

 M 2015

U. PORTO
FEUP FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

MELHORIA DA PRODUTIVIDADE NUMA LINHA DE PRODUÇÃO

DANIEL ALBERTO CIDRE PRADA
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO APRESENTADA
À FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO EM
ENGENHARIA MECÂNICA

Melhoria da Produtividade Numa Linha de Produção

Daniel Alberto Cidre Prada

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. Armando Leitão



Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

2015-02-02

Aos meus pais e irmã

Resumo

Este projeto realizou-se na Faurecia Sistemas de Escapes Portugal Lda, unidade industrial dedicada à produção de componentes de controlo de emissões, localizada em Bragança, tendo como foco principal a melhoria do *layout* da linha de produção Dobradora 2004/*forming* VS20.

Em primeiro lugar, realizou-se uma análise do fluxo produtivo, recorrendo ao método *Standardized Work* que é colocado em prática através de três documentos (instrução de trabalho, tabela de combinação de tarefas e esquema de tarefas elementares). Em seguida, registaram-se as operações a serem melhoradas nos processos realizados.

Analisados os procedimentos utilizados, propôs-se melhorias utilizando as metodologias: 5S, *Hoshin*, SMED e *Pull System*. Sendo em alguns casos exequível a sua implementação, estas metodologias vieram a traduzir-se em concretos e mensuráveis benefícios para a linha em estudo.

O resultado deste projeto, foi o aumento da produção média diária, bem como a melhoria dos fluxos de produção e organização da linha de produção Dobradora 2004/*forming* VS20.

Nas últimas semanas para a conclusão do projeto, realizou-se a auditoria ao *Standardized Work* numa outra linha de produção, Comas 2.

Este projeto permitiu adquirir experiência no meio industrial, bem como possibilitar a aplicação de algumas técnicas práticas que são uma mais-valia para o complemento da formação académica.

Improving Productivity In A Production Line

Abstract

This project took place at Faurecia Exhaust Systems Portugal Lda, an industrial unit dedicated to the production of emission control components, located in Bragança, focusing mainly on improving the layout of the production line Benders 2004 / forming VS20.

At first, we performed an initial analysis of the production flow, using the method of Standardized Work, put into practice through three documents (work instruction, task combination table, and elementary tasks diagram). Then, we record the operations to be performed in improved processes.

Analysed the procedures used, it was proposed improvements based on the use of the methodologies: 5S, Hoshin, SMED and Pull System. And in some cases feasible its implementation, these methodologies came to be translated into concrete and measurable benefits for the production line in study.

The result of this project was the increase of the average daily production, the improvement of production flows and organization in the production line Benders 2004 / *forming* VS20.

In the latest weeks to complete this project, it was made an audit to the standardized work on other production line, Comas 2.

This project allowed to gain experience in the industrial world, as well as enabling the application of practice techniques that are an asset to the complement of academic training.

Agradecimentos

Ao meu orientador na Faurecia, Eng.º David Madureira, pela oportunidade dada, pelo apoio e pela formação que me proporcionou.

À Equipa da Unidade Autónoma de Produção 3, pelo apoio prestado na minha integração.

Ao Eng.º Armando Leitão, orientador da FEUP, pela orientação fornecida para a redação da tese.

Ao Eng.º Jorge Paulo, por todos os conhecimentos transmitidos acerca do processo e pelo acompanhamento e integração.

A todas as pessoas da empresa que de alguma forma, direta ou indiretamente, trabalharam comigo e que foram indispensáveis para a concretização do trabalho desenvolvido.

À minha família, pelo esforço e por todo o apoio dado durante o meu percurso académico.

Aos meus amigos, pelas discussões produtivas, paciência e compreensão.

Índice de Conteúdos

1	Introdução	1
1.1	Apresentação do Grupo Faurecia	1
1.2	Faurecia Sistemas de Escape Portugal, Lda	4
1.3	Apresentação do Projeto na Faurecia Sistemas de Escape Portugal, Lda	5
1.4	Método Seguido no Projeto.....	5
1.5	Temas Abordados e sua Organização no Presente Relatório	5
2	Enquadramento Teórico.....	6
2.1	Metodologias e Conceitos <i>Lean</i>	6
2.2	Definição de <i>Kanban</i>	7
2.3	Definição de <i>Just-In-Time</i>	7
2.4	Definição de <i>Standardized Work</i>	8
2.5	Definição de Taxa de Rendimento Sintético	9
2.6	Definição de <i>Hoshin</i>	10
2.7	Definição de <i>Layout</i>	11
2.8	Definição de SMED.....	11
3	Situação Inicial	13
3.1	Processo Produtivo	14
3.2	Análise da situação inicial	16
4	Desenvolvimento do projeto.....	19
4.1	<i>Standardized Work</i>	19
4.2	Implementação de 5S	20
4.3	Implementação de Ação <i>Hoshin</i>	24
4.4	Número Ideal de Operadores.....	27
4.5	Implementação de Ação SMED	31
4.6	Implementação do Sistema <i>Pull</i>	37
4.7	Auditoria ao SW na Linha COMAS 2	41
5	Conclusões e Perspetivas de Trabalho Futuro.....	43
	Referências	44
ANEXO A:	Medição do Tempo de Ciclo.....	45
ANEXO B:	Tabela de Combinações de Tarefas	46
ANEXO C:	Esquema de Tarefas Elementares Inicial.....	47
ANEXO D:	Instrução de Trabalho.....	48
ANEXO E:	Esquema de Tarefas Elementares Após <i>Workshop Hoshin</i>	49
ANEXO F:	<i>Layout</i> Antes e Após <i>Workshop Hoshin</i>	50
ANEXO G:	Folha de Análise da Mudança de Referência	51
ANEXO H:	Medidas e ações a tomar	52
ANEXO I:	Folha de cálculo <i>Kanban</i> de produção	53
ANEXO J:	Tabela de Processos	54
ANEXO K:	Dimensionar Separadores	55
ANEXO L:	Dimensionar Rampas <i>Shop-Stock</i> Final.....	56

Siglas

FECT → *Faurecia Emissions Control Technologies* (Tecnologias de Controlo de Emissões Faurecia);

FES → *Faurecia Excellence System* (Sistema de Excelência da Faurecia);

GAP → Grupo Autónomo de Produção;

GAP Leader → Líder de equipa;

JIT → *Just In Time*;

PDP → Plano diretor de produção construído com base em 3 meses de visão e por semana;

PIC → Plano industrial e comercial construído com base entre 6 a 18 meses de visão;

Pull System → Fluxo Puxado;

Push System → Fluxo Empurrado;

R&D → Pesquisa e Desenvolvimento;

Racks → Rampas, ou estruturas metálicas (semelhante a estantes), utilizadas para abastecimentos e *shop stocks*;

SAP → *Systems, Applications, Products*;

Scrap → rejeitados (sucata);

Shopfloor → Terreno;

Shop Stock → *stock* de fim de linha;

SMED → *Single Minute Exchange of Die*;

SW → *Standardized Work* (Trabalho padrão);

Takt Time → Caracterização ou ritmo do pedido do cliente;

Top 5 → Reunião antes de iniciar a produção com duração de 5 minutos;

TRS → Taxa de Rendimento Sintético;

UAP → Unidade Autónoma de Produção;

WIP → *Work In Process* (Trabalho em curso);

WC → *Work Content*.

Índice de Figuras

Figura 1 – Unidades industriais Faurecia no mundo, <i>in Barbosa, Ana. Manual de Acolhimento. 2014.</i>	1
Figura 2 – Organização do grupo Faurecia, <i>in Barbosa, Ana. Manual de Acolhimento. 2014.</i> ..	2
Figura 3 – Módulos fabricados pelo grupo Faurecia, <i>in Barbosa, Ana. Manual de Acolhimento. 2014.</i>	2
Figura 4 – Vendas por cliente no ano de 2013 (%), <i>in Barbosa, Ana. Manual de Acolhimento. 2014.</i>	3
Figura 5 – Sistema de Excelência Faurecia, <i>in Barbosa, Ana. Manual de Acolhimento. 2014.</i>	3
Figura 6 – <i>Layout</i> da Faurecia Sistemas de Escape Portugal, <i>in Barbosa, Ana. Manual de Acolhimento. 2014.</i>	4
Figura 7 – <i>Layout</i> no início do projeto.	14
Figura 8 – Fluxograma da chegada de matéria-prima à linha capacitária.	14
Figura 9 - Fluxograma do processo produtivo.	15
Figura 10 – Máquina 1 e contentor de matéria-prima.	15
Figura 11 – <i>Racks</i> de abastecimento.....	15
Figura 12 – Etiqueta interna.	16
Figura 13 – Tabela de combinação de referências.	17
Figura 14 – Máquina 1, antes da alteração de <i>layout</i>	27
Figura 15 – Comparação do NTRS (%) do mês de Outubro e Dezembro, para o equipamento 1.	36
Figura 16 - Comparação do NTRS (%) do mês de Outubro e Dezembro, para o equipamento 9.	36
Figura 17 – <i>Shop-stock</i> de rampas final na linha capacitária, antes da implementação do <i>Kanban</i>	37
Figura 18 – <i>Shop-stock</i> final de rampas com estendal.....	39
Figura 19 - Etiquetas <i>Kanban</i> de produção, da linha <i>forming</i> VS20 e da linha Dobradora 2004.	40
Figura 20 – Linha Comas 2.	41

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Implementação da técnica 5S à zona dos <i>gabarit</i> , antes da mudança de <i>layout</i>	20
Tabela 2 - Implementação da técnica 5S nas caixas de sobranete, antes da mudança de <i>layout</i>	21
Tabela 3 - Implementação da técnica 5S ao material de limpeza, antes da mudança de <i>layout</i>	22
Tabela 4 - Implementação da técnica 5S a estruturas que contêm ferramentas, antes da mudança de <i>layout</i>	23
Tabela 5 - Implementação da técnica 5S à máquina 1, antes da mudança de <i>layout</i>	24
Tabela 6 – Alteração de posto da máquina 4.	25
Tabela 7 – Troca de local de equipamentos e estruturas.	25
Tabela 8 – Diferenças entre o carro de ferramentas da máquina 5.	32
Tabela 9 - Diferenças entre a estrutura dos moldes da máquina 2.	33
Tabela 10 – Diferenças entre a estrutura de ferramentas da máquina 6.	34
Tabela 11 - Diferenças entre a estrutura da máquina 9.	35
Tabela 12 – Número de peças e massas para algumas referências.	38
Tabela 13 – <i>Shop-stock</i> final de estruturas.	39

Possui também 30 centros de R&D, que contam com 5800 engenheiros e técnicos, que dispõem de um orçamento rondando os 916 milhões de euros, ver figura 2.



