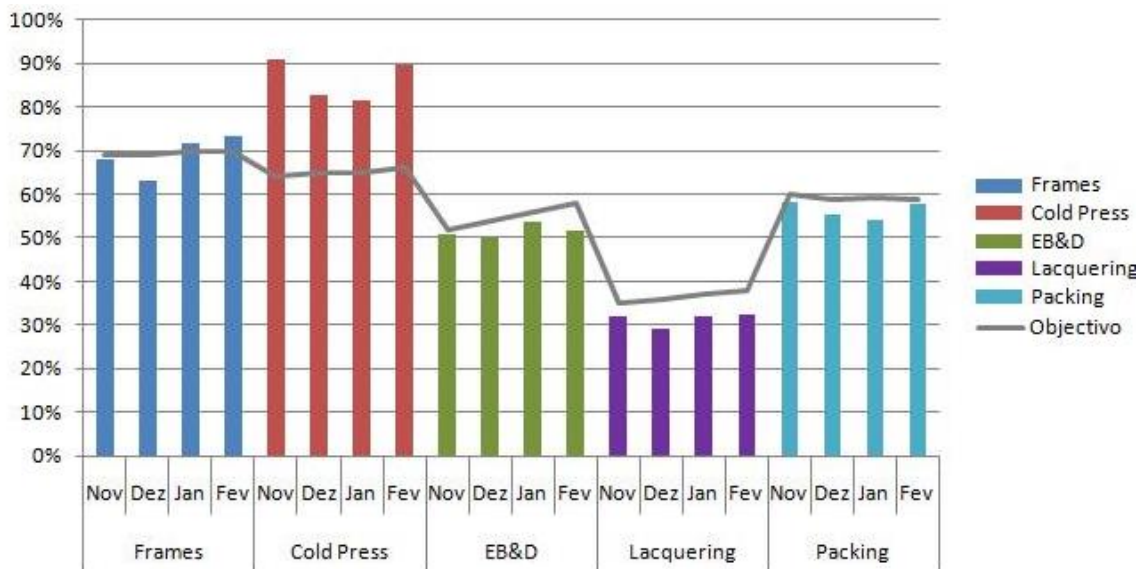


Figura 3.3 – Evolução das eficiências registadas entre Novembro e Fevereiro face aos objectivos estabelecidos.

Esta eficiência não equivale à definição de *Overall Equipment Efficiency*, pilar do TPM, dependente da disponibilidade da linha, da sua performance e a qualidade da produção. Por opção, o índice de qualidade não é incluído no cálculo da eficiência e, no caso específico da EB&D, a linha ou trabalha à sua velocidade teórica ou está parada. Assim, a eficiência é calculada para a área alvo do projecto, apenas com o índice de disponibilidade, ou seja, depende apenas dos períodos de paragem das mesmas.

Eficiência

$$= \frac{\text{Tempo disponível para produção} - \text{Setup} - \text{Microparagens} - \text{Avarias} - \text{Paragens planeadas}}{\text{Tempo disponível para produção}} \quad (1)$$

Estes valores no entanto, não têm grande significado se não comparados com as capacidades e necessidades das várias áreas. Assim sendo, converteram-se as encomendas recebidas nas horas produtivas necessárias para a sua produção e compararam-se com a capacidade efectiva das áreas, dadas as eficiências registadas entre Novembro e Fevereiro.

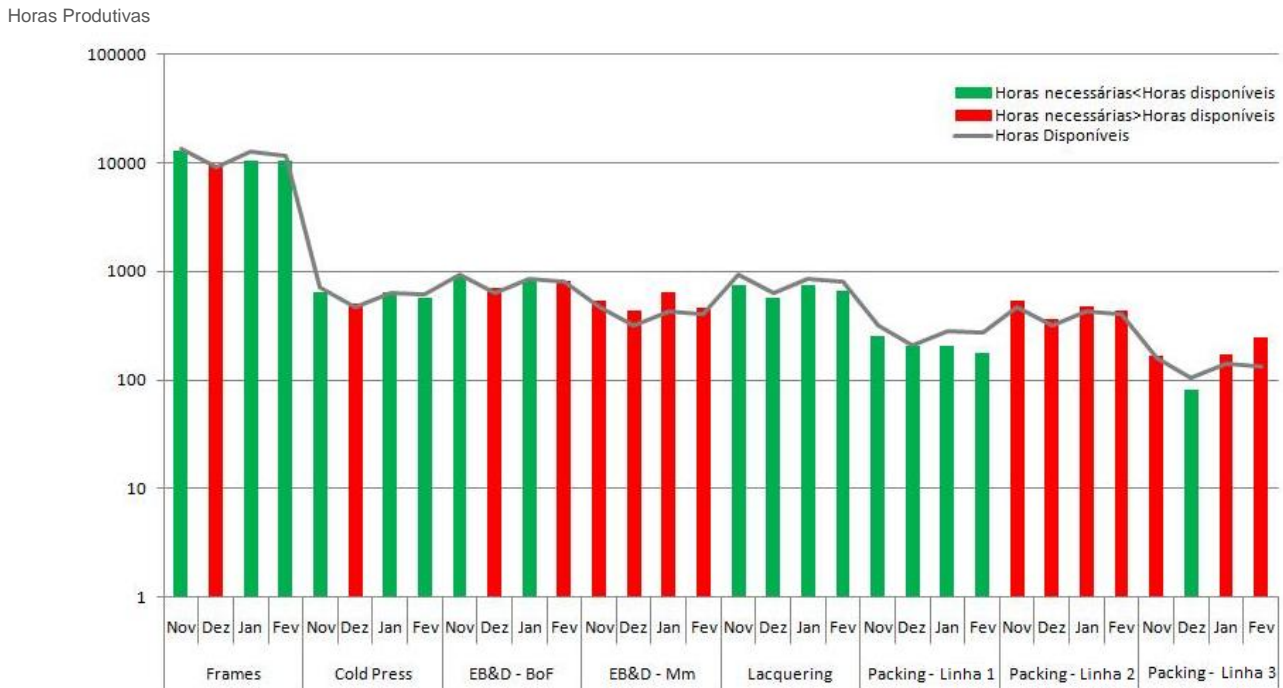


Figura 3.4 – Relação entre as horas disponíveis para produção e horas necessárias para cumprir planos produtivos.

Neste gráfico é feita a distinção entre os produtos BoF e melamina na zona da EB&D e a distinção entre as três linhas distintas de embalagem. A primeira das distinções é importante pois a produção de melamina ocorre somente na linha 1 e a produção de *Board on Frame* nas linhas 2 e 3. As linhas de embalagem foram individualizadas pois os tempos de embalagem de produtos e o número de turnos de trabalho diferem de umas para as outras. É importante assinalar a existência da possibilidade de balanceamento destas linhas pois os trabalhadores estão aptos a trabalhar em todas elas. Também é de lembrar que as linhas de embalagem ainda não trabalham a três turnos sendo possível minorar a escassez de horas verificada na linha 2. A análise da Figura 3.4 permite observar que mês após mês a área de orlagem e furação, dadas as suas eficiências, regista uma escassez de horas produtivas para que consiga responder aos pedidos do planeamento. Isto obriga a que se recorra muitas vezes a horário extraordinário, pois não existe mais onde produzir em horário normal o que implica custos acrescidos para a empresa. Estas horas extraordinárias (não incluídas no gráfico) trazem por arrasto horas extraordinárias também nas áreas a jusante. Se a área EB&D conseguir aumentar a sua eficiência poderá deixar de necessitar horas extraordinárias. Mais peças tivessem sido orladas e furadas e mais produtos teriam sido pintados e embalados pois o Lacquering tem capacidade disponível e as várias áreas do Packing também pois o balanceamento de pessoas entre estas áreas é possível e existe ainda a possibilidade de expandir o horário normal de trabalho para um turno nocturno. Apesar de a EB&D não ser o *bottleneck* teórico é o *bottleneck* actual e assim sendo, o ideal será aplicar medidas nesta zona de modo a passar o gargalo para o seu ponto teórico.

A linha 1, dedicada à produção de melamina, encontra mês após mês uma escassez de horas produtivas para conseguir cumprir as encomendas existentes. Esse facto fez com que esta fosse a área preferida para as primeiras acções de redução de tempos de *setup*. A calendarização das implementações SMED e a vontade de elevar a disponibilidade da linha 3, sistematicamente abaixo da das restantes linhas motivaram a escolha desta linha para o presente projecto.

A terceira linha é a mais recente das três, em que as máquinas e software são ainda mais desconhecidos dos operadores, habituados sobretudo às características da maquinaria das linhas 1 e 2. Isto justifica os tempos mais longos de *setup* e o maior número de paragens durante a produção resultando, na referida menor eficiência. É muito importante que as linhas estejam niveladas pois os produtos das linhas 2 e 3 integrarão o mesmo produto final sendo ideal que cheguem à zona de embalagem simultaneamente.

Assim sendo, o principal objectivo do projecto passa por reduzir os tempos de *setup* para valores que possibilitem o maior nivelamento entre linhas e criar condições que permitam a redução futura do tamanho dos lotes.

3.3 Funcionamento da Linha 3

Justificada a escolha da linha 3 para a realização do projecto segue-se a explicação do funcionamento da linha máquina-a-máquina.

- **Feeder** – Esta máquina localiza-se no início da linha e como o nome indica, alimenta a máquina com peças. A máquina tem dois *conveyors* de entrada nos quais entra simultaneamente um número de pilhas de peças dependente das dimensões das mesmas. Um braço oscilante dotado de ventosas retira as peças das pilhas do *conveyor* e coloca-as no corredor central da linha.
- **Orladoras** – A linha possui três destas máquinas cuja função é aparar os excessos dimensionais das *frames* e colocar orla nas faces laterais das peças. Dependendo das peças em questão o número de faces orladas ao longo da linha varia, variando portanto as orladoras que se encontram em trabalho ou apenas em transporte.
- **Turners** – Existem duas destas máquinas na linha e a sua função é rodar as peças 90° na horizontal. É necessário efectuar esta rotação para que seja possível orlar todos os lados das peças se necessário.
- **Furadoras** – As duas primeiras furadoras da linha têm a capacidade de furar tanto na horizontal como na vertical, a terceira apenas tem a habilidade de furar horizontalmente. Os motores de furação vertical seguram cabeços que por sua vez suportam cachimbos que possuem brocas acopladas. Existem cabeçotes com a capacidade de furar formas diversas e capazes de suportar diferentes quantidades de brocas. Cada motor das furadoras tem capacidade para suportar dois cabeçotes. Cada furadora tem 6 motores inferiores e 4 motores superiores. Os cabeçotes horizontais não são removíveis da furadora sendo apenas lá montadas brocas para peças contendo furação lateral. Uma furadora nunca fura simultaneamente superior e inferiormente e assim, este tipo de furação é repartido pelas duas furadoras consecutivas. Não existe actualmente qualquer peça que receba furação da terceira furadora, localizada após a terceira orladora, estando ela meramente a fazer transporte de peças.
- **Splitter** – Esta máquina é essencialmente uma serra que corta as peças em duas metades longitudinalmente. Isto permite que cada peça que entra na linha dê origem a duas no seu final.
- **Swapper** – Máquina localizada após a Splitter que, com um sistema de ventosas, troca as peças de posição de modo a que as faces anteriormente serradas possam ser orladas.
- **Stacker** – Também conhecido por robot de saída, efectua a operação inversa do Feeder, ou seja, com um sistema de ventosas retira as peças da linha e coloca-as em pilhas nos seus dois *conveyors* tal qual a entrada da linha.

Abaixo representa-se esquematicamente, em vista superior, as transformações que uma peça sofre ao longo da linha. Note-se a não existência de qualquer diferença entre o esquema da peça na primeira e segunda furadora pois, como foi dito, se a Furadora 1 realizou a furação superior, a Furadora 2 fará a inferior, não sendo visível em vista superior.

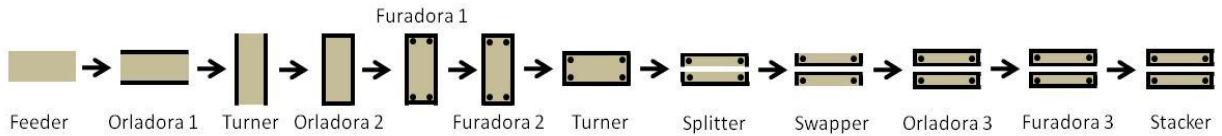


Figura 3.5 – Representação esquemática das transformações sofridas por uma peça ao longo da linha.

A linha possui um sistema informático central, o Supervisor, que controla todas as máquinas excepto as duas furadoras, que possuem um sistema autónomo. Este sistema liga as máquinas em rede e é responsável por parar a linha a montante quando um problema é detectado numa zona anterior da linha. Além desta ligação em rede existe a possibilidade das máquinas funcionarem autonomamente, no chamado modo Manual. O inconveniente desta hipótese é a necessidade de existir um operador constantemente junto ao computador das mesmas para que seja possível avançar peças. Esta é uma opção por vezes utilizada em situações de *setup* em que apenas é necessário avançar algumas peças de teste mas não é uma opção viável para produção contínua.

3.4 Mão-de-obra

Tal e qual as restantes linhas da área de orlagem e furação os operadores estão divididos em três equipas de trabalho, A, B e C. As equipas mudam de turno todas as semanas e cada uma delas é liderada por um operador mais experiente denominado *Line Leader*. Além dele a equipa é constituída por outros seis operadores. A função do *Line Leader* é coordenar a sua equipa e, visto ter um conhecimento mais abrangente da linha, percebendo bem o funcionamento de todas as máquinas, auxiliar os seus companheiros nos problemas que forem surgindo. Ele deve ser o elo de comunicação de toda a equipa com o *Foreman* do turno, o responsável de área ou a chefia. Os restantes operadores de cada equipa foram numerados de 1 a 6 consoante os seus postos de trabalho e funções desempenhadas.

- **Operador 1** – é o operador responsável pelo abastecimento do Feeder devendo garantir que a linha tem sempre peças para funcionar.
- **Operador 2** – a sua função é controlar o lado esquerdo da linha, nomeadamente as três orladoras, a Splitter e a Swapper.
- **Operador 3** – a função deste operador é precisamente igual à do operador 2 mas do lado direito da linha.
- **Operador 4** – as duas furadoras são o posto de trabalho deste operador, não sendo esperado que opere outras máquinas da linha.
- **Operador 5** – também conhecido como o “Inspector/a”, tem como função fazer o controlo de qualidade das peças produzidas. Tem a obrigação de retirar frequentemente peças da linha para verificar se as medidas se encontram dentro das tolerâncias permitidas.
- **Operador 6** – o seu posto de trabalho é o Stacker e a sua função é esvaziá-lo à medida que as peças orladas e furadas vão deixando a máquina. É este operador que faz a etiquetagem e contagem das peças saídas da linha.

Todos os operadores estão em comunicação permanentemente graças a intercomunicadores presentes nas suas protecções auditivas. Os mesmos operadores que operam a linha no seu

funcionamento regular são responsáveis por executar as operações de *setup*. Não existe nenhum tipo de formação específica direccionada para as actividades de *setup* considerando-se que o conhecimento do posto de trabalho é suficiente para que se esteja apto a realizar a troca de ferramentas.

3.5 Troca de ferramentas

3.5.1 As operações de *setup*

A Swedwood define o tempo dos seus *setups* como:

“O tempo decorrido entre a última peça produzida do lote anterior e a primeira peça produzida com qualidade do lote seguinte.”

Esta definição explicita a necessidade de se conseguir iniciar a produção do lote seguinte com qualidade e por isso mesmo, ao longo da troca de ferramentas são feitos vários controlos de qualidade. Pode dizer-se que o objectivo do *setup* é produzir uma peça capaz de passar nos três controlos de qualidade existentes. O fluxograma seguinte ilustra os três pontos de inspecção de qualidade e os consequentes ajustes que a sua ausência implicará.

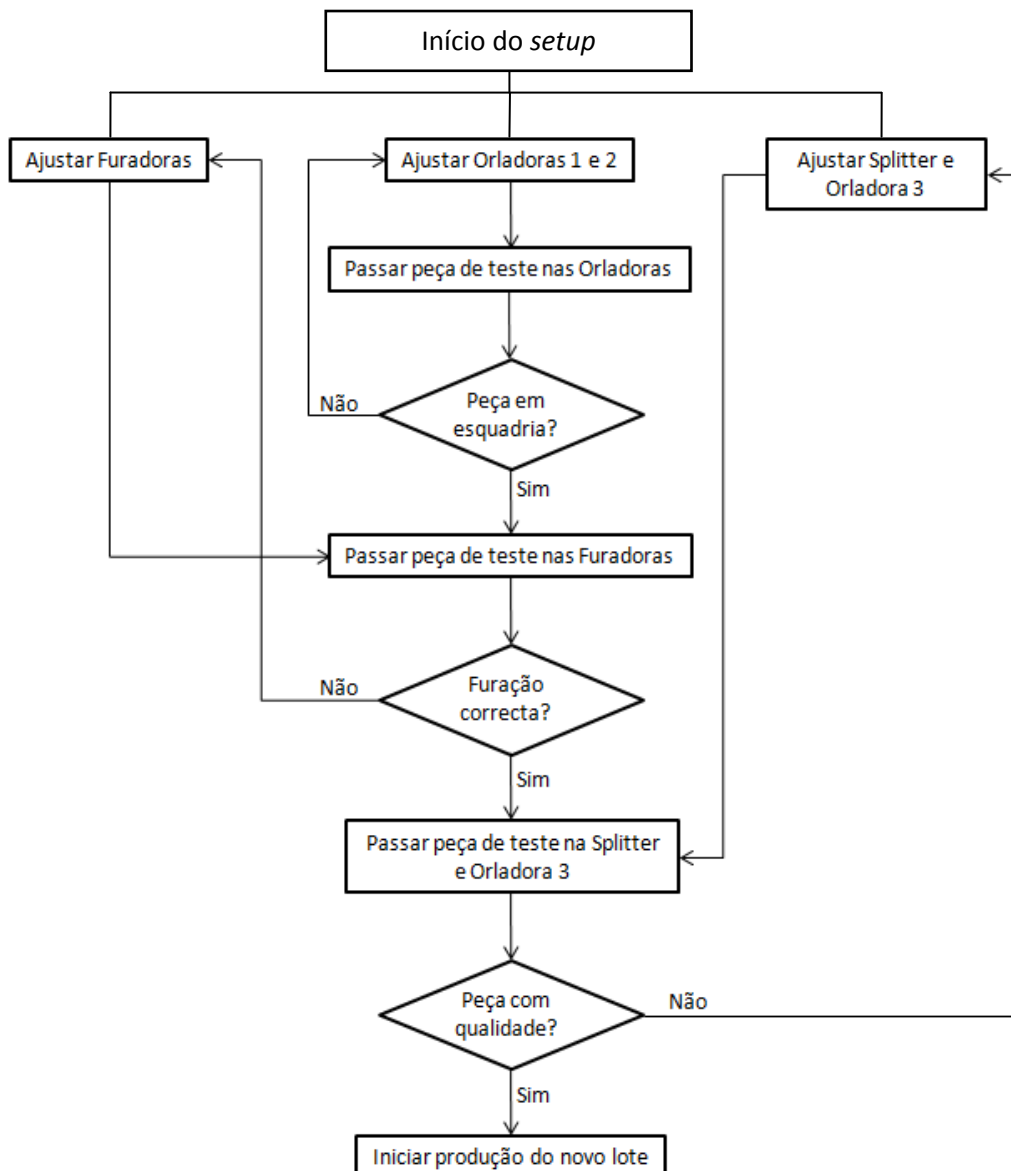


Figura 3.6 – Fluxograma representativo das inspeções de qualidade necessárias nas actividades de *setup*.

Todos os ajustes foram colocados ao mesmo nível para simbolizar a independência de uns relativamente aos outros e que podem ser iniciados simultaneamente se para isso existirem operadores disponíveis. No entanto, as verificações têm que ser encadeadas pois não é possível verificar correctamente a furação numa peça que se encontre fora de esquadria.

3.5.2 Dados e documentação para a troca de ferramentas

As implementações SMED iniciaram-se nas linhas 1 e 2 em finais de Novembro de 2009. À chegada à empresa os tempos de *setup* destas linhas registavam quedas de 22% e 7% relativamente aos tempos de Novembro, 39 e 46 minutos respectivamente. A implementação SMED na linha 3 teve início a 5 de Fevereiro, altura em que o tempo médio de *setup* se localizava nos 61 minutos e o objectivo do presente projecto era alcançar uma redução para 30,5 minutos.

Estes tempos são no entanto tempos médios, ou seja, não estão diferenciados consoante a transição efectuada, aglomerando tanto tempos de transições complicadas como transições mais simples e rápidas. Apesar desta diferenciação fazer todo o sentido existe dificuldade em obter dados suficientes para a executar, visto que os registos feitos são muito rudimentares e não discriminam as transições realizadas. A Figura 3.7 mostra a folha que dá origem aos registos existentes dos tempos de *setup*.

Swedwood											
SEGUIMENTO DIÁRIO DA PRODUÇÃO EB&D - DATA 25/03/2010 LINHA 1 - EQUIPA A - TURNO 3											
23:00	PRD	PP	SET	POQ	AV	COD	REF	PCS	η (%)	OBSERVAÇÕES	
00:00						3.15		1000	35%	WEERES não dava para dar máquina vazia	
00:00						3.17				HOMAG 2 AVARIA MULTIPERFIS Intervenção polacos	
01:00						3.15	23081	1600	56%	Peças esboçadas na HOMAG 2 nos motores das avarias processo de qualidade ACERTOS AVARIA HOMAG 2 TIME OUT Intervenção polacos	

Figura 3.7 – Folha TRS, fonte de dados para tempos de *setup*, pequenas paragens, avarias e eficiência.

Esta folha, denominada TRS, é de preenchimento obrigatório pelos *Line Leaders* ao longo do turno e é um relato do que vai acontecendo a cada cinco minutos. No fim do turno a folha é digitalizada e é feito o somatório do tempo gasto em cada uma das actividades e o número de vezes que ocorreram. Ou seja, visitando a base de dados informática e procurando para um turno específico as ocorrências sob o rótulo “SET” poderemos apenas retirar o tempo médio dos *setups* ocorridos no turno e não o seu tempo exacto.

Além deste registo, a equipa SWOP colocou junto a cada linha uma folha para registo dos tempos de *setup* incluindo campos para comentários ao modo como decorreu o *setup* e pontos a melhorar de modo a reduzir o tempo de transição entre semi-produtos.

Swedwood									
REGISTO DE TEMPOS DE SETUP - LINHA 3									
Data	Equipa	Designação Peça anterior	Designação Peça a produzir	Tempo de setup			Pontos a eliminar	Pontos a melhorar	
				Weeke	Linha	Formen/Swop			

Figura 3.8 – Folha que permite guardar tempos de transições específicas entre peças específicas.

A folha de registos da Figura 3.8 guarda os tempos para transições específicas, no entanto, as temporizações são feitas pelos *Line Leaders* recorrendo a um cronómetro sendo por isso questionável a fiabilidade dos dados registados, ainda assim deverão ser mais precisos do que os recolhidos na folha TRS. A existência de dados dependerá sempre da lembrança ou vontade de o *Line Leader* fazer o registo na folha de registos.

No decorrer da implementação SMED nas linhas 1 e 2 elaboraram-se *Tasklists*, tipicamente conhecidas por *Standard Operation Sheets* (SOS's) que descrevem e guiam os operadores pelas tarefas que devem efectuar. Pela observação desta folha auxiliar, na Figura 3.9, é notória a existência na empresa da noção da importância da separação entre *setup* interno e externo.


Swedwood Tasklist - Posto 3		
Operador 3		
Versão :1:1		Data: 01/02/2010
No.	Instruction	Frequency
1	Confirmar medidas do frame	Pré-setup
2	Colocar num canal a orla que vai entrar a seguir	Pré-setup
3	Colocar peças ao longo da linha	Pré-setup
4	Verificar se máquina está vazia	Pré-setup
5	Alterar os motores se necessário	Setup
6	Passar peças para ajustes	Setup
7	Verificar as medidas da peça	Setup
8	Se for peças duplas e a furadora ainda não estiver OK, pegar numa peça e saltar a furadora para fazer o resto dos ajustes.	Setup
9	Fazer ajustes se necessário.	Setup
10	Começar a limpar (motores de orla, copiadores, rolo da cola...) locais onde não se pode limpar com máquina em andamento.	Setup
11	Arrumar local de trabalho (tirar orlas antigas,, varrer o chão...)	Pós-setup
12		

Figura 3.9 – Exemplo das SOS's existentes à data de início do projecto.

3.5.3 Importância da ferramentaria nas operações de *setup*

A ferramentaria tem um grande peso na forma como decorre a troca de ferramentas. Como o próprio nome deixa antever a ferramentaria é o local onde são guardadas as ferramentas necessárias ao funcionamento das várias máquinas da linha. Este é um recurso partilhado por toda a área EB&D guardando desde brocas, cabeçotes, serras, fresas a líquidos de refrigeração, limpeza e lubrificantes. Apesar desta variedade de materiais armazenados, a importância desta área para os *setups* cinge-se a duas máquinas específicas, as furadoras. Enquanto que as restantes máquinas da linha necessitam apenas de ajustes dimensionais ou limpezas na altura da troca de ferramentas e que a substituição das fresas ou serras das orladoras se realiza quando o corte começa a ser defeituoso, as furadoras necessitam do contributo da ferramentaria em todos os *setups*. Nestas máquinas é necessário efectuar, além de uma breve limpeza e ajustes dimensionais, a desmontagem e montagem de cabeçotes e brocas que são armazenados na ferramentaria. Estes cabeçotes devem ser transportados em carrinhos de ferramentas pelos trabalhadores da zona até junto das furadoras. O sucesso da furação depende compreensivelmente de todas as ferramentas estarem presentes no carrinho e em boas condições. Detectar um esquecimento ou problema nas ferramentas a montar na altura do *setup* significará uma deslocação durante o *setup* interno à ferramentaria localizada a

195 metros das furadoras, o que implicará inevitavelmente uma grande perda de tempo. Aceitando como tempo médio de um passo 0,7 segundos e comprimento médio 70 centímetros, perder-se-ão 6 minutos e meio apenas em deslocações entre a ferramentaria e a linha.

Os carros porta-ferramentas são preparados na ferramentaria com o auxílio de uma folha de montagem, a mesma que é utilizada pelos operadores das furadoras para efectuar a montagem das furadoras. A colocação dos cabeçotes nos carros não segue um critério ou ordem específicos. As fotografias seguintes foram tiradas na ferramentaria, na da esquerda é possível observar diferentes cabeçotes e a sua forma de arrumação.



Figura 3.10 – Arrumação dos cabeços e brocas na ferramentaria é fundamental para a correcta preparação do *setup*.

A quantidade de cabeçotes existente não permite a sua dedicação à produção de semi-produtos únicos. É importante também referir que estas ferramentas não são únicas, isto é, como não possuem qualquer marcação não existe um histórico do seu percurso ao longo da sua vida. Os cabeçotes utilizados nas linhas 1 e 2 são semelhantes, podendo ser usados indiferentemente em ambas as linhas, os cabeços da linha 3 no entanto são dedicados, sendo a sua utilização possível apenas nas furadoras desta linha. A fotografia da direita mostra a arrumação das brocas que serão acopladas aos cachimbos que permitem o encaixe nos cabeçotes. Estas brocas também não são dotadas de unicidade, não existindo um histórico das suas furações pelo que quando uma parte é substituída por uma outra qualquer independentemente do seu historial.

4 Redução dos tempos de *setup* na linha 3

4.1 Estruturação do projecto

Apesar de a Swedwood Portugal estar ainda a dar os primeiros passos na redução dos tempos de troca de ferramenta, foi criado pela Swedwood Internacional um manual corporativo para implementações SMED, que deverá ser seguido pelas fábricas do grupo nos projectos de redução do tempo de troca de ferramentas. O grupo possui um colaborador dos seus quadros dedicado exclusivamente a implementações SMED que se desloca de fábrica em fábrica para auxiliar as equipas SWOP locais nestas tarefas. Esta pessoa coopera activamente com a empresa de consultoria industrial sueca Palmgren & Partner AB, cujos consultores acompanham as suas visitas às fábricas onde se iniciam projectos de redução de tempos de *setup*. O manual acima referido estabelece o plano temporal para a implementação SMED com duração de 31 semanas incluindo sessões de filmagem e reuniões de acompanhamento como apresentado na Figura 4.1.

Week	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Define Project group	Yellow																														
Gather information		Yellow	Yellow																												
Prepare 1st workshop			Yellow	Yellow																											
Workshop 1 (1st filming)					Red																										
Execute changes						Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green																			
Follow-up meeting									Blue																						
Prepare 2nd workshop											Yellow	Yellow																			
Workshop 2 (2nd filming)													Red																		
Execute changes														Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green					
Follow-up meeting																				Blue					Blue						
Continuous practicing																										Green	Green	Green	Green	Green	
Hand over project																															Red

Figura 4.1 – Plano temporal do projecto segundo o *Corporate Manual* para SMED. Fonte: Swedwood.

Apesar da participação dos consultores, pode dizer-se que a equipa SWOP local trabalha de forma bastante autónoma visto que apenas os pontos assinalados a vermelho no diagrama indicam semanas de presença dos consultores na empresa. Durante as restantes semanas o trabalho é desenvolvido de forma independente, preservando-se, no entanto, uma comunicação semanal com a equipa externa de trabalho.

Nas semanas em que as equipas externa e interna se reúnem, a forma de trabalhar está bem estabelecida:

1. Realização de filmagens do *setup* com uma câmara de vídeo dedicada a cada operador;
2. Introdução dos vídeos recolhidos no programa AviX® e divisão dos mesmos em tarefas;
3. Troca de ideias entre o grupo de trabalho (equipa externa e interna) possibilitando a simulação de uma nova forma de trabalhar removendo deslocações e tarefas desnecessárias, e a passagem de outras para *setup* externo;
4. Sugestão de melhorias técnicas que possibilitem a eliminação ou redução da duração de tarefas de *setup* interno;
5. Criação de um Plano de Acções que a equipa interna de trabalho se propõe executar até à reunião seguinte com a equipa externa. A cada acção é atribuído um responsável, uma data para a sua execução e um grau de urgência ou importância;

6. Apresentação aos operadores dos vídeos recolhidos e da versão simulada para recolher as suas opiniões e procurar a sua aprovação para a nova forma de trabalhar. Os operadores aproveitam a oportunidade para fazer algumas sugestões ainda não ponderadas pela equipa SWOP que são acrescentadas ao Plano de Acções;
7. Criação das *Standard Operation Sheets* que os operadores devem seguir durante as operações de *setup*. Estas folhas auxiliares podem ser mais ou menos detalhadas dependendo da fase de implementação. Em fases iniciais cujo principal objectivo é o de eliminar deslocações e tarefas desnecessárias não é forçoso detalhar-se demasiado as tarefas, evitando a colocação do operador sobre demasiada pressão. À medida que os tempos vão sendo reduzidos e cada segundo começa a ter mais peso no tempo total de *setup* interessa detalhar o *standard* de trabalho o mais possível para que sejam eliminados sistematicamente desperdícios.

A primeira visita da equipa de consultores à Swedwood Portugal deu-se a 12 de Fevereiro do corrente ano, a segunda a 12 de Abril e a terceira a 6 de Julho, data posterior ao término do presente relatório pelo que a fase de entrega do projecto à equipa interna (*Hand over*) não se incluirá no relatório. Esta fase de entrega do projecto é importante pois marca o início de uma parte vital da implementação SMED, a manutenção dos baixos tempos de *setup* atingidos nos passos anteriores.

Assim, a 12 de Fevereiro realizaram-se as primeiras filmagens do *setup* seleccionado como referência a transição do tampo da Lack Table 90x55 para o painel lateral da estante Exedit 79x79. Esta foi a transição escolhida como referência por envolver dois semi-produtos de revisita produtiva frequente nesta linha. Seguindo a classificação ABC, o painel da estante está classificado como “A” e o tampo de mesa como “B”. Seleccionou-se esta transição por ser considerada de dificuldade intermédia contemplando um número significativo de tarefas que os *setups* muito simples não englobam mas não sendo complexa ao ponto de ser demasiado morosa de analisar.