Figura 2 – Organização do grupo Faurecia, in Barbosa, Ana. Manual de Acolhimento. 2014.

O grupo Faurecia é um parceiro mundial na indústria automóvel especializado em design, desenvolvimento, produção e entrega de peças automóveis em unidades de negócio chave, incluindo assentos de automóveis, tecnologias de controlo de emissões, sistemas de interior e exteriores de automóveis, ver figura 3.



Figura 3 – Módulos fabricados pelo grupo Faurecia, in Barbosa, Ana. Manual de Acolhimento. 2014.

Esta multinacional possui uma vasta carteira de clientes, que compreende os principais líderes de construção automóvel. Adquirindo conhecimentos especializados ao trabalhar com marcas célebres como PSA Peugeot Citroen, BMW, Daimler, Renault, Ford e Nissan, ver figura 4.

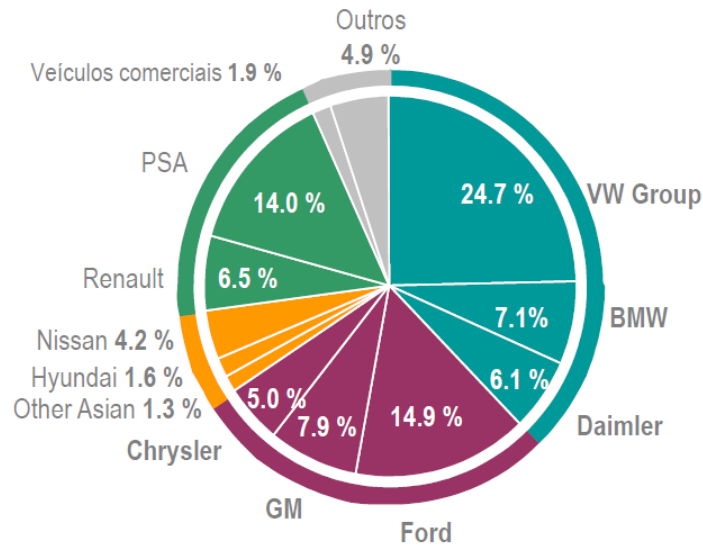


Figura 4 – Vendas por cliente no ano de 2013 (%), in Barbosa, Ana. Manual de Acolhimento. 2014.

A Faurecia está empenhada em criar valor para os seus clientes, colaboradores e acionistas, alcançando a excelência em termos de qualidade, custos e entregas, ver figura 5. Para cumprir este objetivo, foi criado em 2002, o Sistema de Excelência Faurecia (FES), que assenta em 4 pilares (liderança, desenvolvimento, produção e clientes), os quais estão alicerçados nas parcerias com fornecedores e no envolvimento dos colaboradores.



Figura 5 – Sistema de Excelência Faurecia, in Barbosa, Ana. Manual de Acolhimento. 2014.

O objetivo desta multinacional é tornar-se líder mundial em cada uma das suas linhas de produtos. Conseguirá lá chegar focalizando-se na satisfação do cliente, tornando-se referência no mercado de equipamentos e servindo os maiores construtores de automóveis a nível mundial.

1.2 Faurecia Sistemas de Escape Portugal, Lda

A Faurecia Sistemas de Escape Portugal, posiciona-se num patamar de altíssima tecnologia e qualidade na produção de componentes de controlo de emissões, onde emprega atualmente 500 pessoas, incluindo quadros superiores.

Entre os anos 2001 e 2009, a fábrica era constituída por 8 naves, mas apenas 4 destas (B, C, D e E) se encontravam com linhas de produção, ver figura 6. Com o aumento do volume de vendas, foi necessário a reconstrução e manutenção das naves F, G e H para ter condições de criar novas linhas de produção.



Figura 6 – Layout da Faurecia Sistemas de Escape Portugal, in *Barbosa, Ana. Manual de Acolhimento. 2014.*

Durante os anos de 2010 até 2013 foram concluídas as obras nas naves referidas em cima (F, G e H).

Em relação à organização hierárquica dentro da Faurecia Sistemas de Escape Portugal, existem 4 níveis, sendo eles os seguintes:

- Diretor da fábrica;
- Responsável da UAP;
- Supervisor;
- GAP leader;
- Operador.

O número de operadores por UAP ótimo é de 120 e o valor máximo é de 200, sendo que cada supervisor pode ter no máximo 25 operadores. E, cada GAP leader pode ter até 7 operadores a seu cargo. Atualmente, existem 4 unidades autónomas de produção em atividade laboral.

1.3 Apresentação do Projeto na Faurecia Sistemas de Escape Portugal, Lda

Este projeto surgiu da motivação da empresa em procurar melhorar continuamente e da necessidade de reduzir desperdícios. O principal objetivo deste projeto é, melhorar o *layout* da linha de produção Dobradora 2004/*forming* VS20.

O principal resultado esperado para este projeto é, aumentar o *output* de produto final na linha em estudo. Para esse efeito, torna-se vantajoso realizar um conjunto de medidas descritas em detalhe no capítulo 4. Entre essas medidas, temos a ação *Hoshin*, a ação *SMED*, e a implementação da metodologia *5S*. É igualmente imprescindível construir *SW* para as diferentes referências em produção, para que seja possível formar os operários corretamente.

1.4 Método Seguido no Projeto

Inicialmente foi facultada uma visão geral da empresa, bem como uma integração para dar a conhecer a mesma, os valores e os objetivos do grupo Faurecia.

Foi essencial, começar por se realizar um acompanhamento das diferentes referências em produção, com o objetivo de conhecer melhor os diferentes processos existentes. Deste modo, foi possível analisar os pontos que poderiam ser alvos de melhoria.

Para a realização de uma boa análise da linha em estudo foi necessário seguir 6 fases:

1. **Observar;**
2. **Criar trabalho padrão;**
3. **Definir os procedimentos que permitiriam atingir as metas propostas;**
4. **Implementar os procedimentos validados;**
5. **Verificar os resultados das tarefas executadas;**
6. **Melhoria contínua.**

Em suma, efetuou-se uma análise pormenorizada em cada fase, de forma a identificar os problemas, e conseguir implementar melhorias.

1.5 Temas Abordados e sua Organização no Presente Relatório

Após se realizar, neste capítulo, uma breve apresentação da empresa e do projeto, no segundo capítulo é feita uma revisão bibliográfica às metodologias *lean* utilizadas, bem como conceitos relativos ao *Standardized Work*, Taxa de Rendimento Sintético e *Kanban*.

A descrição da situação da linha de produção, aquando do início do projeto, é realizada no terceiro capítulo, sendo explicado o processo de produção que é realizado na linha, e identificados os problemas encontrados.

No quarto capítulo é apresentado o desenvolvimento do projeto, problemas detetados e respetivas soluções propostas para a linha capacitária. É também neste capítulo que se refere a auditoria ao *SW*, na linha de produção Comas 2.

Por fim, no quinto capítulo, apresentam-se as conclusões retiradas da realização deste projeto e as propostas para a realização de trabalhos futuros.

2 Enquadramento Teórico

Neste capítulo é apresentada uma descrição teórica dos principais conceitos abordados durante a realização do projeto.

2.1 Metodologias e Conceitos *Lean*

O conceito de *lean manufactory* nasce com a implementação do *Toyota Production System* (TPS), sistema que tem como base o respeito pelas pessoas e a redução do desperdício (Jacobs, Chase, and Aquilano 2011).

Metodologia 5S

O grande objetivo da implementação da metodologia 5S é a melhoria da produtividade das pessoas e das organizações, focando-se essencialmente na redução do tempo de acesso aos objetos necessários para o desempenho da função, na melhoria da qualidade dos produtos e serviços, e na satisfação das pessoas no seu ambiente de trabalho. A técnica 5S é um processo de melhoria contínua, e é constituída por cinco etapas:

1. **Triagem** (*Seiri*) – Consiste em identificar, classificar, separar e eliminar do posto todos os materiais inúteis, e naturalmente conservando todos os materiais necessários que se utilizam. No caso de o mesmo posto ser usado para operações diferentes, em situações e circunstâncias diferentes, as ferramentas e materiais não necessários para a operação a realizar, devem ser guardados num local apropriado, prontos a utilizar em caso de alteração da operação, e de modo a não dificultar o trabalho no posto.
2. **Arrumar** (*Seiton*) – Em todos os postos de trabalho é necessário organizar as ferramentas e materiais de forma a reduzir deslocações e aumentar a ergonomia. Geralmente, colocam-se os itens mais utilizados mais próximos do operário, de maneira a reduzir os movimentos. Desta forma, reduz-se também o tempo das operações.
3. **Limpeza** (*Seiso*) – É essencial identificar, eliminar ou reduzir, as fontes de sujidade e riscos de segurança nos postos de trabalho assegurando que tudo se encontra sempre em perfeito estado de utilização. Deste modo, torna-se mais fácil identificar potenciais locais de fugas e avarias, conseguindo também reduzir o tempo efetivo de limpeza, tarefa que deve ser incluída dentro do horário de trabalho e tratada como uma tarefa igualmente importante.
4. **Normalização** (*Seiketsu*) – Esta etapa consiste em:
 - Identificar os elementos que se vão controlar visualmente;
 - Estabelecer uma norma de funcionamento e as suas tolerâncias;
 - Criar os dispositivos para o controlo visual em cada caso;
 - Definir os procedimentos corretores a aplicar em cada caso.
5. **Disciplina** (*Shitsuke*) – É necessário trabalhar permanentemente de acordo com as normas estabelecidas, assumindo o compromisso de todos para manter e melhorar o nível dos 5S.

Produção Pull

O sistema de produção *Pull* tem por base produzir de acordo com o que é pedido pelo cliente final, reduzindo desta forma os desperdícios que surgem maioritariamente da produção e de inventário em excesso. Consegue-se assim um processo produtivo mais eficiente e com melhor qualidade, ao mesmo tempo que se reduzem tempos e custos de produção (Jacobs, Chase, and Aquilano 2011).

O *Pull System* é uma forma de ter os processos produtivos em linha com os pedidos do cliente ou ter a produção de cada componente ou produto final em linha com a expectativa de entrega do cliente. Se os processos estiverem direcionados para produzir apenas o essencial, toda a estrutura se torna mais “leve”, por exemplo uma das vantagens, é a redução de *stock* em produção, ou até em produto final.

2.2 Definição de Kanban

Um dos principais identificadores de *Pull System* vem na forma da utilização do método *kanban*. A palavra *kanban* tem origem japonesa e significa sinal, e é a ferramenta utilizada como base para um correto funcionamento da produção JIT. A grande utilidade do *kanban* pode-se traduzir como uma ajuda visual para mostrar necessidade de produção (*kanban* de produção) ou de aprovisionamento de peças (*kanban* de levantamento):

- *Kanban* de produção: são destinados apenas à produção, e devem ser sempre encontrados numa unidade de contenção como forma de identificador, num lançador, ou num conformador de lotes;
- *Kanban* de levantamento: são etiquetas destinadas à logística, referem-se ao levantamento de material e estão designados para serem utilizados no quadro de nivelamento, estas contêm a referência do componente, nome da linha na qual vai ser feito o levantamento, quantidade e forma de acondicionamento.

Há diversas formas de criar *kanban*, podendo ser cartões, marcas no solo, códigos de barras, ou *chips* RFID. Geralmente, contêm a seguinte informação:

- Referência e denominação do produto;
- Tamanho do lote de transferência;
- Gama de embalagem do produto;
- Localização.

2.3 Definição de Just-In-Time

A filosofia JIT surge aquando da criação do TPS e permite fornecer ao cliente “o que ele quer, quando ele quer e na exata quantidade que ele quer” (Jacobs, Chase, and Aquilano 2011). O método JIT visa atingir o sucesso através da melhoria contínua na produtividade e na eliminação de desperdício. Este método pode resumir-se numa regra essencial, dividida em quatro fases distintas mas semelhantes. É necessário produzir e disponibilizar:

- Os produtos acabados no instante exato em que se tornam necessários para a venda;
- Os subconjuntos no momento exato em que são necessários para a montagem dos produtos finais;

- Os componentes no instante exato em que são precisos para a montagem dos subconjuntos;
- As matérias-primas na situação exata em que vão ser utilizadas para a fabricação dos componentes.

2.4 Definição de *Standardized Work*

O SW pode considerar-se como a descrição detalhada com a indicação dos tempos de execução da melhor sequência possível de tarefas elementares, a desempenhar pelo colaborador em cada posto de trabalho. Inclui não só operações de transformação e de controlo, mas também movimentos e outras tarefas necessárias incluídos no tempo de ciclo. É definido com base no *Takt Time* de modo a adaptar-se às variações dos pedidos do cliente.

O trabalho padrão é composto por três documentos:

- Instrução de trabalho – neste documento descreve-se detalhadamente o modo de efetuar todos os pontos-chave do processo. Contém os riscos de segurança (zonas de risco de corte, entalamento e queimaduras), e analisa os controlos de qualidade em cada operação e a sua frequência;
- Tabela de combinação de tarefas – este documento contém as tarefas elementares que cada operador terá de efetuar. Inclui o tempo global do processo e as tarefas periódicas principais com as suas frequências e os seus tempos;
- Esquema de tarefas elementares – é uma representação que em conjunto com a tabela de combinação de tarefas permite ao colaborador saber em que posto é que deve executar cada operação, e quais os deslocamentos que deve efetuar. Também analisa o número de peças em curso entre postos de trabalho.

O GAP *leader* dá formação, com base no SW aos operários, quando:

- O operário é novo no posto de trabalho;
- Depois de uma atualização importante no trabalho padrão (instrução de trabalho, esquema de tarefas elementares e tabela de combinação de tarefas);
- Depois de um problema de qualidade gerado pelo operador;
- Se verifica ausência do operador no posto, por mais de 3 meses.

O principal objetivo do trabalho padrão é o alcance dos objetivos de segurança, qualidade, produtividade e de prazos na linha de produção através de:

- Uma correta utilização dos equipamentos;
- A garantia do respeito dos modos operatórios e a sua repetição;
- A formação e evolução dos colaboradores;
- Redução de movimentos perigosos.

2.5 Definição de Taxa de Rendimento Sintético

A Taxa de Rendimento Sintético (TRS), tem como principal objetivo conhecer a taxa de utilização de um dado equipamento, em especial os equipamentos de tipo capacitário, que são concebidos para serem polivalentes, e trabalharem com carga máxima, como é o caso das máquinas dobradoras e prensas.

No cálculo do TRS, os tempos de ciclo deverão ser medidos regularmente para confirmar os progressos, ver equação 1.

$$TRS = \frac{N^{\circ} \text{ de peças boas} \times \text{Tempo de ciclo}}{\text{Tempo de abertura}} \quad (1)$$

Onde:

N° de peças boas, é o número de peças que estão dentro dos requisitos de conformidade produzidas por dia ou mês,

Tempo de ciclo, corresponde ao tempo que cada operador necessita para efetuar a sequência de operações descrita no *Standardized Work*, e

Tempo de abertura, é o tempo disponível da máquina capacitária.

As 6 causas para uma determinada máquina perder capacidade produtiva (causas de não TRS), são:

1. **Anomalia organizacional** – Acontece quando falta pessoal e/ou falta de abastecimento;
2. **Paragens programadas** – Ocorre quando existem ensaios experimentais, manutenção e pausas programadas;
3. **Mudanças de ferramentas** – Se numa máquina for possível realizar, mudanças de referência num curto espaço de tempo, é exequível produzir diferentes produtos em menores quantidades, reduzindo *stocks* e mantendo as taxas de rendimento dos equipamentos. O que se traduz numa maior capacidade de resposta a eventuais problemas que possam surgir, como a variabilidade da procura;
4. **Avárias** – Se no equipamento ocorrer dano que leve a interrupções laborais temporárias do equipamento, resulta em diminuição do tempo útil de produção;
5. **Não qualidade** – Quando há produção de defeitos e retrabalho de defeitos;
6. **Micro paragens e desacelerações** – São difíceis de identificar e de medir o seu tempo, por isso considera-se que é a diferença entre o tempo disponível, o TRS e as outras 5 causas de não TRS, possíveis de medir, ver equação 2.

$$\text{Micro paragens} = 100\% - \% \text{ de TRS} - \% \text{ NTRS}_{\text{das 5 causas exequíveis de medir}} \quad (2)$$

Onde:

% de TRS, é a taxa média de rendimento sintético, e

% NTRS das 5 causas exequíveis de medir, é o somatório das percentagens de anomalias organizacionais, paragens programadas, mudanças de referência, e não qualidade.

Quando reduzimos as 6 causas de não TRS, conseqüentemente aumentamos a capacidade produtiva do equipamento, e portanto haverá um melhoramento do TRS, que não é pontual, trata-se de um desenvolvimento contínuo, por isso há sempre pontos que podem ser melhorados.

2.6 Definição de *Hoshin*

Um *Hoshin* (bússola, em português) consiste em procurar no terreno, juntamente com os operadores e pessoas de diferentes departamentos, soluções simples e facilmente aplicáveis, que permitem eliminar desperdícios e melhorar os fluxos. Trata-se de uma análise à organização da linha de produção, tendo em vista:

- Melhorar a qualidade controlando particularmente o processo humano;
- Redimensionar a linha adaptando-a às necessidades do cliente.

Os 7 desperdícios mais frequentes e que devem ser levados em consideração numa ação *Hoshin* são:

1. **Sobreprodução** – Ocorre maioritariamente quando se pretende que os equipamentos estejam a trabalhar no máximo da sua capacidade, consumindo recursos e produzindo em excesso. Deste modo, produz-se por vezes o que não é necessário ou a mais do que é pedido, existe portanto uma organização em fluxo “empurrado”.
2. **Stock** – Para uma empresa, ter excessos de matéria-prima, inventário, WIP e produto acabado, significa desperdício, pois é dinheiro empatado, já que os recursos encontram-se em demorado tempo nas suas instalações.
3. **Sucata e Recuperações** – Produzir com defeitos é um desperdício de recursos e de tempo, devido ao produto acabar sempre por ser rejeitado ou retrabalhado. É recomendável incentivar as pessoas ao autocontrolo, possibilitando identificar as causas dos defeitos, o mais cedo possível.
4. **Movimentos inúteis** – A produtividade de um operário diminui, se este está constantemente a movimentar-se, como por exemplo, para se abastecer de matéria-prima ou para recolher peças que estão longe. As movimentações devem ser mantidas no mínimo, seja com a utilização *de racks* de abastecimento ou até com a simples organização do posto de trabalho.
5. **Trabalhos desnecessários** – Por vezes por não haver um processo produtivo normalizado há operações repetidas, desnecessárias ou mal sequenciadas, ou seja, operações que não aportam valor acrescido ao produto e que devem ser reduzidas.
6. **Tempo de espera** – Todas as empresas procuram obter a maior produtividade dos seus operários, pois ter um operador parado é um desperdício, já que ele não está a produzir. Este desperdício leva a um elevado *lead-time* e é na maior parte das vezes provocado por um incorreto balanceamento da linha de produção e/ou das operações a realizar.