A Swedwood não possui, à data de início do projecto, informação detalhada e consistente quanto ao tempo de cada transição efectuada, em grande parte devido ao método de recolha de dados apresentado no capítulo anterior. No entanto, se a folha de registo de tempos colocada junto à linha for preenchida devidamente, estão reunidas as condições para ter os tempos de *setup* discriminados por transição específica, data, equipa de trabalho e tipo de dificuldades sentidas. Esta última opção é útil pois permite realizar uma análise estatística dos pontos que os operadores indicam como causadores de demora excessiva do *setup* apontando então quais os problemas a ser prioritariamente resolvidos. Apesar de a folha *Microsoft Excel*® permitir o tratamento dos dados consoante a vontade do utilizador implica a introdução dos dados recolhidos na linha “à mão”, dados esses que são também recolhidos de forma manual pelos *Line Leaders* recorrendo a um cronómetro. Idealmente o sistema de informação que controla a linha de produção, o *Supervisor*, deveria ser por si só, capaz de providenciar os tempos de *setup* discriminados por transição de semi-produto bem como as curvas de *ramp-down* e *ramp-up*, pré e pós a troca de ferramenta. Tal apenas não acontece por se ter abdicado dessa opção a quando da aquisição da linha.

4.1.1 Workshop 1

Durante as primeiras filmagens realizadas, em Fevereiro, o tempo de *setup* registado foi 51 minutos. A equipa do projecto, após receber uma breve formação de como trabalhar com o AviX®, tratou os vídeos e chegou à simulação do que poderia ter acontecido caso se tivessem evitado algumas tarefas e deslocações desnecessárias. Nesta simulação o tempo total de *setup* fixou-se nos 21 minutos e 30 segundos como pode ser visualizado na Figura 4.2.

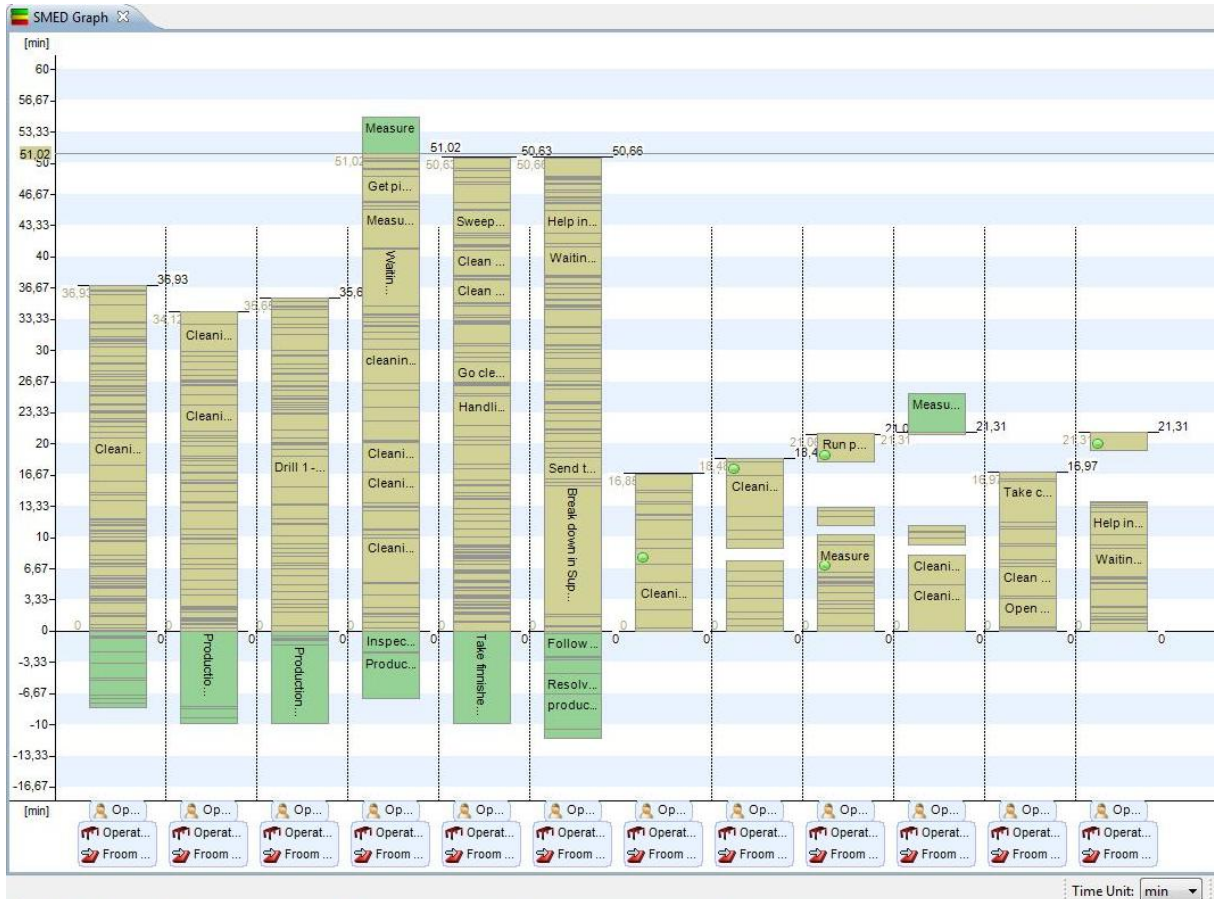


Figura 4.2 – Printscreen do programa AviX® confrontando o *setup* tal qual ocorreu com o que poderia ter ocorrido numa situação de menor desperdício.

O lado esquerdo do diagrama representa a filmagem original e o lado direito a simulação. A simulação foi criada retirando tarefas da filmagem original que se consideraram desnecessárias, fez-se um balanceamento entre operadores de modo a que as cargas de trabalho fossem o mais homogêneas possíveis e inseriram-se dependências entre tarefas uma vez que algumas apenas podem iniciar-se quando outras terminam.

Neste primeiro *workshop* não se procurou intervir nos pormenores de como o *setup* é realizado em cada máquina, procurou-se sim alocar os operadores aos postos de trabalho minimizando desperdícios, especialmente em deslocações desnecessárias. A passagem de um lado da linha para o outro é feita por passagens superiores existentes ao longo dos seus 120 metros e verificou-se, nesta primeira filmagem, que os operadores se deslocavam de um lado para outro com grande frequência. A principal razão para tal era o facto de apenas existirem mangueiras de ar comprimido, usadas para efectuar limpezas superficiais, de um lado da linha. Fazendo a simulação assumiu-se que seriam instaladas mangueiras de ambos os lados pelo que esta deslocação deixaria de se justificar. A instalação das mangueiras de ambos os lados da linha foi colocada no Plano de Acções com um grau de urgência elevado e com uma data esperada de resolução anterior à realização do *Workshop 2*.

Tal como planeado apresentaram-se as filmagens aos operadores, tanto a versão original como a simulada, com o intuito de obter as suas reacções e opiniões. Evitou-se, tal como exposto no Capítulo 2, adoptar qualquer postura crítica relativamente à prestação individual dos operadores presentes na filmagem tentando mostrar que as gravações são uma ferramenta para auxiliar a melhoria dos processos e não uma forma de controlo. Pretende-se com esta atitude motivar os operadores a exporem as suas ideias e opiniões quanto à forma como decorrem os *setups* e as suas sugestões de melhoria. As duas fotografias abaixo apresentadas foram tiradas durante a primeira destas sessões de apresentação.

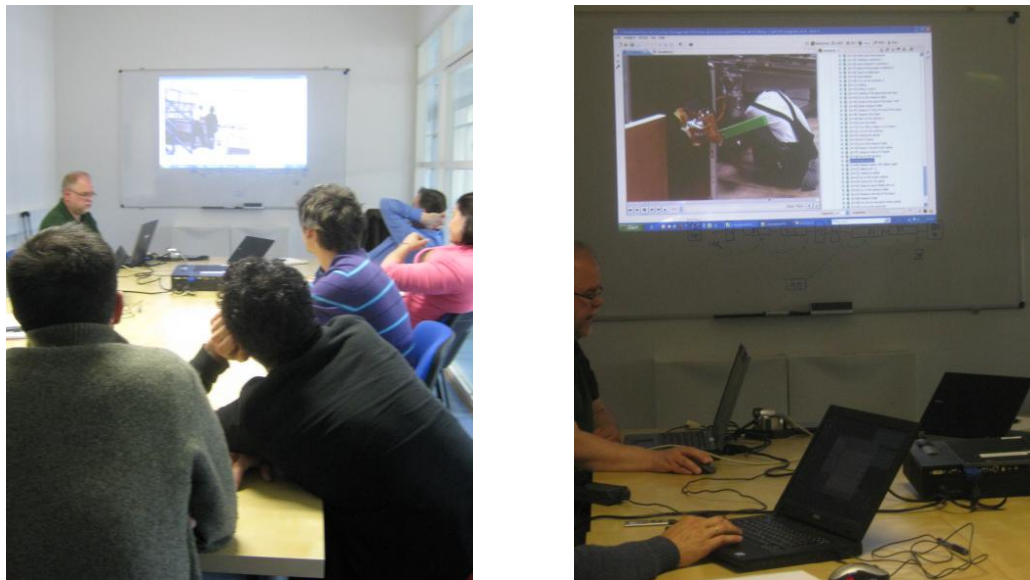


Figura 4.3 – Sessão de apresentação e recolha de *feedback* com os operadores sobre o novo método de trabalho.

Após a nova metodologia de trabalho ter sido aprovada pelos seus actores principais elaboraram-se novas SOS's funcionando como uma pequena cábula para que se recordem das tarefas que devem executar durante o *setup*. Abaixo apresentam-se duas SOS's criadas para o Operador 5 e o Operador 0 (*Line Leader*), as restantes encontram-se no ANEXO A.

Swedwood Posto 5		
Versão :1:3		Data: 22/04/2010
Nr.	Tarefa	Frequência
1	Arrumação da peça anterior	Pré-Setup
2	Desenho da peça seguinte e gabari	Pré-Setup
3	Documentação da peça seguinte	Pré-Setup
4	Ter cinto de ferramentas colocado com todas as ferramentas necessárias	Pré-Setup
5	Posicionar-se junto à Orladora 3 (Lado Esquerdo)	Pré-Setup
6.A	Efectuar limpeza da Orladora 3 (Lado Esquerdo)	Setup
7.B	Iniciar limpeza da Swapper e Splitter	Setup
8	Quando chamado pelos headsets deve deslocar-se à mesa de medição para efectuar controlo da peça furada	Setup
9	Deslocar-se à estação de qualidade para retirar peças	Setup
10	Controlo das medições da peça furada e cortada com Opera e Line Leader	Setup
11	Validação da 1ª peça OK	Setup
12	Arrumar local de trabalho	Pós-Setup

Deslocações durante o setup	
	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar apenas tarefas que contribuam para pôr a linha em andamento. - O operador deve permanecer no seu posto de trabalho. - Objectivo: Colocar a máquina a produzir o mais depressa possível.

Swedwood Posto 0		
Versão :1:3		Data: 22/04/2010
Nr.	Tarefa	Frequência
1	Saber referência, quantidade, cor a produzir	Pré-Setup
2	Verificar desenhos, cola, orla, frames	Pré-Setup
3	Informar todos os operadores do produto que vai entrar a seguir	Pré-Setup
4	Garantir que não ficam peças do produto anterior ao longo da linha	Pré-Setup
5	Ter cinto de ferramentas colocado com todas as ferramentas necessárias	Pré-Setup
6.A	Quando as 2 últimas paletes estão no RBO de entrada ordenar ao Supervisor a paragem sequencial da linha após passagem das últimas peças	Pré-Setup
7.A	Garantir que todos os operadores estão nos locais correctos quando o setup começar	Pré-Setup
8	Lançar novo programa no SUPERVISOR	Setup
9.B	Realizar a medição da esquadria e informar ajustes aos operadores 2 e 3	Setup
10.C	Realizar a medição da 1ª peça furada e informar ajustes ao Operador 4 pelos headsets	Setup
11	Aprovar a 1ª peça OK	Setup

Deslocações durante o setup	
	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar apenas tarefas que contribuam para pôr a linha em andamento. - O operador deve permanecer no seu posto de trabalho. - Objectivo: Colocar a máquina a produzir o mais depressa possível.

Figura 4.4 – Standard Operation Sheets para o Operador 5 e Line Leader.

Além da listagem das tarefas a executar, decidiu-se incluir um pequeno *croqui* com uma vista superior esquemática da linha proporcionando um guia visual das deslocações do operador. Apesar de ser uma ferramenta muito usada, optou-se por não fazer estas SOS's no formato de listas de verificação pois achou-se que dada a constante necessidade de movimentação não seria prático estar constantemente a assinalar o progresso das tarefas.

4.1.2 *Workshop 2*

O formato do segundo *workshop* é muito semelhante ao primeiro e serve essencialmente como um acompanhamento e reforço do empenho na redução dos tempos de *setup*. Tal qual o anterior a chegada dos consultores à Swedwood coincide com a realização de novas filmagens para o *setup* de referência. Idealmente o Plano de Acções criado no primeiro *workshop* teria sido integralmente cumprido e os operadores realizariam o *setup* tal e qual a simulação realizada. A situação ideal não se verificou e o tempo registado nas filmagens para o novo *setup* foi de 30 minutos. Uma das razões pelas quais não foi possível realizar o *setup* tal e qual o simulado inicialmente foi o facto de não ter sido possível cumprir todas as acções propostas no Plano de Acções estando estas projectadas para uma altura mais tardia. Assim sendo, as filmagens recolhidas resultaram num novo ficheiro AviX® que permitiu fazer uma nova simulação e consequente Plano de Acções e novas SOS's.

As principais alterações a nível organizacional do *Workshop 1* para o *Workshop 2* foram:

- Formalização da necessidade de incluir ajuda de mais um elemento nas furadoras durante o *setup*. Este elemento auxiliar deverá ser um elemento da ferramentaria, que apesar de não conhecer o funcionamento das máquinas tão a fundo como o Operador 4, é capaz de realizar um número de actividades manuais importantes. Assim o Operador 4 fica encarregue da totalidade do *setup* na furadora mais complicada de ajustar e o elemento extra inicia a troca de ferramentas na outra, quando o primeiro terminar os seus ajustes, retoma o trabalho do seu ajudante no ponto em que este se encontrar;
- No primeiro *workshop* consideraram-se as limpezas parte integrante do *setup* e que deveriam ser realizadas nesta altura para evitar peças defeituosas. No segundo *workshop* o paradigma muda um pouco e considera-se que apenas deve ser realizada a limpeza estritamente necessária para possibilitar a troca de ferramenta e fazer avançar as peças de teste. A linha deve estar a funcionar de forma limpa e existem interrupções para limpeza programadas na produção, assim sendo, a altura de *setup* não deve ser encarada como tempo de limpeza. A prioridade dos operadores deve ser fazer os ajustes geométricos necessários para a produção afastando somente a sujidade das localizações que interferem com a qualidade destes ajustes;
- Visto que o *Line Leader* é o principal responsável pelas peças que abandonam a linha deverá ser ele a realizar todas as medições. Isto pretende eliminar algum “fechar de olhos” que por vezes pode ocorrer por parte de algum outro operador apenas para que o *setup* termine mais rápido. O interesse da brevidade do *setup* já foi exposto nos capítulos anteriores, no entanto, a redução do seu tempo não deverá nunca ser conseguida sacrificando a qualidade da produção;
- Ao efectuar as medições da furação da peça o *Line Leader* deverá comunicar pelo sistema de intercomunicação dos seus protectores auditivos ao operador da furadora os ajustes a realizar. Anteriormente era o Operador 4 quem furava a peça de teste, a levava à mesa de medição para controlar as medidas e em seguida se deslocava novamente à furadora para realizar os ajustes necessários.

As duas fotografias seguintes foram tiradas durante o segundo *workshop* realizado, procedendo tal qual no primeiro, apresentando a nova metodologia de trabalho aos operadores e recolhendo as suas ideias e opiniões para depois formalizar a metodologia com novas SOS's.