7. **Transporte** – Deslocar material de um sítio para outro, é uma atividade que não acrescenta valor apesar de ser frequentemente necessária. Se não puder ser eliminada, deve-se tentar que seja mínima, recorrendo na maior parte das vezes a redefinições de *layout* ou até mesmo a mudança de meios de transporte.

2.7 Definição de *Layout*

O *layout* influencia a forma como são dispostos recursos e equipamentos necessários à produção (Drira, Pierreval, and Hajri-Gabouj 2007). Deste modo, tende a surgir na literatura, cinco tipos diferentes de *layout*, (Hasan, Sarkis, and Shankar 2012):

Layout de produto fixo: É utilizado quando não é conveniente mover o produto pelos vários processos, ou seja, as máquinas ou recursos movem-se de encontro ao produto. Este tipo de *layout* é utilizado frequentemente quando o produto é demasiado grande como por exemplo, navios ou aviões.

Layout de processo: Acontece quando equipamentos semelhantes ou com funções semelhantes são agrupados na mesma área, exemplo de empresas cujos equipamentos são de grandes dimensões são as empresas metalomecânicas.

Layout de produto: É geralmente aplicado sempre que existe pequena variedade de produtos, procura elevada e elevado volume de produção, é o exemplo das indústrias automóvel. Mas, no caso de uma avaria de um equipamento da linha, todo o fluxo pode ser obrigado a parar, devido às operações serem realizadas sequencialmente desde o início do processo até ao final. A vantagem é ser um processo com um lead time bem definido e estabelecido, por isso requer um correto balanceamento da linha. As linhas de produção podem ser configuradas de modo a reduzir recursos. Por exemplo, numa linha em U, o mesmo operador pode ser capaz de operar diferentes equipamentos, reduzindo ao mesmo tempo as suas deslocações, algo bastante mais complicado numa linha em I.

Layout células de trabalho: Neste caso agrupam-se os equipamentos de modo a que um produto seja finalizado com o mínimo de movimentações possível, preferencialmente no mesmo local. Esta sequência de processos permite que um operador trabalhe em postos diferentes. Deste modo, consegue-se reduzir o *lead time*, os inventários e o lote de transferência (que no limite poderá ser unitário), permite que um mesmo operador trabalhe em postos diferentes, à semelhança das linhas em U.

Com este tipo de *layout* híbrido (mistura *layout* de produto com *layout* de processo), para além da polivalência dos operários da célula (os conhecimentos aumentam), melhoram a sua destreza conseguindo manter o nível de qualidade, criando também espírito de equipa, pois com equipas mais pequenas as relações interpessoais podem sair reforçadas.

Layout celular: É uma combinação de *layout* de processo e de células de trabalho, isto é, possui características de ambos os *layout*.

2.8 Definição de SMED

A metodologia SMED foi desenvolvida por *Shigeo Shingo* e tem como principal objetivo desenvolver práticas de mudança rápida de ferramentas focando-se na redução de tempos e na simplificação dos procedimentos (Sugai, McIntosh, and Novaski, 2007).

O tempo de mudança de referência é o tempo que decorre entre a última peça boa produzida da referência utilizada, até à primeira peça boa produzida da nova referência.

Para realizar uma boa ação SMED é necessário seguir 5 fases:

1. **Observar:** Utilizar uma máquina de filmar para identificar, mais facilmente, todas as operações e o tempo despendido em cada uma delas.
2. **Organizar:** O filme realizado ajudará a classificar as operações em operações internas (quando as intervenções se efetuam com a máquina parada) e operações externas (quando a máquina se encontra em funcionamento). É nesta etapa que se organiza a elaboração da *check-list* de preparação e do modo operatório.
3. **Melhorar:** Nesta fase, deve-se retomar a lista de todas as operações da mudança de referência e para cada uma das operações interrogar sobre as seguintes questões:
 - Podemos eliminá-la?
 - Podemos transformá-la em operação externa?
 - Podemos reduzi-la?

Nesta fase de melhoria, não esquecer de melhorar também as operações que forem classificadas como externas.

4. **Implementar:** Todo o pessoal que trabalha no equipamento em questão não participa diretamente na ação SMED, por isso é fundamental informar e formar o pessoal para o modo operatório definido na sua zona de produção. E também é constituída por duas etapas, que procuram meios mais adaptados ao desempenho dum função a realizar: Implementação das soluções imediatamente aplicáveis (precisando de poucos meios) e Estabelecimento dum plano de ação a meio termo, dirigido às ações que necessitam de investimentos ou de prazos e a aprovação da hierarquia.
5. **Normalizar:** Depois da realização das melhorias, readaptar se necessário, o modo operatório e o *check-list*. Se possível, será benéfico adaptar e alargar esta organização e estas melhorias a máquinas da mesma família.

Concluindo, o método permite melhorar a organização dos modos operatórios e leva a implementar mecanismos, de modo a obter rápidas mudanças de referência. A possibilidade de realizar *setups* rápidos, para além do ganho económico resultante do aumento do tempo útil de produção e redução de custos de mão-de-obra resultantes das longas mudanças, permite algo que é extremamente importante: aumentar a frequência dos *setups*, o que permite reduzir o tamanho dos lotes. Por exemplo, uma mudança de referência de quatro horas obriga a manter o equipamento a trabalhar durante vários dias para tornar a operação rentável, mas com três minutos de *setup* bastam escassas horas.

3 Situação Inicial

A linha Dobradora 2004/*forming* VS20 surgiu em Novembro de 2013, com o objetivo de fornecer cânulas (tubos dobrados de saída) e tubos (tubos dobrados de entrada, tubos dobrados intermédios, tubos calibrados de entrada, intermédios e de saída) apenas para o seu cliente interno, linha VS20.

No início deste projeto, encontravam-se a ser produzidas 29 referências. Dessas, apenas 12 eram de alta cadência, o que dificultava a medição de tempos e a construção de trabalho padrão para as restantes 17 referências de baixa cadência.

Durante o período em que decorreu o projeto, foram realizados alguns ensaios experimentais pelo departamento de engenharia no *shopfloor* da linha em estudo, para três referências novas, que se irão juntar às 29 referências já existentes, no ano de 2015.

Por motivos de confidencialidade, referir-se-ão os nomes das máquinas que compõem a linha, como:

- Máquina 1 - O equipamento executa o processo de dobrar;
- Máquina 2 - O equipamento realiza o processo de serrar;
- Máquina 3 - O equipamento faz o processo de rebarbar;
- Máquina 4 - O equipamento efetua o processo de lavar;
- Máquina 5 - O equipamento realiza o processo de cortar. A máquina 5, realiza um corte “limpo”, ou seja, não há a necessidade de rebarbar;
- Máquina 6 - O equipamento executa o processo de furar;
- Máquina 7 - O equipamento efetua o processo de gravar;
- Máquina 8 - O equipamento realiza o processo de calibrar os tubos na posição horizontal, podendo realizar ou não o entalhe. Quando a máquina 10 estiver na linha e preparada para trabalhar, a máquina 8 deixará de realizar o entalhe;
- Máquina 9 - O equipamento realiza o processo de calibrar os tubos na posição vertical;
- Máquina 10 - É igual à máquina 8 e será utilizada quando for implementado o novo *layout*. Em suma, os processos irão dividir-se para as duas máquinas: equipamento realiza o entalhe (Máquina 10) e não realiza o entalhe (Máquina 8);
- Máquina 11 - O equipamento será utilizado quando for implementado o novo *layout* e terá como função a lavagem final do produto acabado.

As máquinas 1, 2, 3, 4 e 5 pertencem à linha Dobradora 2004, sendo que os restantes equipamentos (6, 7, 8 e 9) pertencem à linha *forming* VS20, ver figura 7.

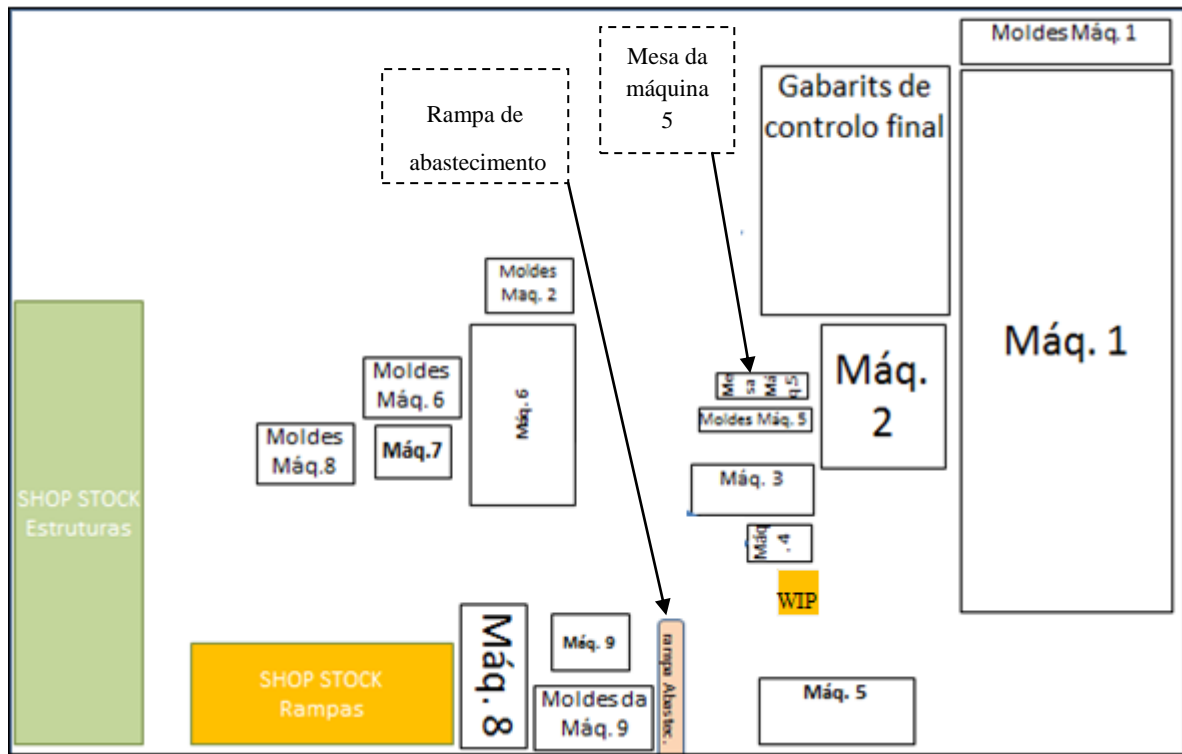


Figura 7 – Layout no início do projeto.