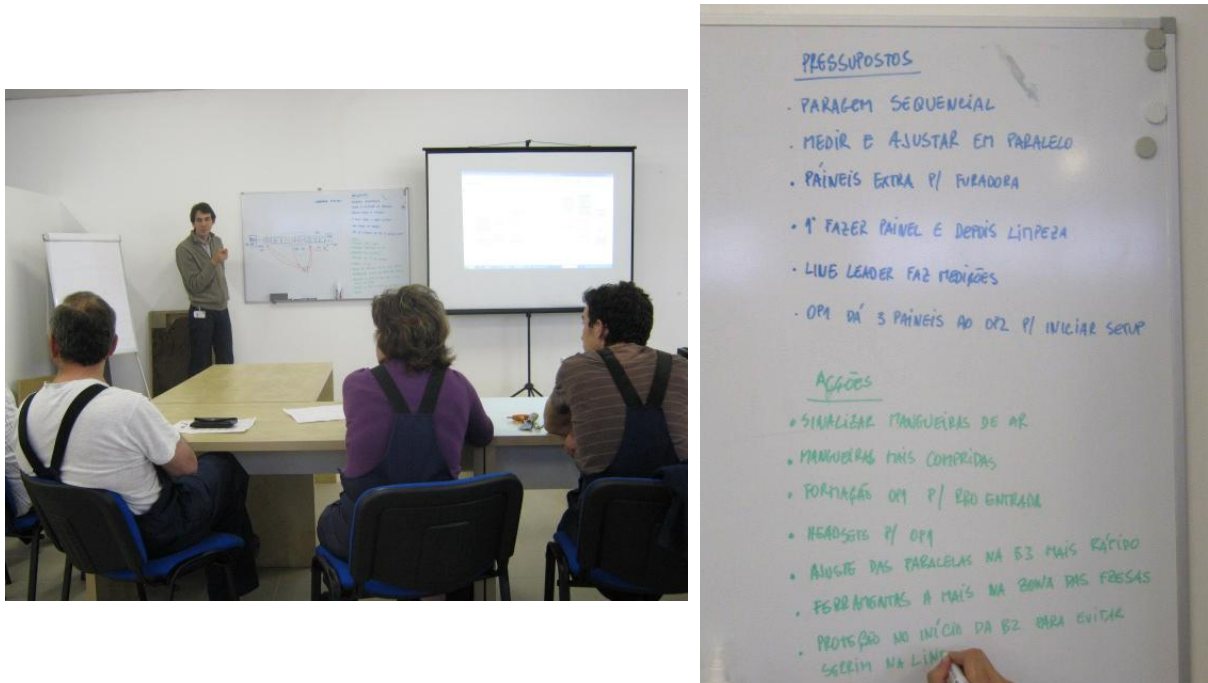


Figura 4.5 – Nova sessão com os operadores onde são actualizados os pressupostos de trabalho bem como as melhorias a realizar na linha.

4.2 Actuação sobre o *bottleneck* do processo

A área da orlagem e furação e, mais concretamente, a linha 3 foram escolhidas para a aplicação do projecto, pelas razões expostas no capítulo 3, acreditando-se que daqui se retirariam os maiores frutos para a fábrica BoF como um todo. De igual forma, analisando as filmagens e múltiplos *setups* durante a duração do projecto foi possível identificar como gargalo da linha durante a troca de ferramenta, as duas furadoras.

A maioria das máquinas da linha, à excepção das furadoras, durante o *setup* necessitam apenas de ajustes dimensionais para receberem as peças do novo lote. Inclusivamente, a maioria destes ajustes são comandados pelo software da linha, o previamente referido *Supervisor*, sendo apenas necessário “lançar” o programa e efectuar pequenos ajustes manuais dependentes da transição em questão. Por outro lado as furadoras necessitam de um número elevado de tarefas totalmente manuais como a remoção das ferramentas usadas para o lote em produção, a montagem de novas ferramentas para o lote seguinte e a colocação dessas ferramentas nas posições adequadas. É importante destacar que esta última operação é de importância crucial visto que as tolerâncias adoptadas para a furação são de 0,3 milímetros. Dados os registos efectuados e os *setups* observados verifica-se que, numa grande percentagem das vezes, o tempo total da troca de ferramentas é igual ao tempo de troca das ferramentas da furadora acrescido do tempo de chegada da primeira peça desde a furadora ao fim da linha que é cerca de um minuto.

$$\text{Tempo total de setup} = \text{Tempo de setup da furadora} + 1 \text{ minuto} \quad (2)$$

Assim sendo, esta é a zona da linha onde faz mais sentido intervir e por isso alguns dos principais esforços do presente projecto passaram pela redução do tempo interno de *setup* destas máquinas o que resultará numa diminuição do tempo total da linha.

4.2.1 Actualização das folhas de apoio

Observando algumas trocas de ferramentas e sondando os operadores quanto às suas principais queixas, identificou-se como possibilidade de melhoria a simplificação das folhas de apoio que guiam os operadores na montagem das ferramentas necessárias para o novo lote. A Figura 4.6 da página seguinte é um exemplo de folha de apoio para a montagem de ferramentas para a produção da peça lateral da estante Expedit 79x79. As informações importantes incluídas neste documento são as seguintes:

- Nome do produto;
- Programa a “lançar” nas furadoras para a produção do semi-produto em questão;
- Coordenadas X, Y1 e Y2 posicionadoras dos cabeçotes inferiores, superiores e horizontais e coordenada para o posicionamento dos batentes.
- Representação esquemática da montagem dos cabeçotes na furadora;
- Enumeração das características das brocas que devem constar nos cabeçotes.

Apesar da maioria da informação constar na versão inicial da folha, a verdade é que é a forma como essa informação está disposta (por ser de difícil relacionamento com o aspecto físico da furadora) não explora a potencialidade destas folhas de apoio. Só operadores com conhecimento das peças produzidas e da maquinaria conseguirão efectuar a montagem correcta dos cabeçotes. Outra questão debatida é o facto de elas não possibilitarem a rápida detecção de erros de montagem nos cabeçotes que são preparados pré-*setup* para o novo lote pois apesar de conterem a lista de brocas a montar, não é possível perceber a localização correcta de cada uma delas sem a observação do desenho técnico.

A folha da figura surge no *setup* dentro de uma pasta arquivadora em conjunto com o desenho técnico da peça e algumas folhas geradas pelo programa das furadoras contendo informação ora redundante, ora contraditória. Não encontrar rapidamente a informação de que se precisa, tendo que folhear constantemente entre informações desnecessárias significa obrigatoriamente um desperdício de tempo. Assim, a prioridade inicial foi compilar a informação da referida pasta arquivadora numa folha única com informações correctas e inequívocas. Procurou-se também aproximar a representação esquemática do novo documento ao aspecto físico das furadoras para que a montagem seja a mais intuitiva possível.

REGISTO DE SETUP - FURAÇÃO BIESSE-TECHNO

Nome do Produto: EXPEDIT SHELVING UNIT 79x79

Desenho Nº: 021 FRO109-ED Programa na Biesse Nº: 319472 Double:

Nº Motores Inferiores: 3 Nº Motores Superiores: 0 Nº Motores Horizontais: 4

Cabeçotes Inferiores

Furadora Nº: 1

Batente: -83

	X	Y1	Y2
Vinf 1	24	553	58
Vinf 2	344	518	34
Vinf 3	64	558	58
Vinf 4			
Vinf 5			
Vinf 6			

Cabeçotes Superiores

Furadora Nº: 0

Batente: -03

	X	Y1	Y2
VSUP 1			
VSUP 2			
VSUP 3			
VSUP 4			
VSUP 5			
VSUP 6			

Cabeçotes Horizontais

Furadora Nº: 182

Batente: -93

	X	Y1	Y2
OR Sx		384	223
OR Dx	691	384	223
N-2		384	219
	691	384	223

Furadora Nº	N	Qty	Sentido	Descrição
<u>1</u>	4	DIR	\varnothing 6.2	x++
	4	ESQ	\varnothing 6.2	x++
	8	DIR	\varnothing 5.5	x++

Furadora Nº	N	Qty	Sentido	Descrição

Furadora Nº	N	Qty	Sentido	Descrição
<u>182</u>	4	DIR	5.5	x++ CONIC
	4	ESQ	5.5	x++ CONIC

Elaborado por: Ricardo Marques | Verificado Por: | Data:

Figura 4.6 – Exemplo da folha de apoio para o painel lateral da Expedit 79x79.

Os desenhos utilizados para fazer o controlo da furação na referida mesa de medição foram apontados como de alteração prioritária. Estes desenhos eram os desenhos técnicos dos semi-produtos que, compreensivamente, possuem demasiada informação para quem apenas está interessado em aferir a qualidade da furação. Assim interessaria que o desenho utilizado omitisse informação relativa aos processos anteriores (localização da *frame* e do papel favo de mel), esquecesse as cotas não relacionadas com o posicionamento da furação e representasse o mais claramente possível as medidas com as quais a furação da peça deverá ser comparada. A figura seguinte mostra uma redução de um desenho utilizado para controlo da furação.

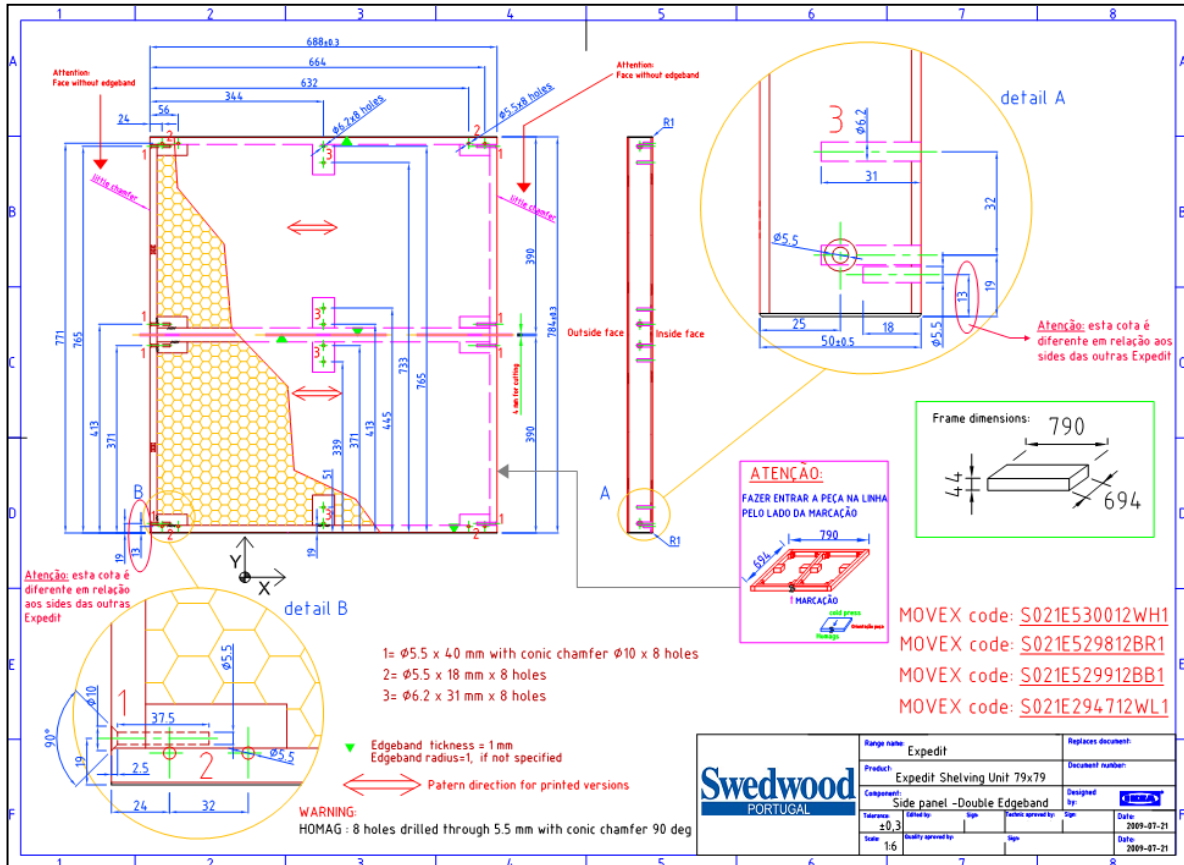


Figura 4.7 – Desenho técnico utilizado para controlo da furação.

Em sintonia com a ideia de simplificação surge a ideia de alterar a forma de indicação das cotas. Visto que a mesa de medição não mede distâncias mas sim coordenadas espaciais de posicionamento, tal como mostrado na Figura 4.8, ter um desenho com coordenadas X e Y será de compreensão mais simples do que com a cotagem convencional do desenho técnico. Não faz sentido incluir a coordenada Z no desenho pois a ponteira de medição que a mesa possui tem um diâmetro superior à maioria dos furos, não permitindo o controlo correcto da sua profundidade.

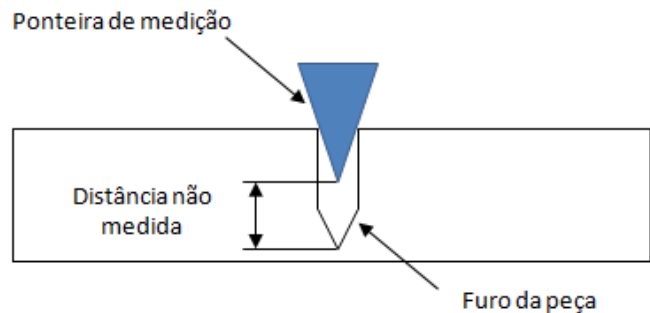


Figura 4.8 – A mesa de medição controla coordenadas posicionais e não dimensões. A ponteira de medição inviabiliza a medição correcta da profundidade dos furos recorrendo-se à utilização do paquímetro.

Na busca da simplificação simultânea das folhas de apoio e dos desenhos de controlo de medições nasce a ideia de a nova folha auxiliar de montagem da furadora incluir as dimensões a controlar na mesa de medição.

A Figura 4.9 mostra a nova folha de apoio criada que pretende, na sua unicidade, ser capaz de funcionar como uma fonte de informação fiável para a confirmação da correcta preparação dos carros de ferramenta antes do início do *setup*, para a montagem dos cabeços nas furadoras e posicionamento dos respectivos motores, bem como para a comunicação entre o medidor da furação e o realizador dos ajustes. Dadas as suas múltiplas aplicações causou inicialmente alguma estranheza mas foi para os operadores uma evolução feliz relativamente às folhas existentes anteriormente.

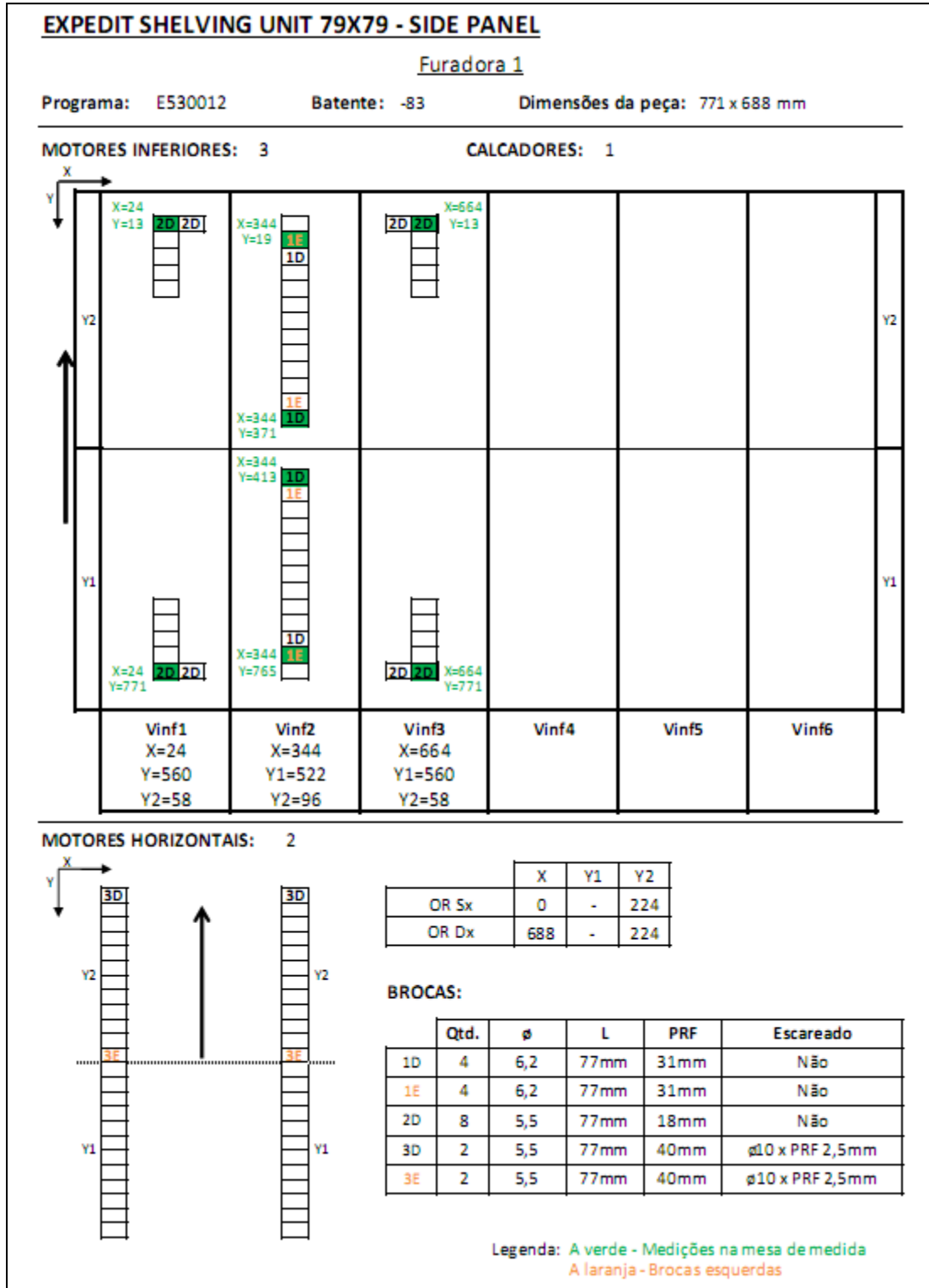


Figura 4.9 – Nova versão da folha de apoio para o painel lateral da estante Expedit 79x79.