3.1 Processo Produtivo

Os tubos de grandes dimensões chegam dos fornecedores e são cortados na máquina laser de acordo com a medida pretendida, ou para algumas referências, os tubos chegam à Faurecia de Bragança já com as dimensões corretas, ver figura 8.

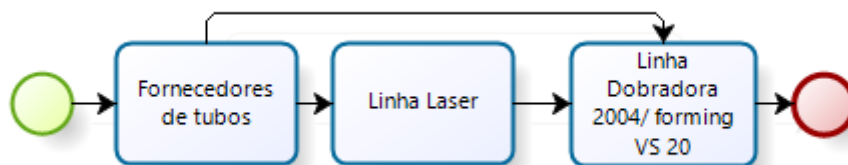


Figura 8 – Fluxograma da chegada de matéria-prima à linha capacitária.

O operador logístico tem a seu cargo o transporte da matéria-prima e a responsabilidade de a colocar dentro do *zoning* dos contentores, (ver figura 10) se as referências pedidas pelo supervisor de produção com base no PDP forem para a linha Dobradora 2004, ou nas rampas de abastecimento, (ver figura 11) se as referências pedidas forem apenas para a linha *forming* VS20, ver figura 9.

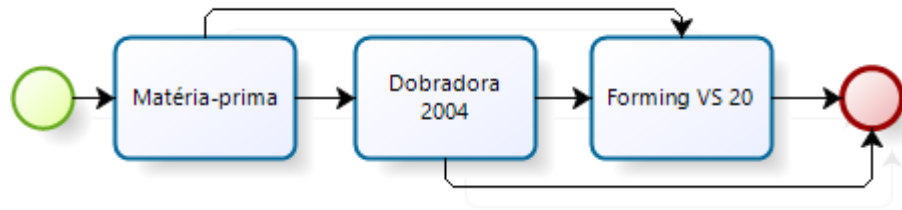


Figura 9 - Fluxograma do processo produtivo.

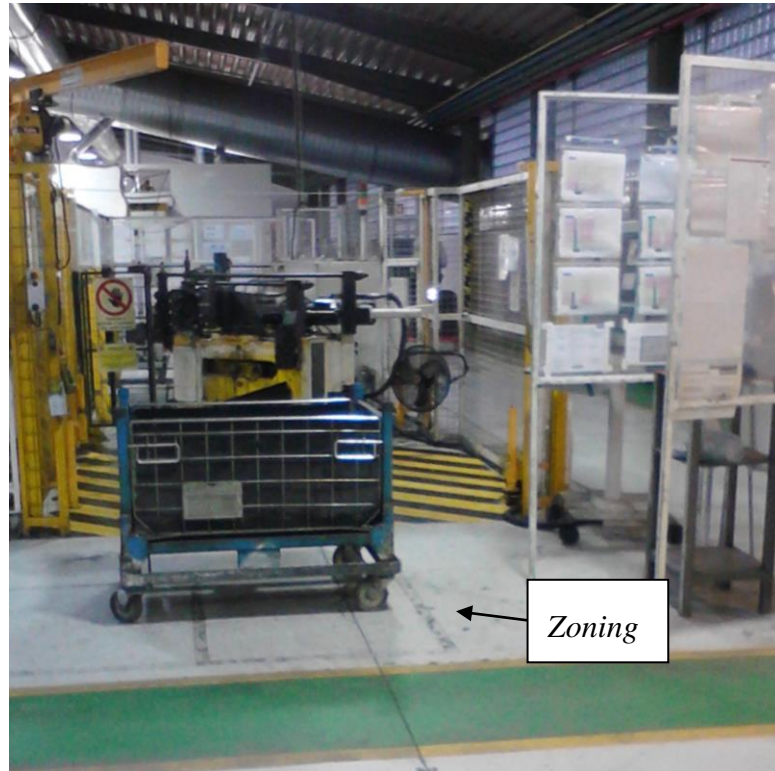


Figura 10 – Máquina 1 e contendor de matéria-prima.



Figura 11 – Racks de abastecimento.

O operador de produção depois de obter o produto final, coloca-o nas gamas de embalagem respetivas (caixas ou estruturas). De seguida, preenche a etiqueta interna de identificação, que irá acompanhar o material até ao cliente interno (linha VS20), ver figura 12.

Referência

Referência: A16

Turno: Verde

Nome: [Redacted]

Data: 1/2014 Quantidade: 0

LASER

Nome:

LAVADORA

Nome:

PRENSAS

Nome:

CALIBRADORA

Nome:

DOBRADORA

Nome: 2004

EMS

Nome:

ROSS

Nome:

ABB

Nome:

ROTATIVA

Nome:

PRODUTO FINAL

Nome: [Redacted]

Produto final (nome do operador que realiza o controlo final ou inspeção final)

ETIQUETA ACOMPANHA PRODUTO ATÉ À EMBALAGEM FINAL

COD. BARRAS REF FINAL

Figura 12 – Etiqueta interna.

De destacar, que as gamas de embalagem possuem número máximo de peças que deverá ser respeitado pelos operadores de produção.

3.2 Análise da situação inicial

A linha Dobradora 2004/*forming* VS20 funciona a 3 turnos (turno da manhã, tarde e noite), e apresenta dois postos de trabalho: um operador trabalha na linha Dobradora 2004 e outro na linha *forming* VS20.

A carga de trabalho entre os dois postos, não era a equilibrada para a generalidade das referências de alta cadência, devido a haver um operador à espera que o outro termine o seu ciclo produtivo para que possa trabalhar (*starving*). Este incorreto balanceamento levava a menor volume de produto acabado comparativamente ao que se poderia conseguir.

A partir de Janeiro de 2015, o cliente interno passará de uma linha para cinco linhas de produção. E conseqüentemente, prevê-se um aumento de 36% dos pedidos médios diários por parte do cliente interno, comparativamente aos pedidos médios diários registados no ano de 2014. Com base nesta informação, torna-se vital que a linha de produção se reorganize, de modo a adaptar-se a este aumento de pedidos por parte do cliente, linhas VS20. O aumento da

cadência de pedidos, também acarreta um grande número de diversidade de referências, ANEXO J, sendo por isso, de extrema importância, melhorar o *layout* existente para que possa ser mais apropriado ao volume de produção requerido.

Segundo a definição proposta por Hasan, Sarkis, e Shankar (2012), o *layout* da linha em estudo pode ser considerado um *layout* de células de produção.

O principal problema do *layout* é fazer com que os operários realizem vários movimentos inúteis, seja para irem ao encontro de ferramentas, gamas de embalagem ou mesmo em alguns casos das máquinas para realizar o processo produtivo, como por exemplo para ir buscar uma caixa vazia percorre-se uma longa distância.

Outro problema identificado, foram os longos tempos de mudança de referência, que são em grande parte devido a problemas de *layout*, falta de implementação da metodologia 5S, e devido às tarefas de SMED apresentarem-se todas dedicadas a apenas um só operador.

Ocasionalmente, também acontece falta de matéria-prima e atrasos do operador logístico.

Estas dificuldades aliadas à falta de experiência de alguns operadores, fazem com que o *output* de produto final existente seja menor, comparativamente ao que se poderia obter.

No início do projeto, a linha em estudo apresentava apenas o PDP da linha Dobradora 2004. Em relação, aos pedidos das referências que passam apenas pelo *forming* VS20, estes eram efetuados a pedido do supervisor da linha VS20, que solicitava ao supervisor da linha Dobradora 2004/*forming* VS20 para produzir a referência pretendida. Este procedimento, condicionava o processo e em grande parte, atrasava o plano de produção da linha Dobradora 2004. Portanto, um fluxo de informação que permitisse a todos, saber antecipadamente o que iria ser produzido na linha *forming* VS20 era inexistente.

A solução inicial, enquanto o PDP da linha *forming* VS20 não era realizado foi construir uma tabela, (ver figura 13) onde apareciam os produtos finais e os componentes da linha em estudo que integravam os produtos finais. A tabela apresentava a seguinte relação: se a referência A está a ser produzida na linha Dobradora 2004, irá ser necessário produzir a referência B na linha *forming* VS20 para obter o produto final desejado na linha VS20.



Figura 13 – Tabela de combinação de referências.