4.2.2 Realização de ajustes via intercomunicador

As simplificações referidas anteriormente tornam o trabalho do operador mais simples pois põem à sua disposição a informação necessária de forma mais óbvia do que até então. No entanto, estas alterações não modificam a forma de trabalhar dos operadores e em *setups* longos os ganhos originados por estas melhorias poderão ser considerados marginais. Assim procurou-se utilizar a simplificação alcançada pela reformulação dos documentos anteriormente referidos e intervir na organização do *setup* procurando reduzir o tempo gasto nas medições da furação e consequentes ajustes. Esta nova organização foi descrita no último ponto dos novos procedimentos estabelecidos no *Workshop 2* apresentado no capítulo anterior. A nova forma de trabalhar obriga a que exista uma comunicação inequívoca entre quem controla as medições na mesa e quem efectua os ajustes na furadora. Para isso preparou-se uma formação para os três *Line Leaders* e os três operadores da furadora da linha 3 para exposição da melhor forma de comunicação. A apresentação *Microsoft PowerPoint®* utilizada está disponível na íntegra no ANEXO B. O quadro seguinte mostra as ordens que devem ser dadas por quem se encontra na mesa de medição ao Operador 4. É importante que as indicações sejam efectivamente dadas sobre a forma de “ordens” pois caso contrário introduzir-se-ão erros no processo e erros nesta altura resultarão obrigatoriamente em tempo somado ao total como mostrado em (2).

Tabela 1 – Resumo da forma de comunicação entre Operador 4 e *Line Leader*.

SE...	ENTÃO...	
	Furação Inferior	Furação Superior
X medido > X desenho	Diminuir	Diminuir
X medido < X desenho	Aumentar	Aumentar
Y medido > Y desenho	Diminuir	Aumentar
Y medido < Y desenho	Aumentar	Diminuir

Esta solução de trabalho é nada mais do que o estabelecimento de duas actividades paralelas, previamente realizadas em sequência. Estima-se que a solução consiga reduzir o tempo total de *setup* em cerca de quatro minutos e meio visto que a deslocação entre as furadoras e a mesa de medição leva cerca de vinte e cinco segundos, e os ajustes de cada furadora dois minutos dependendo de quão má foi a furação inicial. Esta redução de tempo não se consolidará de imediato podendo numa fase inicial elevar os tempos de mudança. O tempo e a prática adquirida possibilitarão obter os ganhos desejados da paralelização das actividades.

4.2.3 Organização dos carros de ferramentas

Para efectuar a montagem correcta das furadoras para que recebam o lote seguinte é essencial que os carros de suporte que contêm os cabeçotes a montar estejam dotados das ferramentas correctas. Esta preparação das ferramentas é feita em *setup* externo pelo responsável da ferramentaria recaindo sobre ele a obrigação de posicionar os carros abastecidos junto às furadoras antes do início do *setup*. Apesar da correcta preparação dos carros ser vital para o bom funcionamento do *setup*, esta tarefa não está propriamente facilitada pela documentação existente. A ferramentaria utiliza exactamente as mesmas folhas de apoio para a preparação dos carros, que os operadores para a preparação das furadoras. Além da complexidade de leitura das folhas existe também a dificuldade de os responsáveis da ferramentaria encontrarem essas mesmas folhas de forma rápida por estas não se encontrarem organizadas.

Um aspecto negligenciado na preparação dos carros é a forma em que se dispõe os cabeçotes nos mesmos, não tomando atenção à ordem de montagem na hora da preparação. Assim, não é óbvio ao operador à chegada do carro qual o destino de cada cabeçote, tendo que olhar para a referida folha de apoio, fazer a correspondência de cada cabeçote à sua representação esquemática para que o consiga montar em local apropriado.

Assim, ainda que de uma forma um pouco artesanal tentou atacar-se este problema construindo um tampo para o carro de ferramentas incluindo a marcação da localização dos cabeços devidamente etiquetada com o seu destino na furadora. Possui também a indicação das brocas que devem estar montadas em cada cabeço e quais as suas posições. Juntamente com este tampo e de forma a combater a desorganização das brocas singulares usadas para a montagem nos cabeços horizontais fixos, criou-se, com dois pedaços de HDF, um protótipo destes mesmos cabeços. Este protótipo inclui marcações semelhantes às dos cabeços horizontais, estando apenas furado nas posições em que as brocas deverão ser montadas. Este sistema não é totalmente “à prova de erro” pois, apesar de impedir o envio de diâmetros ou alturas de brocas laterais demasiado grandes para a linha, não torna evidente a presença de diâmetros e alturas pequenas.

As duas fotografias seguintes mostram o contraste entre um carro de ferramentas que permite a detecção de ferramentas em falta, auxilia a montagem da furadora e liberta as mãos do operador responsável pela montagem pois a maioria da informação necessária está presente no tampo do carro de ferramentas, e um que basicamente desempenha funções de mesa de apoio para pousar objectos diversos.



Figura 4.10 – Sugestão de arrumação dos carros de ferramentas deverá facilitar a detecção de preparações incorrectas e reduzir o tempo de montagem.

O material com o qual se construiu o protótipo provavelmente não é o indicado para uma solução a longo prazo devido à sua susceptibilidade à sujidade ou rompimento. Visto que cada semi-produto requer um conjunto único de ferramentas, seria necessária a criação de um tampo para cada um destes conjuntos. Apesar de ser difícil de quantificar os retornos financeiros do pequeno investimento necessário para criar os tampos individualizados pode encontrar-se uma série de mais valias nesta solução:

- Como referido no capítulo anterior, a ferramentaria encontra-se a 195 metros das furadoras, o que significa que no caso de se detectar um erro já com a máquina parada, o tempo perdido para uma deslocação à ferramentaria será de seis minutos e meio;

- O número de peças não conformes deverá diminuir pois o número de montagens incorrectas deverá diminuir;
- Não deverão existir hesitações quanto ao local onde colocar os cabeçotes. Dada a elevada experiência dos operadores deste posto de trabalho, os ganhos poderão ser mínimos mas a melhor organização dos carros beneficiará operadores menos treinados.

4.3 Estacas conta-peças

Como se havia exposto no Capítulo 3 o Stacker, ou robot de saída, está à responsabilidade do Operador 6 tanto durante a produção regular como em *setup*. Uma das tarefas deste posto é o preenchimento das etiquetas de identificação que acompanharão os semi-produtos para a área de pintura. Este preenchimento implica a indicação do número de peças presente em cada palete que abandona a linha. Esta contagem é feita por inspecção visual, palete a palete sendo o número de peças por palete dependente das dimensões dos semi-produtos em questão. Dependente destas dimensões está também o número de pilhas de peças por cada palete.

Visto que o *setup* se inicia com a chegada da última peça do lote em produção ao Stacker, o tempo decorrido desde esse ponto até que esta máquina está pronta para receber o novo lote é contabilizada como *setup* interno. Se a última palete a abandonar linha estiver completa então o operador preenche a etiqueta imediatamente pois já memorizou o número de peças da palete cheia. No entanto, é frequente que a palete não esteja completa devido às peças defeituosas que vão sendo produzidas e retiradas ao longo da linha de produção, fazendo com que o número de peças que entra na linha não seja correspondente ao número que alcança o robot de saída. O procedimento habitual para a contagem das peças era contar visual/manualmente o número de níveis de uma pilha e multiplicar esse número pelo número de pilhas existentes. Esta multiplicação é auxiliada por uma máquina de calcular presente no posto de trabalho.

No sentido de extinguir esta multiplicação que além de por vezes levar algum tempo, facilmente se associa a erros de contagem, criou-se um método simples de contagem altamente visual que pretende diminuir o tempo e os erros de contagem. A solução encontrada mostra-se na Figura 4.11.

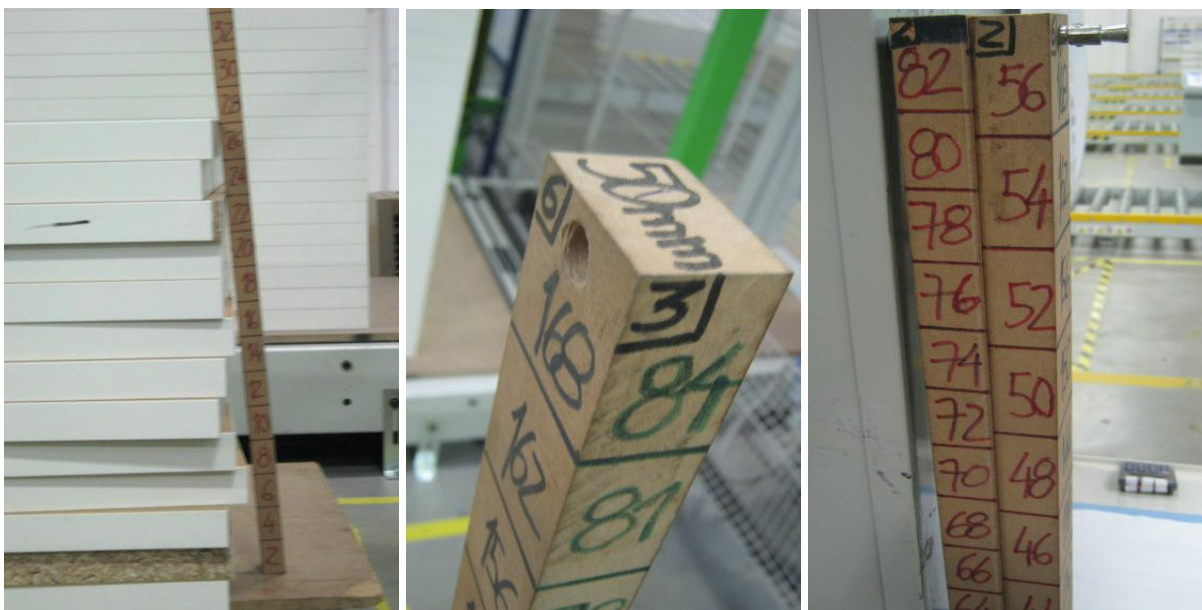


Figura 4.11 – Estacas possibilitam a rápida contagem de múltiplas pilhas de peças de diferentes alturas.

A forma de utilização destas estacas é bastante compreensível pela observação da primeira imagem. A segunda fotografia ilustra como a mesma régua é usada para diferentes números de pilhas na paleta. Existem quatro configurações possíveis com duas, três, quatro ou seis semi-produtos, tantas como as faces deste instrumento. Criaram-se duas régua distintas, uma para peças com 50 milímetros de altura e outra para peças com 34 milímetros.

Visto que esta máquina não é o *bottleneck* da linha produtiva os ganhos temporais não resultarão em ganhos directos no tempo total de *setup* mas tendo-se identificado a oportunidade de melhoria decidiu agir-se sobre ela.

4.4 Necessidades de ajustes

Tal qual se expôs no Capítulo 2, Shingo afirma que cerca de 50% do tempo total de grande parte dos *setups* é utilizado na realização de séries de teste e ajustes. No caso da linha em estudo esta afirmação verificou-se verdadeira e, assim sendo, procurou-se estudar o porquê das necessidades de séries de teste no *bottleneck* da linha, as furadoras.

Dos *setups* observados, em nenhum a furação foi considerada aceitável à passagem da primeira peça de teste e as várias justificações apresentadas para tal recaíram sistematicamente no desgaste das ferramentas envolvidas. As ferramentas sujeitas a desgaste são: as brocas utilizadas para a furação das peças, os cachimbos que garantem o aperto entre as brocas e os cabeçotes, os apertos entre os cabeçotes e os motores, e os próprios motores.

Idealmente as brocas deveriam chegar à linha correctamente montadas nos cachimbos e estes nas posições correctas dos cabeçotes com a garantia que os desgastes acumulados não afectarão a qualidade da furação. O operador ao colocar os cabeçotes nos motores correctos e ao colocá-los nas coordenadas devidas, deveria ter a segurança de que a furação estará correcta. O facto de as tolerâncias utilizadas serem de 0,3 milímetros torna a necessidade de precisão muito elevada, no entanto, os motores conseguem posicionar-se com precisão até à décima do milímetro e assim sendo deveria ser possível realizar a furação correcta na primeira corrida.

Existindo as quatro fontes de incerteza acima referidas, seria ideal realizar análises de desvios isolando três delas para que se conseguisse identificar a principal responsável pela impossibilidade produzir peças boas à primeira furação. Este isolamento não foi possível de efectuar por não existirem cabeçotes suficientes para se dedicar à produção de um único produto, não existir um sistema que permita controlar o percurso das ferramentas da ferramentaria ao longo da sua vida e a furadora poder ser “zerada” sem qualquer aviso pelos operadores. Este “zeramento”, à semelhança do que ocorre na calibração de um paquímetro, consiste em ajustar os indicadores electrónicos sem influenciar a posição física da furadora. Apesar disto, durante o *setup*, após a ida a mesa de medição para verificar a posição da furação, o operador ajusta apenas a posição dos motores, não havendo intervenção ao nível dos cabeçotes, cachimbos ou brocas. Assim, ainda que empiricamente, este é o local de incerteza no qual parece fazer mais sentido actuar.

O esquema da Figura 4.12 pretende retratar o que se passa com o desalinhamento dos motores, que é a não correspondência entre as coordenadas do mostrador da furadora (à esquerda) e as coordenadas reais (à direita).

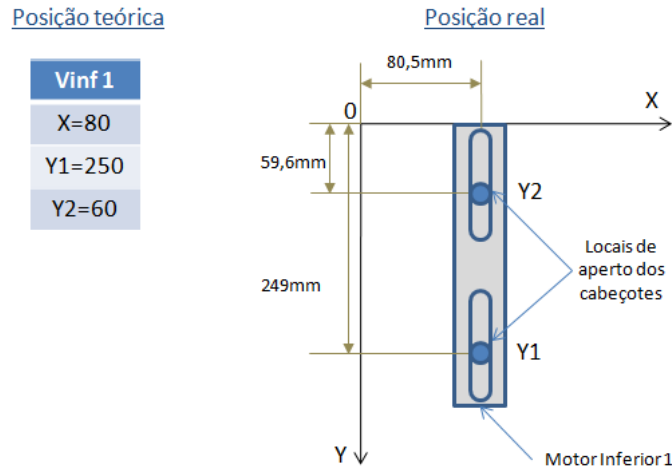


Figura 4.12 – O desfasamento entre as coordenadas teóricas e reais implicam a produção de uma peça de sucata em todas as trocas de ferramentas.

De todas as vezes que um *setup* é realizado, as coordenadas inseridas nos motores são as correspondentes aos desenhos técnicos mas, dados os desalinhamentos demonstrados, torna-se inevitável a produção de uma peça de sucata. O originar desta peça de sucata tem sido encarada como inevitável, tal como o desalinhamento dos motores e desgaste das ferramentas. Apesar de o desgaste das ferramentas poder ser combatido através da intervenção da manutenção, efectuando um melhor controlo das horas de trabalho das brocas e cabeçotes, e realizando melhor manutenção preventiva, considera-se impossível a não existência de desajustes nas furadoras quando estas trabalham 24 horas por dia.

Mesmo não sendo possível eliminar por completo o desalinhamento dos motores da furadora será importante desenvolver uma forma de conseguir monitorizar e controlar estes desvios para que se consiga reduzir drasticamente as necessidades de ajustes, e aumentar a capacidade de produção de uma primeira peça com qualidade. Assim elaboraram-se três estratégias possíveis para alcançar a capacidade de produção com qualidade à primeira peça:

1. Zeramento permanente da máquina;

A ideia por trás desta estratégia é simples e lógica mas carece de experimentação prática para avaliar a sua validade. Quando um determinado lote se encontra em produção, as coordenadas presentes nos mostradores dos motores não são as teóricas pois durante o seu *setup* foi preciso fazer ajustes que afastaram as coordenadas de trabalho das de referência mas que no entanto aproximaram a configuração física da máquina da sua posição correcta. Porém, se imediatamente antes do fim da produção do lote se transformar as coordenadas dos mostradores nas coordenadas teóricas equivalentes então quando se efectuar o *setup* para o novo lote, em princípio, as coordenadas teóricas inseridas posicionarão os motores no seu local correcto. Esta transformação de coordenadas é meramente digital pelo que não resulta em nenhuma mudança física da furadora, apenas da indicação inscrita nos mostradores, à semelhança do “zeramento” de um qualquer instrumento de medida como um paquímetro. A ideia seria efectuar este zeramento no final de todos os lotes produtivos (com as furadoras ainda em trabalho) para que no *setup* para o lote seguinte os ajustes necessários fossem mínimos ou nenhuns.