No início do mês de Outubro de 2014, a linha *forming* VS20, já possuía PDP e portanto, as referências começaram a ser produzidas com base no PDP da linha *forming* VS20. Deste modo, a linha continha dois planos de produção distintos:

- Plano diretor de produção para a Dobradora 2004, onde os tubos passam pelo processo de dobrar;
- Plano diretor de produção para o *forming* VS20, onde a matéria-prima é colocada nas rampas de abastecimento pelo operador logístico, sendo que estas referências apenas passam pelos processos das máquinas 6, 7, 8 e 9.

Apesar de ter havido melhoria na previsão das referências a produzir, ao seguir estes dois planos de produção, por vezes os operadores teriam de “saltar” lotes de produção para satisfazer a procura do seu cliente interno, ou seja, durante a semana poderiam mudar as prioridades dadas a algumas referências, e conseqüentemente passarem outras a prioritárias. As causas mais comuns na linha em estudo, para se “saltarem” lotes são:

- A falta de matéria-prima por parte do fornecedor;
- Avaria de um dado equipamento;
- A falta de matéria-prima no cliente VS20 para a produção da referência pretendida.

Deste modo, o plano diretor de produção seguido no início da semana perderia um pouco a credibilidade.

Pelo lado positivo é de realçar que a Faurecia de Bragança está a empenhar-se na aplicação do sistema *Pull*, não só para a linha Dobradora 2004/*forming* VS20, mas também para todas as linhas da fábrica.

4 Desenvolvimento do projeto

Neste capítulo será descrito todo o trabalho realizado desde a implementação do trabalho padrão na linha Dobradora 2004/*forming* VS20 até à auditoria ao SW na linha COMAS 2. Sendo que, será exposto de acordo com a ordem com que foi realizado.

4.1 *Standardized Work*

Para a implementação do trabalho padrão foi necessário estar presente na linha e observar a maneira de efetuar todas as operações na linha de produção. Deste modo, foi possível medir o tempo de ciclo, obter a tabela de combinação de tarefas, o esquema de tarefas elementares, e as instruções de trabalho para as 29 referências distintas. As restantes 3 referências, mantiveram-se em fase de testes realizados pela engenharia no local, pelo que não foi possível realizar SW para estas.

No início do projeto, observaram-se as tarefas realizadas pelos operadores e comparou-se o tempo de ciclo entre os dois postos. Em consequência, verificou-se que o operador do posto 1 possuía um tempo de ciclo em média 7% maior que o operador do posto 2, para 75% das referências de alta cadência analisadas no início do projeto. Com base nesta informação, o responsável UAP propôs a permuta da máquina 4, do posto 1 para o posto 2, antes de se proceder à criação de SW. Esta alteração irá analisar-se no subcapítulo 4.3.

De seguida, os SW foram construídos comparando os operadores do turno da manhã e da tarde, e acordado pelos 3 turnos. A construção dos SW seguiu as seguintes etapas:

1. Observou-se um operador, e percebeu-se o seu ciclo (se é repetitivo) separando-o em tarefas elementares;
2. Observou-se outro operador no mesmo posto, identificando qual deles tem o melhor método de trabalho e mais rápido;
3. Definiram-se pontos de medição, antes de desenhar o esquema de tarefas elementares e registar os 20 tempos de ciclo consecutivos, ANEXO A. Dos 20 tempos de ciclo registados no *shopfloor*, escolheu-se para tempo de ciclo do posto de trabalho, o tempo mínimo que se repete pelo menos 2 vezes;
4. Definiu-se a melhor sequência de trabalho, identificando os pontos-chave;

No *shopfloor*, o registo fotográfico dos pontos-chave foi importante para se descrever na instrução de trabalho com maior precisão e detalhe, os movimentos das mãos e do corpo, através de imagens. Deste modo, é possível proteger o operário (dando a conhecer o movimento ergonómico a efetuar) e o produto (garantindo a qualidade).

5. Na sala, realizou-se a instrução de trabalho (ANEXO D), esquema de tarefas elementares (ANEXO C) e a tabela de combinação de tarefas (ANEXO B).

Posteriormente, calculou-se o *Takt Time*, que caracteriza (em unidade de tempo) o pedido do cliente por peça, ver equação 3.

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{Tempo de produção} - \text{Paragens Programadas}}{\text{Número médio de peças pedidas pelo cliente}} \quad (3)$$

A linha Dobradora 2004/*forming* VS 20 funciona a 3 turnos. Os turnos da manhã e da tarde, trabalham 8,5 horas por dia, mas apenas 7,53 horas são tempo útil de produção visto que o

tempo restante corresponde a paragens programadas (TPM, pausa de pequeno-almoço, almoço, jantar, lanche, TOP5, e limpezas de final de turno), enquanto que o turno da noite trabalha 7 horas por dia mas apenas 6,5 horas são tempo útil de produção.

De notar que, o tempo de ciclo terá de ser sempre menor que o *Takt Time* para que o fornecedor consiga satisfazer o cliente.

O SW é importante para organizar o trabalho da forma mais eficiente, garantindo:

- Segurança e Ergonomia;
- Qualidade;
- Eficiência.

Concluído o SW para as 29 referências, constatou-se que existem duas referências (11 e 8, ver ANEXO J), em que o processo é muito longo e conseqüentemente, ambos os tempos de ciclo são maiores que o *Takt Time*. Neste caso, uma das soluções que está em estudo é realizar apenas o processo de dobrar de ambas as referências, numa outra máquina existente na fábrica.

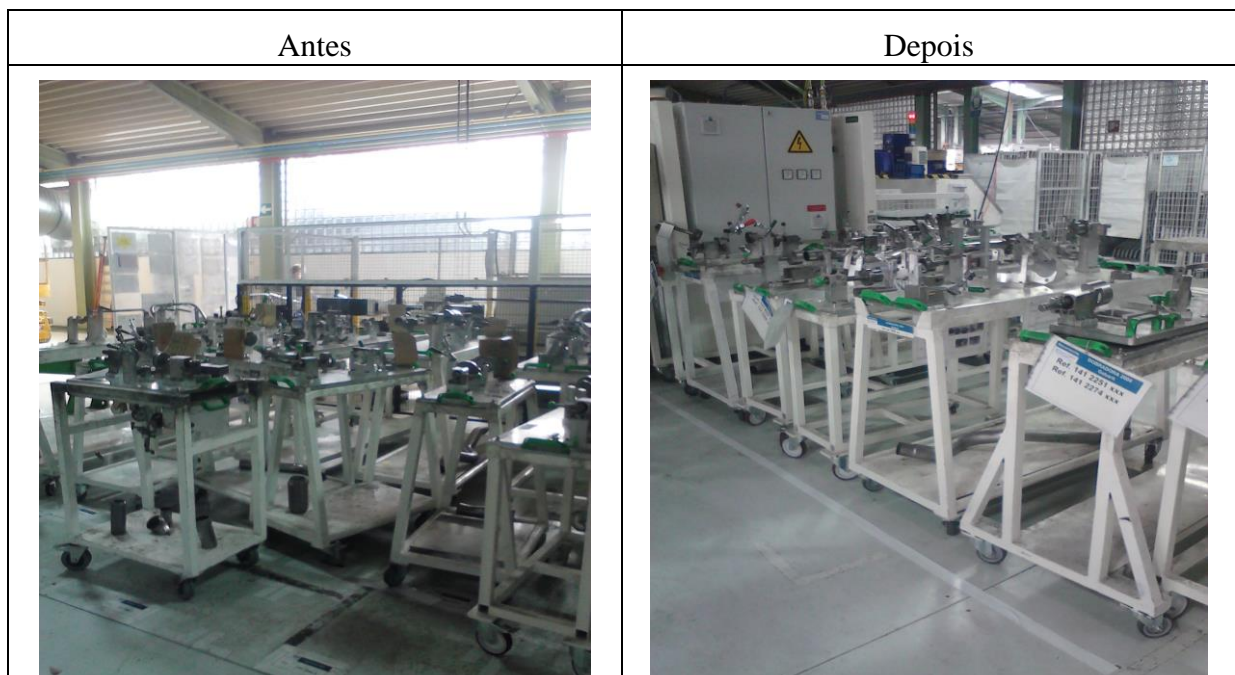
4.2 Implementação de 5S

A implementação da técnica 5S já estava em curso aquando do início do projeto, mas não era totalmente cumprida, devido à atual configuração da linha aliada à mentalidade existente das pessoas. Um local na linha em estudo que, não sendo um posto de trabalho, estava desorganizado, era a área onde estavam os *gabarits*, ver tabela 1.

Problema detetado: Os *gabarit* para controlo de produto final encontravam-se sem identificações, não respeitavam o *zoning*, e apresentavam-se de difícil acesso.

Solução: Colocaram-se os *gabarit* próximos da saída do produto final, tal como se apresenta no novo *layout*, ver anexo F. Atualmente, apresentam-se de fácil acesso e com as respetivas identificações não se perde tempo na sua procura.

Tabela 1 – Implementação da técnica 5S à zona dos *gabarit*, antes da mudança de *layout*.

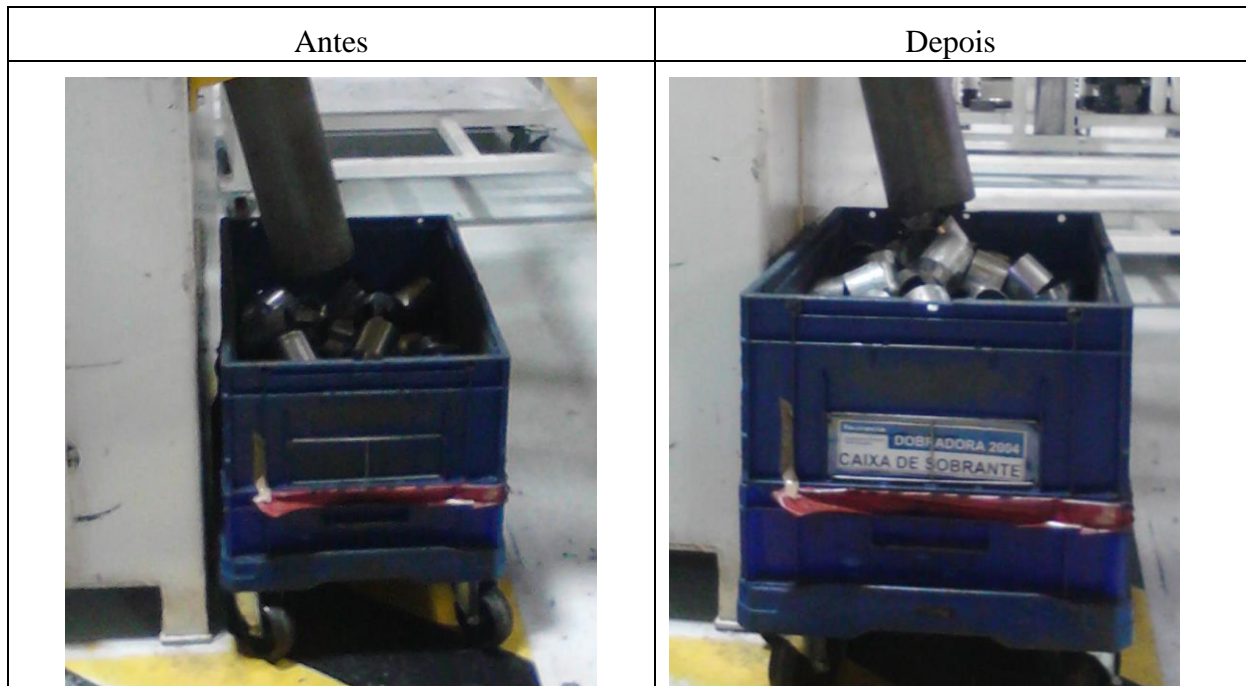


Para as máquinas 2, 5 e 6 foram identificadas as caixas que retêm o material que sobra, ver tabela 2. Este material designado sobranete, irá futuramente para o contentor de sucata.

Problema detetado: Caixas de sobranete não estão identificadas.

Solução: Identificar caixas de sobranete, ficando estas caixas dedicadas apenas para receber sobranete.

Tabela 2 - Implementação da técnica 5S nas caixas de sobranete, antes da mudança de *layout*.


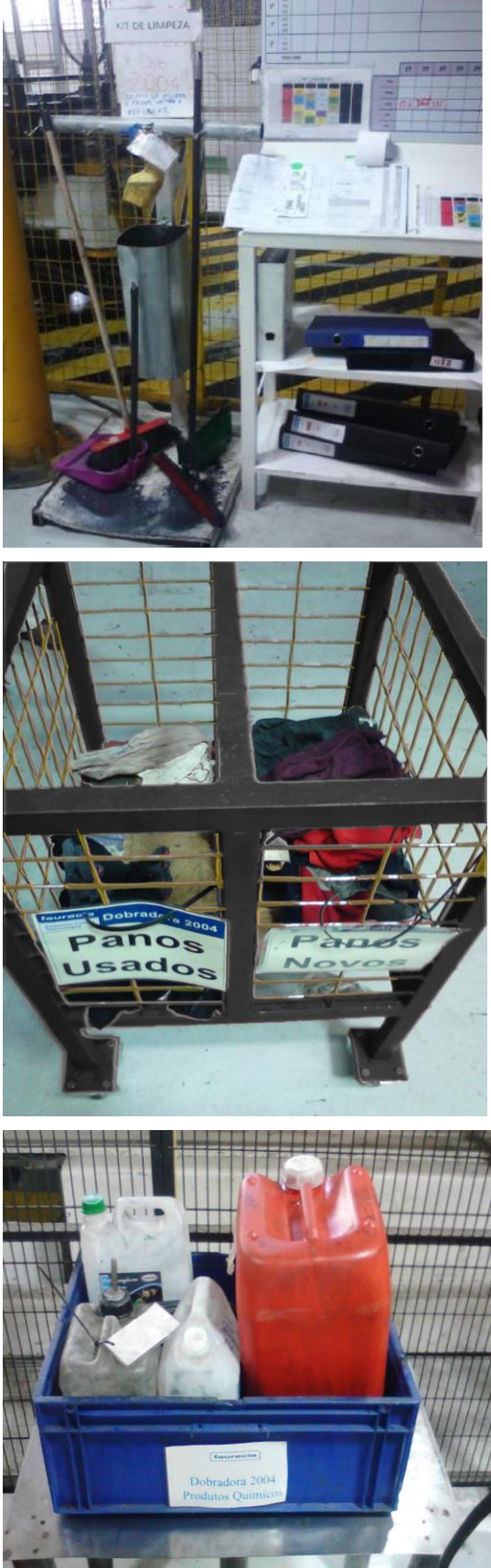


A falta de organização na zona onde se encontrava o material de limpeza e os produtos químicos, levava à deterioração e contaminação do próprio material de limpeza, ver tabela 3.

Problema detetado: Os produtos químicos e o material de limpeza estavam próximos. Havia panos limpos e usados espalhados, bem como um cabo elétrico que não se devia encontrar naquele local.

Solução: Identificar e organizar os produtos químicos, separando-os do material de limpeza. O cabo elétrico foi entregue aos responsáveis de manutenção.

Tabela 3 - Implementação da técnica 5S ao material de limpeza, antes da mudança de *layout*.

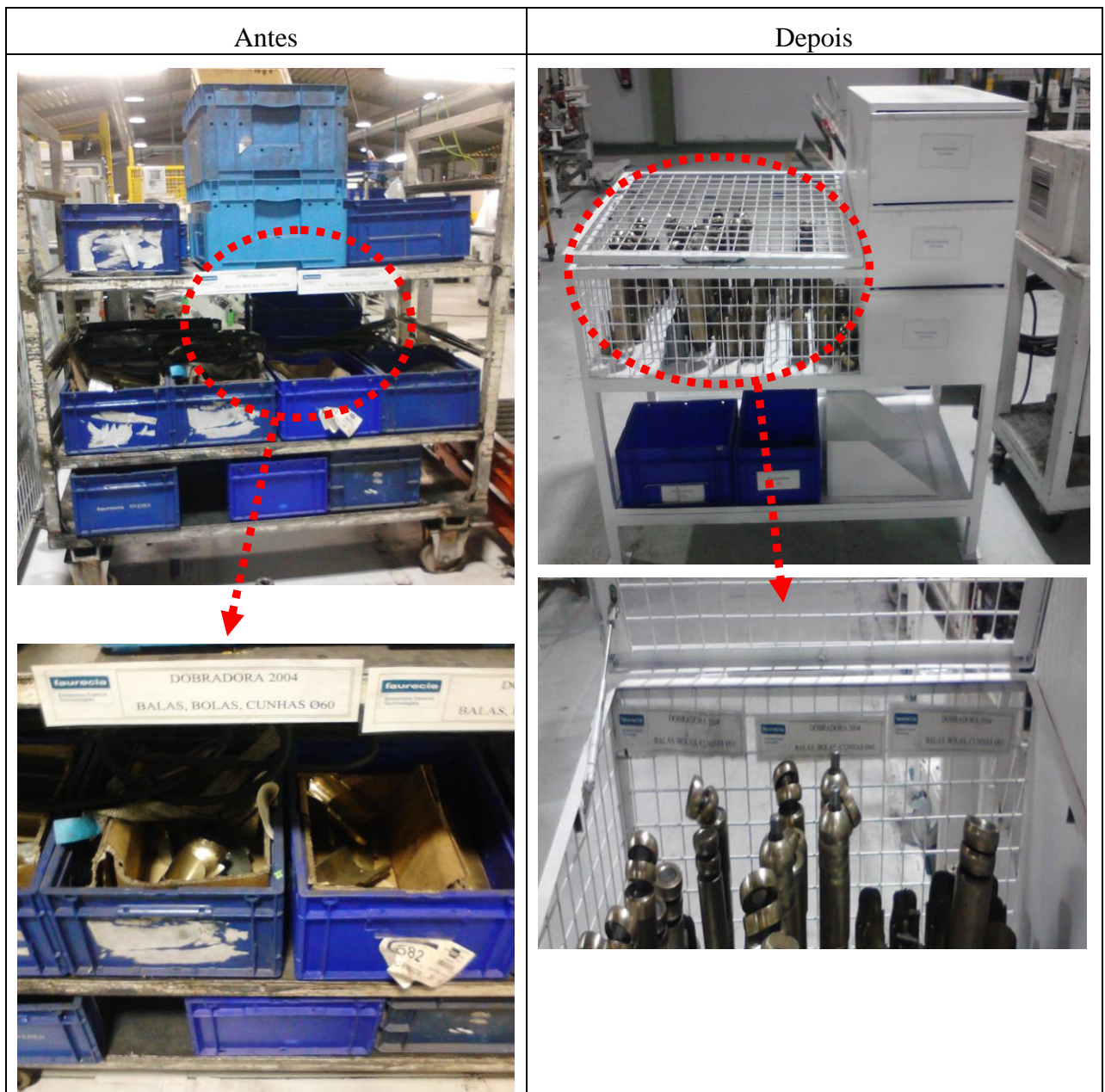
Antes	Depois
 <p>A photograph showing a cluttered area for cleaning supplies. A blue cart is filled with various items, including a white bucket, a red container, and several bottles. The area is disorganized, with items scattered on the floor and hanging from a metal structure. A sign on the wall reads "KIT DE LIMPEZA".</p>	 <p>Three photographs showing the organized cleaning kit area after 5S implementation. The top photo shows a clean, organized station with a sign "KIT DE LIMPEZA" and a white table holding supplies. The middle photo shows a metal cart with two compartments labeled "Panos Usados" and "Panos Novos". The bottom photo shows a blue bin labeled "Dobradora 2004 Produtos Químicos" containing several bottles of cleaning products.</p>

As ferramentas presentes na estante da estrutura apresentada na tabela 4, foram guardadas num local apropriado, em vez de se proceder à sua eliminação, porque poderão vir a ser utilizadas noutras circunstâncias.