2. Preparação da furadora compensando os seus desvios não zerando a máquina;

A solução anterior possui o problema de colocar nas mãos dos operadores o “zeramento” da máquina e visto que um “zeramento” incorrecto trará mais problemas do que vantagens, seria necessário dar algum tipo de formação aos operadores neste aspecto. Alternativamente, antes

do fim do lote em produção poderia anotar-se as diferenças das coordenadas dos mostradores para as coordenadas teóricas. Na montagem do *setup* as coordenadas inseridas seriam corrigidas com as diferenças anotadas anteriormente. Esta solução obriga os operadores a realizar subtrações, o que além de poder ser demorado, abre espaço à introdução de erros.

3. Estudo dos desvios dos motores da furadora não intervindo na mesma.

Esta é, das três, a abordagem de resultados menos imediatos pois não procura agir imediatamente sobre os desvios mas fazer um estudo dos mesmos ao longo tempo. Perceber se possuem algum tipo de tendência poderia permitir agir mais eficientemente ou elaborar melhores planos de manutenção. Esta solução obrigaria à introdução de mais uma folha de preenchimento obrigatório durante a produção e para chegar a conclusões sólidas seria necessário fazer esta recolha de dados durante algumas semanas. Esta abordagem possibilitaria a melhor tomada de decisões a longo prazo enquanto que as anteriores se focam na tentativa de redução imediata das necessidades de ajuste.

Infelizmente as alternativas anteriores não são conciliáveis pois o adoptar de uma, invalida a aplicação de outra. As várias hipóteses encontram-se em análise não tendo sido ainda tomada uma decisão quanto a qual adoptar.

4.5 Criação de *standards* detalhados de trabalho

Como foi exposto anteriormente, a criação de *standards* de trabalho é um bom método para diminuir erros e desperdícios durante a troca de ferramentas. Estes guiões normalizados de trabalho têm sido usados na Swedwood para intervir ao nível da organização da equipa e foram já apresentados anteriormente no presente relatório como *Standard Operation Sheets*. Visto que a preparação das furadoras para receber o novo lote produtivo implica um número elevado de operações manuais, as operações não estão formalizadas de forma detalhada em nenhum documento e que a experiência de cada operador os levou a desenvolver diferentes hábitos de trabalho, cada *setup* é único e irrepetível. Esta não formalização faz com que as tarefas executadas se baseiem na memória e experiência dos operadores exigindo então elevados conhecimentos para se executarem as trocas de ferramentas, deixando os postos de trabalho altamente dependentes dos operadores existentes.

Parecendo evidentes as vantagens de normalizar as operações de *setup*, faria todo o sentido criar um manual detalhado para cada movimento, dotado de tempos de referência que guiasse o operador ao longo da troca de ferramentas na furadora. No entanto, tendo em conta que a linha 3 produz 34 geometrias distintas, existirão 1122 *setups* possíveis de ocorrer. Ora se o objectivo é criar a descrição mais detalhada possível, que resulte na melhor forma de trabalho, eliminando desperdícios, seria necessário criar um número muito elevado de *standards* de trabalho que é, por si só, uma tarefa morosa. Esta tarefa seria simplificada se fosse simples agrupar estas transições em famílias mas ainda não se conseguiu criar um agrupamento satisfatório das transições num número reduzido de famílias. Esta dificuldade passa em grande parte pela não existência de documentação detalhada quanto aos requisitos de ferramentas de cada semi-produto.

A ausência de documentação verifica-se especialmente devido à metodologia de lançamento de novos produtos. Após o teste produtivo de um novo produto é criada a folha de apoio previamente exposta que omite algumas informações essenciais à preparação da furadora, como o número de barras de suporte a incluir e o seu posicionamento, o posicionamento dos calçadores ou a necessidade da presença dos “pentes” protectores, entre outros. A montagem

destes elementos é deixada ao critério dos operadores de cada turno o que faz com que cada um desenvolva os seus próprios hábitos de montagem. Se para cada produto antes do seu lançamento em produção fosse criado um documento informático incluindo todas as ferramentas a montar, desmontar ou ajustar, seria possível desenvolver uma aplicação informática que fornecida a transição a realizar, geraria o *standard* óptimo de trabalho.

Apesar das dificuldades apresentadas criou-se um *standard* de trabalho exemplificativo para a transição do tampo de mesa Lack 90x55 para a estante Expedit 79x79 com o programa AviX®. Este *standard* foi criado meramente a título de exemplo, para demonstrar os possíveis ganhos associados à normalização detalhada da forma de trabalho. Para a bem sucedida implementação dos manuais de trabalho será essencial a aprovação de todos os envolvidos e para isso será preciso demonstrar claramente as suas vantagens relativamente aos métodos anteriormente adoptados. Neste ponto o AviX® demonstra o seu potencial uma vez que a análise das filmagens recolhidas para o setup de referência permite simular os ganhos da normalização das tarefas de troca de ferramentas nas furadoras. A Figura 4.13 apresenta esquematicamente os ganhos das simulações realizadas.

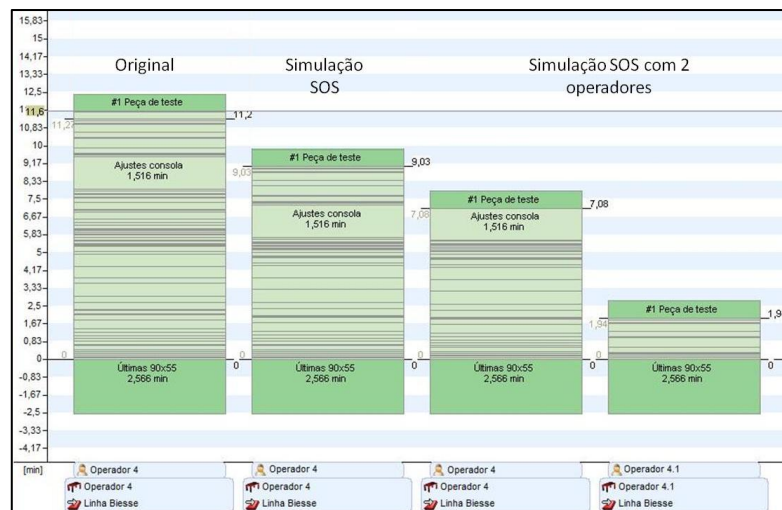


Figura 4.13 – Estudo dos ganhos possíveis através da normalização de tarefas.

Esta análise e consequente *standard* de trabalho foram realizados apenas para a remoção e montagem das ferramentas das furadoras e não para as séries de teste e ajustes pois estas fases já estão suficientemente detalhadas nas SOS's da Figura 3.9. Para a primeira simulação retiraram-se os enganos do operador causados pela realização das tarefas na ordem incorrecta, os momentos de paragem que ocorrem enquanto o operador tenta lembrar-se das tarefas ainda em falta, e reordenando as tarefas a realizar. A segunda simulação baseia-se na crença de que o *standard* de trabalho criado é claro ao ponto de possibilitar que um outro operador, menos treinado, consiga realizar as operações de setup mais simples numa furadora enquanto que o Operador 4 trabalha simultaneamente na outra. As listas de instruções normalizadas criadas pelo programa apresentam-se no ANEXO C, a Tabela 2 resume as poupanças de tempo alcançadas.

Tabela 2 – Quadro demonstrativo dos ganhos da normalização de tarefas.

	Original	Simulação 1	Simulação 2
Tempo (minutos)	11,6	9,03	7,08
N.º Operadores	1	1	2
Poupança	-	22,2%	39,0%

4.6 Melhorias técnicas

Nos dois *workshops* realizados surgiram sugestões de melhorias técnicas para as máquinas da linha que permitem a eliminação de desperdícios de tempo ou mesmo tarefas durante a troca de ferramentas.

- Substituição dos sensores fotoelétricos

Com os sensores actuais, a sua limpeza é uma das actividades obrigatórias a realizar durante o *setup* pois a sua negligência origina frequentemente problemas devido à acumulação de serrim. Esta limpeza é especialmente importante nos robots de entrada e saída pois existe abundância de sensores que quando indevidamente accionados provocam a paragem desnecessária da linha. A sua limpeza demora cerca de dois minutos o que na entrada da linha significa um atraso de igual duração na passagem das peças de teste para as orladoras. A solução passaria pela montagem de sensores ultrasónicos imunes aos problemas causados pelo serrim eliminando a necessidade de realização desta tarefa.



Figura 4.14 – Sensores fotoelétricos sensíveis ao serrim.

- Parafuso para afastamento da tabela

A mudança de geometria obriga, na orladora 3, à deslocação de um apoio móvel accionado pela rotação manual de uma rosca. Quando lotes consecutivos possuem diferenças dimensionais acentuadas este acerto posicional leva cerca de 30 segundos. O pequeno diâmetro da pega de aperto e a não possibilidade de accionamento com qualquer ferramenta faz com que seja necessária bastante força física para realizar cada rotação. O fornecedor do equipamento quando contactado, afirmou não possuir uma solução automática para este ajuste, no entanto disponibilizou-se para apresentar um orçamento para uma melhor solução de aperto do tipo manivela que possibilite a redução do tempo de ajuste.



Figura 4.15 – Forma inapropriada de aperto provoca demora na realização da tarefa.

- Mangueiras de ar comprimido de ambos os lados da linha

Durante o primeiro *workshop* realizado, observou-se que os operadores tinham frequentemente de abandonar o seu lado da linha para se deslocarem ao outro de modo a ter acesso às mangueiras de ar comprimido. Cada uma destas deslocações implicava um desperdício temporal de dois minutos que, apesar de não se reflectir directamente no tempo total de *setup* por serem realizadas maioritariamente pelos operadores das orladoras, atrasava verificação da esquadria da peça de teste. Em transições de lote em que os ajustes das furadoras fossem mínimos estas teriam de aguardar até as peças de teste estarem disponíveis.

Após o *workshop* procedeu-se à instalação de mangueiras de ar comprimido no lado da linha previamente desprovido das mesmas.



Figura 4.16 – A colocação de mangueiras de ar comprimido de ambos os lados da linha permite a realização de tarefas de limpeza paralelas.

Esta alteração permitiu eliminar as deslocações desnecessárias relacionadas com esta questão possibilitando que o Operador 2 e 3 efectuem as limpezas em simultâneo, em lados opostos da linha.

5 Conclusões e perspectivas de trabalho futuro

O objectivo do presente projecto passava pela redução dos tempos de troca de ferramentas da linha 3 da área de orlagem e furação de 61 para 30,5 minutos até Julho de 2010. A Figura 5.1 mostra a evolução destes tempos desde Janeiro a meados de Junho do corrente ano.

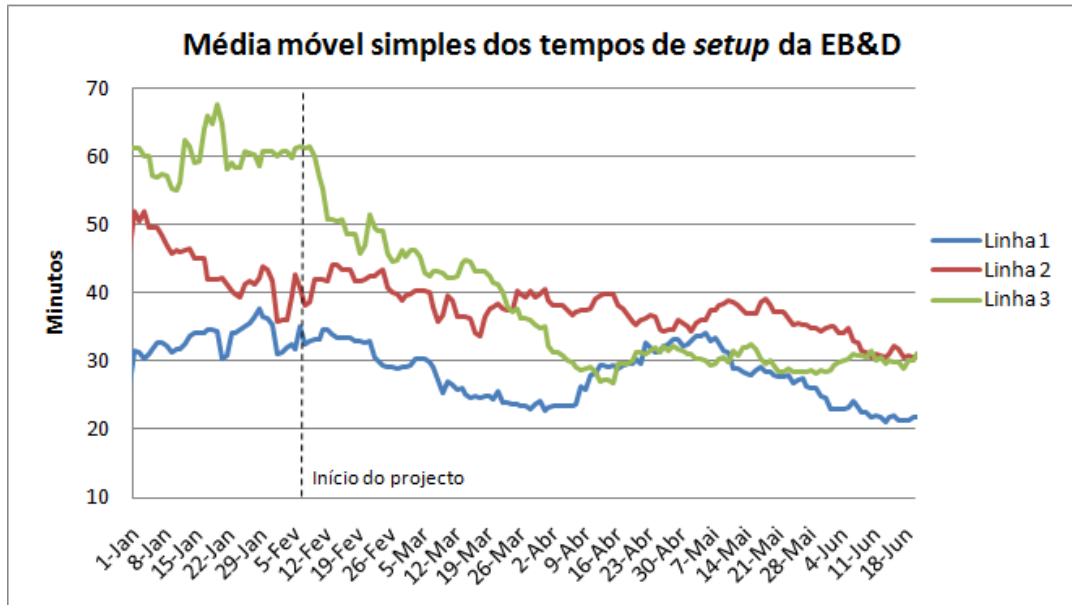


Figura 5.1 – Evolução da média móvel simples mensal dos tempos de *setup* das linhas de orlagem e furação.

A média móvel simples foi a métrica escolhida para o estudo da evolução dos tempos de *setup* pela sua capacidade de atenuar valores ocasionais discrepantes, dando ênfase à tendência de valores a longo prazo. Como esperado, a maior queda no tempo de *setup* deu-se nos meses iniciais de projecto tendo estabilizado próximo dos 30 minutos a partir de Maio. A Figura 5.2 mostra a evolução dos tempos de *setup* da linha 3 por equipa, retratando as prestações das mesmas que se têm verificado equilibradas ao longo do projecto.

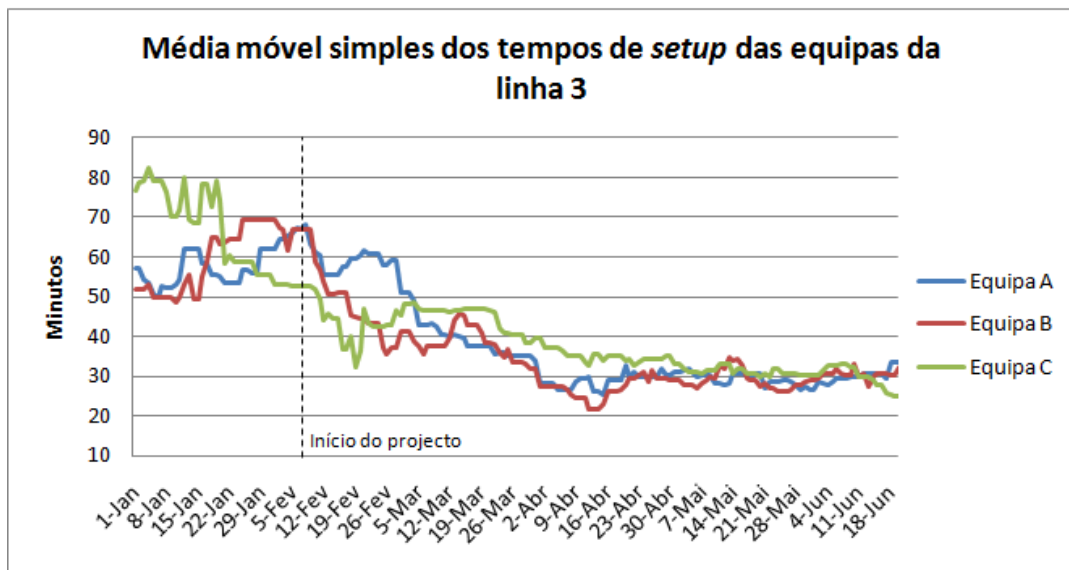


Figura 5.2 – Evolução da média móvel simples mensal dos tempos de *setup* das equipas da linha 3.

A estabilização a partir de Maio verificada em ambos os gráficos acontece pelo facto de a maioria das melhorias organizacionais estarem a ser adoptadas pelos operadores, sendo a quantidade de desperdícios inferior ao que se registava anteriormente. A partir daqui ganha importância a aplicação das ideias para a redução do tempo interno de troca de ferramentas. Esta redução é mais custosa de alcançar por obrigar a uma alteração mais drástica dos hábitos e forma de trabalhar dos operadores.

O tempo médio de *setup* a 19 de Junho é de 30,1 minutos o que representa uma queda de 50,7% relativamente ao tempo registado em Fevereiro. Quanto ao tempo de realização do *setup* de referência caiu de 51 para 30 minutos em Abril (42%) esperando-se que na filmagem da primeira semana de Julho se cifre próximo dos 22 minutos (valor simulado durante o *Workshop 2* representando uma diminuição de 57%). O objectivo do projecto considera-se assim atingido.

Um dos benefícios que se procurava alcançar com o projecto era o aumento de eficiência da linha, no entanto, é importante notar que a implementação SMED não será, por si só, capaz de elevar significativamente os índices de disponibilidade da linha 3. Um dia produtivo tem 1440 minutos disponíveis, visto que a eficiência da linha é igual à sua disponibilidade, cada minuto de indisponibilidade da linha representa uma queda de 0,069% na disponibilidade diária total. Assim, na redução de 61 para 30,1 minutos, caso se opte por utilizar a disponibilidade ganha para produzir mais, atingir-se-á um aumento de 4,18% na disponibilidade diária. Pelo contrário, utilizando-se a disponibilidade ganha para aumentar o número de *setups*, seria possível efectuar 1,32 *setups* por turno. Estas possíveis opções resumem-se na Tabela 3.

Tabela 3 – Hipóteses de utilização da disponibilidade ganha com a redução dos tempos de *setup*.

	Panorama Fevereiro	Opção 1	Opção 2
Tempo de <i>setup</i>	61 min.	30,1 min.	30,1 min.
Eficiência	40%	44,18%	40%
N.º de <i>setups</i> por turno	0,65	0,65	1,32

A Opção 1 não seria sequer suficiente para fazer que a linha 3 alcançasse os níveis de eficiência das linhas 1 e 2 concluindo-se portanto que a redução dos tempos de *setup* não é a solução para o aumento de eficiência que passará necessariamente pela redução do número de avarias e pelo seu tempo de reparação. No entanto, a redução dos tempos de *setup*, numa altura em que a produção se encontra mais estabilizada possibilitará o aumento do número de trocas de ferramentas e consequente redução do tamanho dos lotes.

Ponderando agora o rumo futuro da fábrica BoF, dadas as suas ambições de alargamento da gama de produtos, existirá todo o interesse em prolongar os esforços de redução dos tempos de troca de ferramentas. A capacidade de efectuar rápidas transições entre lotes será uma das condições necessárias para a continuidade do bom serviço prestado à IKEA sem sobrecarregar a empresa em custos de inventário. É importante que as implementações SMED sejam constantemente aplicadas em *bottlenecks* produtivos até que o gargalo real coincida com o teórico.

Para que o tempo de troca de ferramentas continue a sua tendência descendente é importante que não se perca o empenho nesta temática visto que relatos do mundo empresarial avisam quem tenta reduzir os tempos de *setup* para a dificuldade de manter reduções de tempo ser superior à dificuldade de as alcançar. Assim, identificaram-se os seguintes três pontos de

actuação futura considerados essenciais para a continuidade do bom percurso rumo ao dígito único.

- Generalização da realização dos ajustes das furadoras através dos intercomunicadores.

Como foi exposto no Capítulo 4 a realização das medições e dos ajustes em paralelo é capaz de reduzir o tempo total de *setup* em cerca de quatro minutos e meio. Esta é a poupança alcançada no caso de apenas ser necessária uma série experimental, se existir algum erro nos primeiros ajustes e for necessário repeti-los os ganhos serão superiores. Fazendo uma análise custo/benefício esta medida é altamente compensadora pois os custos de implementação são mínimos.

- Aumento da capacidade produtiva à primeira corrida.

A ausência actual desta capacidade prende-se com a explicada incoerência entre as coordenadas teóricas dos motores das furadoras e as suas efectivas coordenadas de trabalho. Para aumentar esta capacidade é vital que se crie um maior controlo sobre o processo e para isso é indispensável que se consiga estudar as variáveis geradoras de erro. Assim, além de se optar por uma das estratégias apontadas em 4.4 seria importante fazer uma marcação dos cabeçotes, cachimbos e brocas que possibilitasse estudar a sua rotatividade e desgaste. A capacidade de produzir a primeira peça correctamente limitaria o *setup* das furadoras à montagem e desmontagem das ferramentas e à colocação dos motores nos locais correctos. O controlo efectuado na mesa de medição não passaria agora de uma verificação de medidas para assegurar a qualidade produtiva, deixaria de ser produzida a peça de sucata e o tempo de troca de ferramentas seria drasticamente reduzido.

- Normalização das actividades de troca de ferramentas nas furadoras para todas as transições de semi-produtos.

A importância da criação de *standards* de trabalho foi explorada ao longo do relatório bem como a dificuldade de criar um *standard* para cada transição devido ao enorme número de transições possíveis. Como condição essencial para a introdução de guias de trabalho pormenorizados para as actividades de troca de ferramentas nas furadoras surge a formalização em formato informático dos requisitos de ferramentas para cada semi-produto. Nenhum aspecto da montagem das máquinas deverá ser deixado ao critério do operador “no momento”. Uma vez introduzidas num programa informático (*Microsoft Excel®*, por exemplo) todas as informações de montagem de cada semi-produto será relativamente simples criar uma aplicação que, fornecida a transição de lote em questão, gere a melhor metodologia de trabalho. É importante que estes *standards* sejam desenvolvidos em conjunto com os operadores para que sejam mais facilmente aceites e mais rapidamente se entranhem na forma de trabalhar dos postos de trabalho.

Visto que a Swedwood Portugal prepara a construção de novas linhas produtivas e pretende investir em novos produtos e mercados, nomeadamente para a produção de mobiliário MPS, considera-se essencial uma ponderação estratégica aquando da aquisição da maquinaria. A maquinaria existente na fábrica BoF foi desenhada para produção dedicada e não para alta frequência de *setups* o que tem consequências em todas as áreas da fábrica, seja planeamento, manutenção ou qualidade. Se o plano passa pela produção de uma alargada gama de produtos, o investimento em maquinaria flexível, possivelmente com armazéns de ferramentas integrados, ajustável de forma totalmente automática trará mais-valias significativas. O investimento em maquinaria dedicada para realizar produção variada deverá trazer à empresa

mais das dificuldades já sentidas, como dificuldades de planeamento, grandes necessidades de espaço de armazém final e dificuldades em estabilizar os processos.

Algo também considerado importante é a melhoria da partilha de informação entre as múltiplas fábricas Swedwood do mundo. Neste momento, numa fábrica da Swedwood nos Estados Unidos por exemplo, é possível que já tenha sido descoberta uma solução para a melhoria da capacidade produtiva das furadoras na primeira série de teste. No entanto, essa informação encontra-se retida pelas paredes dessa fábrica, obrigando as outras equipas SWOP do resto do mundo a descobrir uma outra solução para este problema. Visto que todas as fábricas trabalham para um mesmo objectivo comum, existe todo o interesse em colocar essa informação disponível a todos. Assim, sugere-se a criação de um repositório de ideias SMED que utilizando a rede informática que une todas as fábricas Swedwood do globo, seria abastecido de fotografias, vídeos e descrições textuais de boas práticas para a redução dos tempos de *setup*. A Figura 5.3 apresenta uma possível estrutura deste sistema de partilha de ideias SMED, acessível a partir de qualquer Swedwood do mundo.

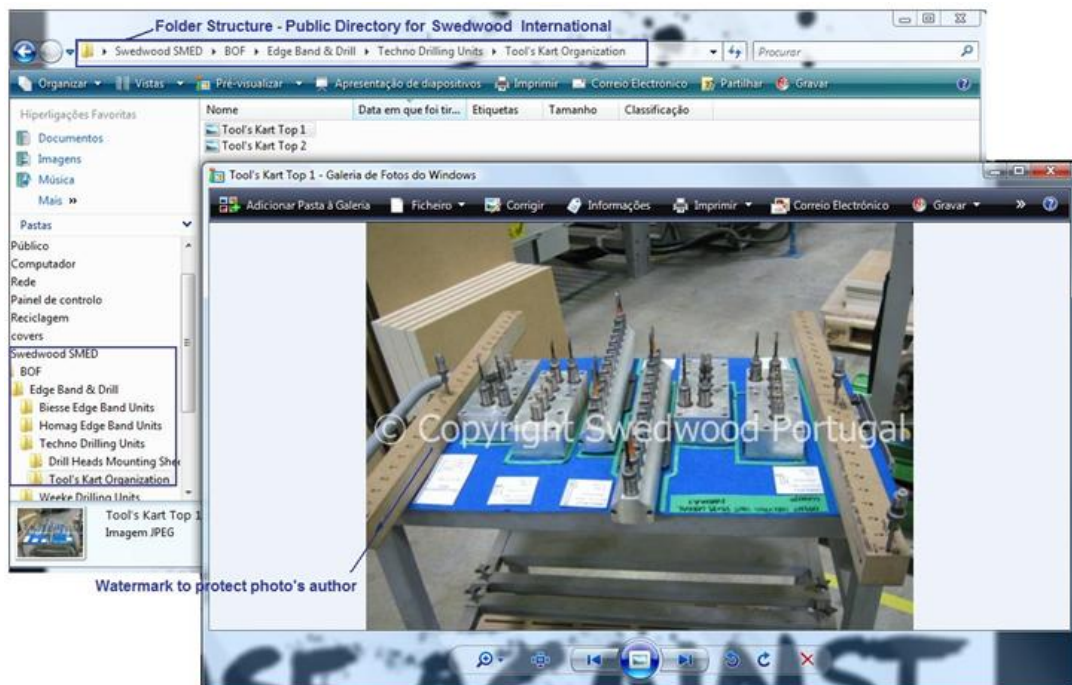


Figura 5.3 – Possível estrutura do sistema de partilha de conhecimento da Swedwood.

Esta sugestão não actua sobre nenhum gargalo produtivo específico nem será directamente responsável por uma queda dos tempos de troca de ferramentas, mas poderá funcionar como um estímulo para que a redução dos tempos de troca de ferramentas se torne uma meta valorizada por todas as fábricas do grupo.

Como nota final, mais do que as boas ideias que permitem reduzir os tempos de *setup*, interessa destacar a importância da atenção diária dada a esta problemática. Quando esta atenção é negligenciada, rapidamente os baixos tempos atingidos graças às boas ideias voltam a subir e os impactos nocivos na empresa são imediatos. Assim, aponta-se como características principais das implementações SMED bem sucedidas no longo prazo, o empenho e concentração continuados de todas as partes envolvidas.

Referências

CLAUNCH, J. Set-up Time Reduction. Richard D. Irwin. New York, 1996.

DVORAK, Paul. "Poka-Yoke Designs Make Assemblies Mistake-proof." *Machine Design*, 10 March 1998, 181–184.

GUEDES, A. P. "Planeamento Integrado e Gestão de *Stocks*/Materiais." Slides da disciplina de Logística do Mestrado Integrado de Engenharia e Gestão Industrial, da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2000.

McINTOSH, R. I., CULLEY, S. J., MILEHAM, A. R., OWEN, G. W. Improving Changeover Performance. Butterworth Heinemann: Oxford, 2001.

PATEL, S., B.G. DALE and P. SHAW. "Set-up Time Reduction and Mistake Proofing Methods: An Examination in Precision Component Manufacturing." *The TQM Magazine* 13, no. 3 (2001): 175–179.


SHINGO, S. A Revolution in Manufacturing: The SMED System. Productivity Press. Cambridge, MA, 1985.

STEWART, D. M., GROUT, J. R. "The Human Side of Mistake-Proofing." *Production and Operations Management* 10, no. 4 (2001): 440–459.

SUGAI, M., MCINTOSH, R. I., NOVASKI, O. Metodologia de Shigeo Shingo (SMED): análise crítica e estudo de caso. *Gestão Produção*, São Carlos, v. 14, n. 2, p. 323-335, Maio-Ago. 2007.


SUGAI, M., NOVASKI, O., MORAES, F. D. Proposta de um modelo para classificação da fase pós *setup* conforme características do período de aceleração – Pesquisa ação em uma empresa metal-mecânica. In: SIMPÓSIO DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO, LOGÍSTICA E OPERAÇÕES INTERNACIONAIS, IX., Anais... SIMPOI 2006 - FGV-EAESP.

ANEXO A: Standard Operation Sheets criadas para os postos de trabalho


Swedwood Posto 1 
 Versão :1:3 Data: 22/04/2010

Nr.	Tarefa	Frequência
1	Comunicar com antecedência aos operadores da linha a proximidade do fim do lote em produção	Pré-Setup
2	Colocar primeiras baseboards com novo produto nos rolos do RBO de entrada	Pré-Setup
3	Retirar 3 peças do novo produto e entregá-las ao Operador 2 mais ele as solicite	Pré-Setup
4	Após a saída da última peça do RBO de entrada iniciar a limpeza dos sensores e ventosas	Pré-Setup
5	Quando tiver terminado todos os ajustes e limpezas no RBO de entrada retomar o trabalho regular	Pós Setup

Deslocações durante o setup Mesa Medição

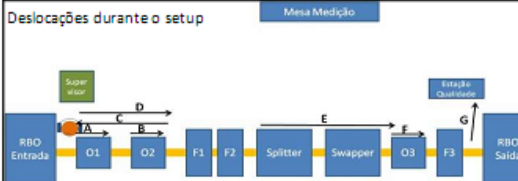


- Realizar apenas tarefas que contribuam para pôr a linha em andamento.
 - O operador deve permanecer no seu posto de trabalho.
 - Objectivo: Colocar a máquina a produzir o mais depressa possível.


Swedwood Posto 2 
 Versão :1:3 Data: 22/04/2010

Nr.	Tarefa	Frequência
1	Confirmar medidas do frame	Pré-Setup
2	Colocar num canal a orla que vai entrar a seguir	Pré-Setup
3	Colocar peças ao longo da linha	Pré-Setup
4	Ter cinto de ferramentas colocado com todas as ferramentas necessárias	Pré-Setup
5.A	À passagem da última peça iniciar a limpeza da Orladora 1 (suficiente para passar 2 peças)	Pré-Setup
6.B	Iniciar limpeza da Orladora 2 para poder passar peças	Pré-Setup
7.C	Quando o Line Leader informa que o programa foi lançado, colocar manualmente 2 peças na linha	Setup
8.D	Avançar 2 painéis até à furadora 1	Setup
9.	Entregar a peça ao Line Leader para verificação de esquadria e retornar às orladoras para terminar setup	Setup
10.E	Colocar a peça na Splitter e na Swapper	Setup
11.F	Ajustar Orladora 3	Setup
12	Seguir o painel	Setup
13.G	Verificar as medidas da peça	Setup
14	Limpar local de trabalho	Pós-Setup

Deslocações durante o setup Mesa Medição




- Realizar apenas tarefas que contribuam para pôr a linha em andamento.
 - O operador deve permanecer no seu posto de trabalho.
 - Objectivo: Colocar a máquina a produzir o mais depressa possível.


Swedwood Posto 3 
 Versão :1:3 Data: 22/04/2010

Nr.	Tarefa	Frequência
1	Confirmar medidas do frame	Pré-Setup
2	Colocar num canal a orla que vai entrar a seguir	Pré-Setup
3	Colocar peças ao longo da linha	Pré-Setup
4	Ter cinto de ferramentas colocado com todas as ferramentas necessárias	Pré-Setup
5	À passagem da última peça iniciar a limpeza da Orladora 1 (suficiente para passar 2 peças)	Pré-Setup
6.B	Iniciar limpeza da Orladora 2 para poder passar peças	Pré-Setup
7.C	Quando o Line Leader informa que o programa foi lançado, colocar manualmente 2 peças na linha	Setup
8.D	Avançar 2 painéis até à furadora 1	Setup
9.	Retornar às orladoras para terminar setup	Setup
10.E	Ir até Orladora 3	Setup
11.F	Ajustar Orladora 3	Setup
12.G	Limpar Swapper e Splitter (Lado Direito)	
13	Limpar local de trabalho	

Deslocações durante o setup Mesa Medição

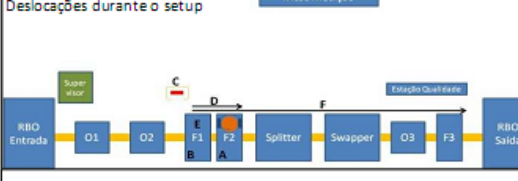


- Realizar apenas tarefas que contribuam para pôr a linha em andamento.
 - O operador deve permanecer no seu posto de trabalho.
 - Objectivo: Colocar a máquina a produzir o mais depressa possível.

Swedwood Posto 4 
 Versão :1:3 Data: 22/04/2010

Nr.	Tarefa	Frequência
1	Verificar existência de cabeços, se as brocas são correctas e desenhos	Pré-Setup
2	Colocar cabeços, ferramentas e desenhos junto à máquina	Pré-Setup
3	Iniciar limpeza	Pré-Setup
4	Ter cinto de ferramentas colocado com todas as ferramentas necessárias	Pré-Setup
5	À passagem da última peça iniciar setup na furadora 2	Pré-Setup
6.A	Limpar e efectuar setup na segunda furadora	Setup
7.B	Limpar e efectuar setup na primeira furadora	Setup
8.C	Pegar numa peça anteriormente posta de parte e colocá-la na linha	Setup
9.D	Furar a 1ª peça	Setup
10.E	Entregar a peça ao Line Leader e colocar-se em posição para fazer os ajustes comunicados pelo Line Leader	Setup
11.D	Furar nova peça para entregar ao Line Leader	Setup
12	Furação OK	Setup
13.F	Deslocar-se ao fim da linha para acompanhar controlo da peça furada e cortada	Setup
14	Voltar e arrumar local de trabalho	Pós-Setup

Deslocações durante o setup Mesa Medição



- Realizar apenas tarefas que contribuam para pôr a linha em andamento.
 - O operador deve permanecer no seu posto de trabalho.
 - Objectivo: Colocar a máquina a produzir o mais depressa possível.

Swedwood <u>Posto 4.1</u>		
Versão :1:3		Data: 22/04/2010
Nr.	Tarefa	Frequência
1	Levar os 2 carros de ferramenta preparados e com a antecedência devida para junto das furadoras	Pré-Setup
2	Confirmar novamente, junto do Operador 4 que todos os cabeços e brocas necessários para o setup se encontram nos carros de ferramentas	Pré-Setup
3	Iniciar a limpeza, desmontagem e montagem de cabeços na furadora que o Operador 4 indicar	Setup
4	Permanecer junto da furadora até ao fim do setup prestando o auxílio necessário ao Operador 4	Setup
5	Efectuar a limpeza dos cabeços retirados da furadora e levar os carros de ferramenta para a ferramentaria	Pós-Setup
<p>Deslocações durante o setup</p>		
<ul style="list-style-type: none"> - Realizar apenas tarefas que contribuam para pôr a linha em andamento. - O operador deve permanecer no seu posto de trabalho. - Objectivo: Colocar a máquina a produzir o mais depressa possível. 		

Swedwood <u>Posto 6</u>		
Versão :1:3		Data: 22/04/2010
Nr.	Tarefa	Frequência
1	Pedir/preparar etiquetas para o produto seguinte	Pré-Setup
2	Carregar baseboards	Pré-Setup
3	Ter cinto de ferramentas colocado com todas as ferramentas necessárias	Pré-Setup
4	Posicionar-se junto ao computador do RBO de saída	Pré-Setup
5	Esvaziar o RBO de saída	Pré-Setup
6	Efectuar limpeza dos sensores e ventosas do lado esquerdo	Setup
7	Efectuar limpeza dos sensores e ventosas do lado direito	Setup
8	Lançar programa do novo produto	Setup
9	Limpar área de trabalho	Pós-Setup
10	Fechar lote (Qtd, operador)	Pós-Setup
11	Preparar documentação do produto seguinte	Pós-Setup
<p>Deslocações durante o setup</p>		
<ul style="list-style-type: none"> - Realizar apenas tarefas que contribuam para pôr a linha em andamento. - O operador deve permanecer no seu posto de trabalho. - Objectivo: Colocar a máquina a produzir o mais depressa possível. 		

ANEXO B: Slides para a apresentação aos Operadores da forma de realização de ajustes das furadoras através dos intercomunicadores.

Ajustes da furadora com headsets

Line Leaders e Operadores 4

© Pedro Ramos – 07 Jun 2010
EXCELLENCE IN TRANSFORMING WOOD INTO FURNITURE

Swedwood

Pressupostos

Medições – Line Leader
Ajustes – Operador 4 → Comunicação

Line Leader tem que dar informações correctas, sem hesitações
Operador tem que seguir as indicações

© Pedro Ramos – 07 Jun 2010
EXCELLENCE IN TRANSFORMING WOOD INTO FURNITURE

Swedwood

Motores Inferiores

Vinf1 Vinf2 Vinf3 Vinf4 Vinf5

© Pedro Ramos – 07 Jun 2010
EXCELLENCE IN TRANSFORMING WOOD INTO FURNITURE

Swedwood

Motores Superiores

Vsup1 Vsup2 Vsup3 Vsup4

© Pedro Ramos – 07 Jun 2010
EXCELLENCE IN TRANSFORMING WOOD INTO FURNITURE

Swedwood

Colocar peça na mesa – Furação Inferior

Seta virada para a mesa e a apontar para baixo

Ponto Zero da furadora coincide com Ponto Zero da mesa de medição

© Pedro Ramos – 07 Jun 2010
EXCELLENCE IN TRANSFORMING WOOD INTO FURNITURE

Swedwood

Medir com as novas folhas – Furação Inferior

T/F 149x79 e 79X79

Numerar os furos a controlar (sempre de baixo para cima)

Comparar os furos da peça com a folha auxiliar

Vinf1 X=26 Y1=536 Y2=108	Vinf2 X=394 Y1=536 Y2=108	Vinf3 X=752 Y1=536 Y2=108
-----------------------------------	------------------------------------	------------------------------------

© Pedro Ramos – 07 Jun 2010
EXCELLENCE IN TRANSFORMING WOOD INTO FURNITURE

Swedwood

Indicar ajustes – Furação Inferior

T/F 149x79 e 79X79

X: 268
Y: 7668

No motor inferior 1, diminui 0,8 em X e aumenta 1,2 em Y1.

SE...	ENTÃO...
X medido > X desenho	Diminuir
X medido < X desenho	Aumentar
Y medido > Y desenho	Diminuir
Y medido < Y desenho	Aumentar

© Pedro Ramos – 07 Jun 2010
EXCELLENCE IN TRANSFORMING WOOD INTO FURNITURE
Swedwood

Colocar peça na mesa – Furação Superior

T/F 149x79 e 79X79

Verificar furação superior → Seta virada para nós e apontar para cima

© Pedro Ramos – 07 Jun 2010
EXCELLENCE IN TRANSFORMING WOOD INTO FURNITURE
Swedwood

Medir com as novas folhas – Furação Inferior

T/F 149x79 e 79X79

Numerar os furos a controlar (sempre de baixo para cima)

Exactamente igual à furação superior

© Pedro Ramos – 07 Jun 2010
EXCELLENCE IN TRANSFORMING WOOD INTO FURNITURE
Swedwood

Indicar ajustes – Furação Inferior

T/F 149x79 e 79X79

No motor superior 3, aumenta 1,7 em X e diminui 0,2 em Y1.

SE...	ENTÃO...
X medido > X desenho	Diminuir
X medido < X desenho	Aumentar
Y medido > Y desenho	Aumentar
Y medido < Y desenho	Diminuir

X: 243
Y: 198

© Pedro Ramos – 07 Jun 2010
EXCELLENCE IN TRANSFORMING WOOD INTO FURNITURE
Swedwood

Resumindo

<p><u>Furação Inferior</u></p> <ol style="list-style-type: none"> Colocar peça com seta a apontar para baixo e voltada para a mesa Numerar os furos a controlar de baixo para cima, independentemente do desenho ou furação. Sempre de baixo para cima. Medir os furos numerados e compará-los com os números correspondentes da olha de apoio Comunicar os ajustes de forma clara. Formato Motor,Eixo,Sentido,Ajuste → Vinfi, X, Aumentar, 0,4 	<p><u>Furação Superior</u></p> <ol style="list-style-type: none"> Colocar peça com seta a apontar para cima e voltada para a nós
---	---

SE...	ENTÃO...	SE...	ENTÃO...
X medido > X desenho	Diminuir	X medido > X desenho	Diminuir
X medido < X desenho	Aumentar	X medido < X desenho	Aumentar
Y medido > Y desenho	Diminuir	Y medido > Y desenho	Aumentar
Y medido < Y desenho	Aumentar	Y medido < Y desenho	Diminuir

Igual

Diferente

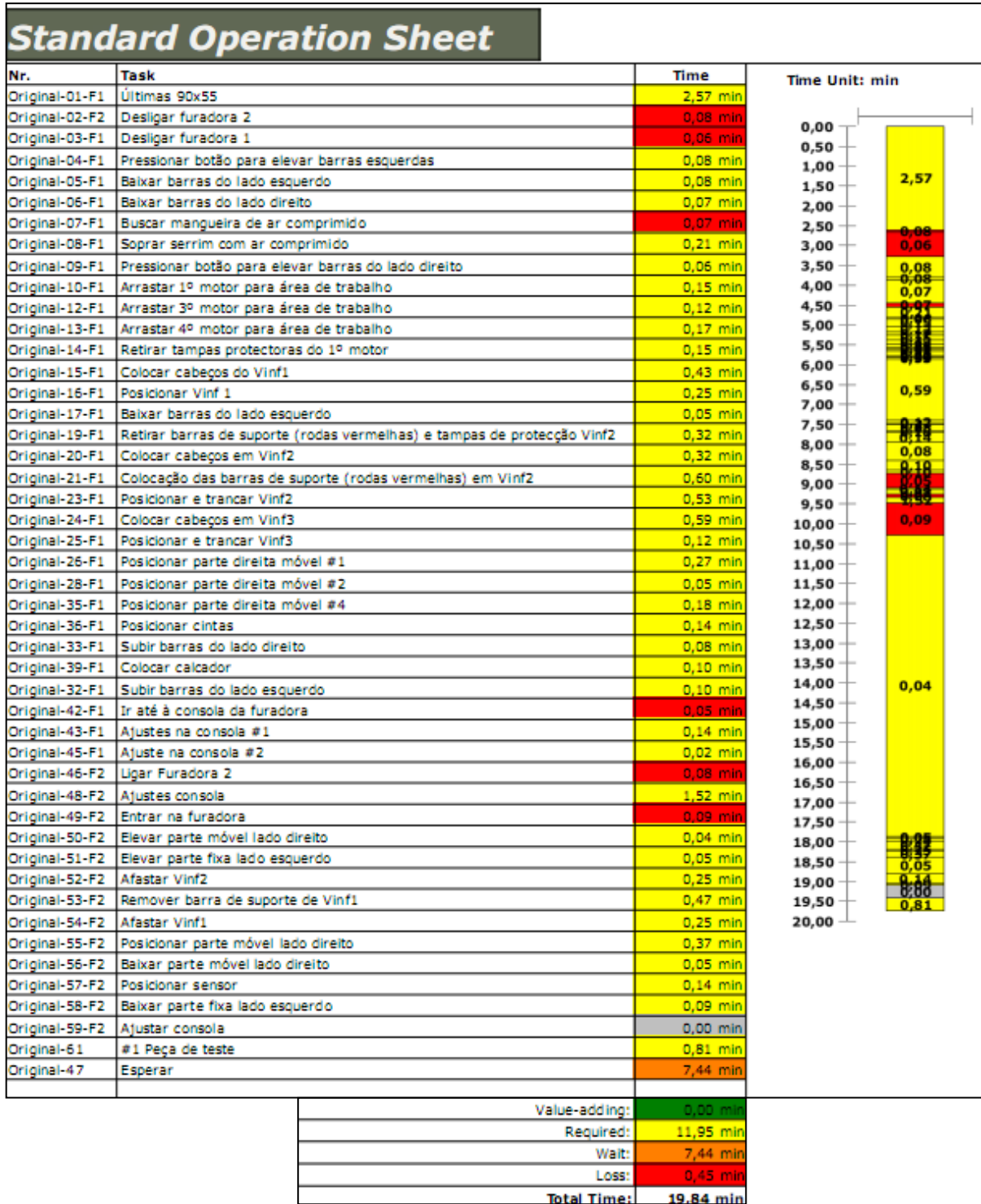
© Pedro Ramos – 07 Jun 2010
EXCELLENCE IN TRANSFORMING WOOD INTO FURNITURE
Swedwood

É isto!

© Pedro Ramos – 07 Jun 2010
EXCELLENCE IN TRANSFORMING WOOD INTO FURNITURE
Swedwood

ANEXO C: Standard Operation Sheets geradas no programa AviX® para os operadores da furadora

Simulação 1



Simulação 2

Operador 4

Standard Operation Sheet			
Workstation:		Operador 4	
Variant:		-	
Line:		Linha Biesse	
Nr.	Task	Time	Time Unit: min
Original-01-F1	Últimas 90x55	2,57 min	
Original-03-F1	Desligar furadora 1	0,06 min	
Original-04-F1	Pressionar botão para elevar barras esquerdas	0,08 min	
Original-05-F1	Baixar barras do lado esquerdo	0,08 min	
Original-06-F1	Baixar barras do lado direito	0,07 min	
Original-07-F1	Buscar mangueira de ar comprimido	0,07 min	
Original-08-F1	Soprar serrim com ar comprimido	0,21 min	
Original-09-F1	Pressionar botão para elevar barras do lado direito	0,06 min	
Original-10-F1	Arrastar 1º motor para área de trabalho	0,15 min	
Original-12-F1	Arrastar 3º motor para área de trabalho	0,12 min	
Original-13-F1	Arrastar 4º motor para área de trabalho	0,17 min	
Original-14-F1	Retirar tampas protectoras do 1º motor	0,15 min	
Original-15-F1	Colocar cabeços do Vinf1	0,43 min	
Original-16-F1	Posicionar Vinf 1	0,25 min	
Original-17-F1	Baixar barras do lado esquerdo	0,05 min	
Original-19-F1	Retirar barras de suporte (rodas vermelhas) e tampas de protecção Vinf2	0,32 min	
Original-20-F1	Colocar cabeços em Vinf2	0,32 min	
Original-21-F1	Colocação das barras de suporte (rodas vermelhas) em Vinf2	0,60 min	
Original-23-F1	Posicionar e trancar Vinf2	0,53 min	
Original-24-F1	Colocar cabeços em Vinf3	0,59 min	
Original-25-F1	Posicionar e trancar Vinf3	0,12 min	
Original-26-F1	Posicionar parte direita móvel #1	0,27 min	
Original-28-F1	Posicionar parte direita móvel #2	0,05 min	
Original-35-F1	Posicionar parte direita móvel #4	0,18 min	
Original-36-F1	Posicionar cintas	0,14 min	
Original-33-F1	Subir barras do lado direito	0,08 min	
Original-39-F1	Colocar calcador	0,10 min	
Original-32-F1	Subir barras do lado esquerdo	0,10 min	
Original-42-F1	Ir até à consola da furadora	0,05 min	
Original-43-F1	Ajustes na consola #1	0,14 min	
Original-45-F1	Ajuste na consola #2	0,02 min	
Original-48-F2	Ajustes consola	1,52 min	
Original-61	#1 Peça de teste	0,81 min	
	Value-adding:	0,30 min	
	Required:	10,18 min	
	Wait:	0,00 min	
	Loss:	0,27 min	
	Total Time:	10,45 min	

Operador 4.1

Standard Operation Sheet		
Workstation:		Operador 4.1
Variant:		-
Line:		Linha Biesse
Nr.	Task	Time
Original-01-F1	Últimas 90x55	2,57 min
Original-02-F2	Desligar furadora 2	0,08 min
Original-46-F2	Ligar Furadora 2	0,08 min
Original-49-F2	Entrar na furadora	0,09 min
Original-50-F2	Elevar parte móvel lado direito	0,04 min
Original-51-F2	Elevar parte fixa lado esquerdo	0,05 min
Original-52-F2	Afastar Vinf2	0,25 min
Original-53-F2	Remover barra de suporte de Vinf1	0,47 min
Original-54-F2	Afastar Vinf1	0,25 min
Original-55-F2	Posicionar parte móvel lado direito	0,37 min
Original-56-F2	Baixar parte móvel lado direito	0,05 min
Original-57-F2	Posicionar sensor	0,14 min
Original-58-F2	Baixar parte fixa lado esquerdo	0,09 min
Original-59-F2	Ajustar consola	0,00 min
Original-61	#1 Peça de teste	0,81 min
	Value-adding:	0,00 min
	Required:	5,15 min
	Wait:	0,00 min
	Loss:	0,17 min
	Total Time:	5,32 min

Time Unit: min	
0,00	
0,32	
0,82	
1,32	
1,82	
2,32	
2,82	
2,82	
3,32	
3,82	
4,32	
4,82	
5,32	