Problema detetado: Na linha, existia uma estrutura com material obsoleto e com ferramentas da máquina 1, desorganizadas e amontoadas.

Solução: Aquisição de uma nova estrutura que permitiu guardar todo o material que interessa. Deste modo, eliminou-se a estrutura e o material obsoleto que a estrutura continha. Como resultado, verificou-se maior organização e economia de espaço.

Tabela 4 - Implementação da técnica 5S a estruturas que contêm ferramentas, antes da mudança de *layout*.





No espaço onde se encontra a máquina 1, verificou-se que por vezes existia óleo no chão o que poderia colocar em risco a integridade física dos operadores, ver tabela 5.

Problema detetado: A máquina 1, apresenta por vezes fugas de óleo, ficando o chão muito escorregadio, o que coloca em risco a segurança dos operadores.

Solução: Aquisição de uma tina de retenção para reter o óleo. E, como a tina de retenção tem rodas, poder-se-á colocar e retirar facilmente. Esta aquisição reduzirá o tempo efetivo de limpeza.

Tabela 5 - Implementação da técnica 5S à máquina 1, antes da mudança de *layout*.

Antes (Problemas a detetar)	Depois (Solução a aplicar)
	

Concluindo, sem uma boa base de 5S, haverá:

- Riscos de segurança;
- Riscos de qualidade;
- Perdas de eficiência e de tempo.

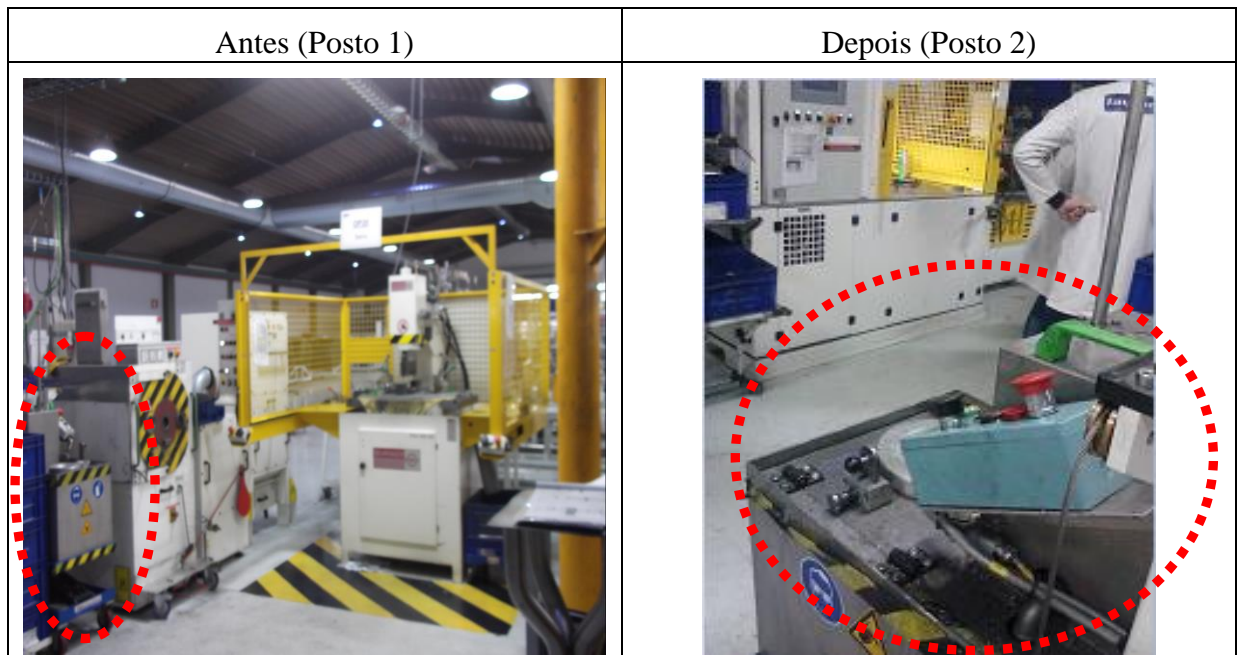
4.3 Implementação de Ação *Hoshin*

Nesta etapa, procuraram-se soluções simples e de rápida aplicação. Deste modo, enquanto o *Workshop Hoshin* não iniciava, efetuaram-se duas pequenas alterações de *layout*, limitadas pela organização existente e pela necessidade de evitar paragens de produção. Estas pequenas alterações, realizaram-se sempre com a aprovação prévia do responsável UAP e do supervisor da linha.

A primeira alteração realizada, foi a troca de local da máquina 4, do posto 1 para o posto 2. O objetivo desta mudança é, equilibrar os tempos de produção entre os dois postos, para a maioria das referências de alta cadência, ver tabela 6. Esta alteração foi já mencionada no subcapítulo 4.1, de forma a garantir a sequência cronológica do que foi realizado.

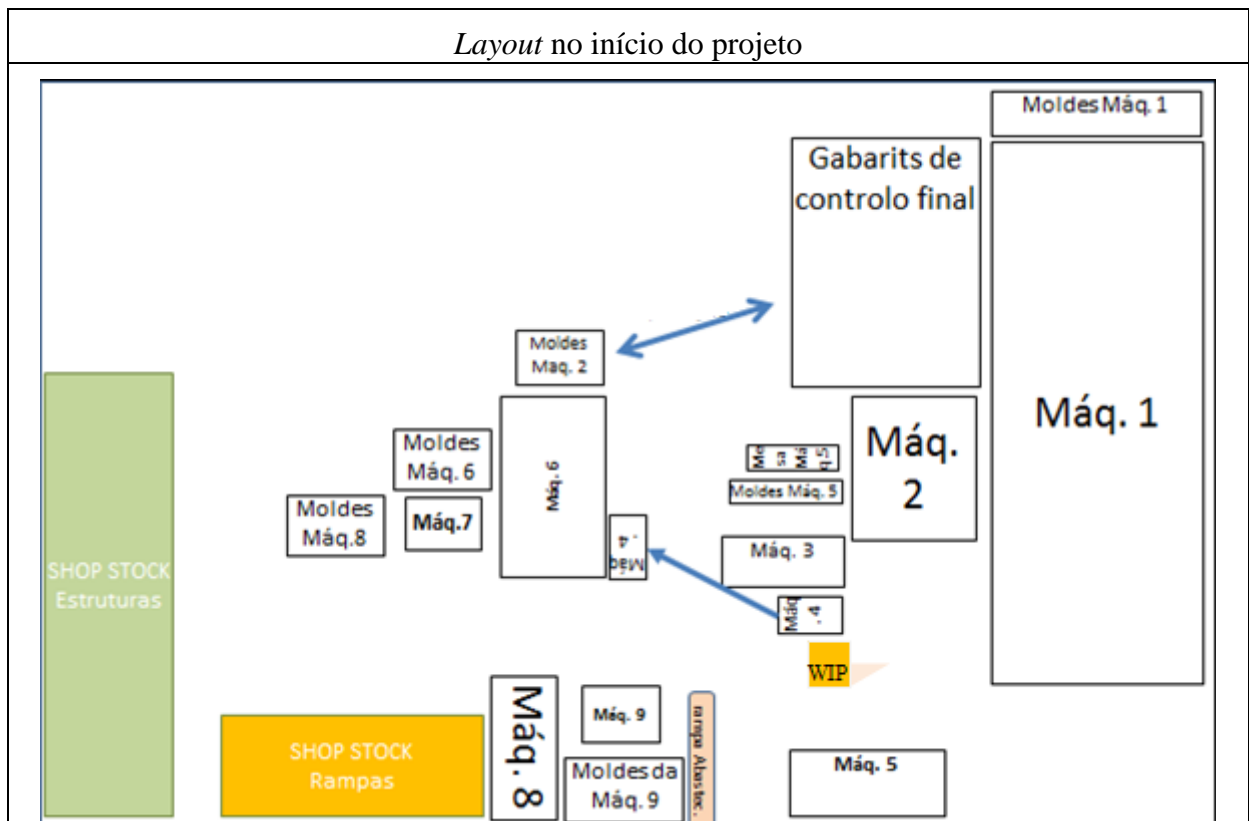
O tempo de ciclo do operador do posto 2, comparando com o tempo de ciclo do operador do posto 1, para 75% das referências de alta cadência analisadas no início do projeto, é em média, atualmente, 3% maior. Deste modo, verificou-se uma melhor equilibragem da carga de trabalho entre os dois postos, comparando com os 7% registados no início deste projeto.

Tabela 6 – Alteração de posto da máquina 4.



Após a implementação dos 5S, uma outra alteração foi a permuta entre os *gabarit* para controlo de produto final e a estrutura dos moldes da máquina 2. O que resultou na redução dos deslocamentos dos operadores para irem de encontro aos *gabarit*, ver tabela 7. A situação posterior à tabela 7, antes da mudança de *layout* definido em ação *Hoshin*, pode ver-se no ANEXO F.

Tabela 7 – Troca de local de equipamentos e estruturas.



Numa ação *Hoshin* as pessoas envolvidas são: um técnico de processos, um especialista do FES, o GAP líder e o supervisor da linha Dobradora 2004/*forming* VS 20. A constituição de um grupo com pessoas que desempenham tarefas distintas na linha é fundamental para se efetuar uma boa análise dos problemas.

Como a partir de Janeiro de 2015 se prevê um aumento considerável do número médio diário de peças pedido, torna-se imprescindível melhorar a eficiência da linha. Mas, esta alteração encontra-se limitada por quatro restrições:

- A área total existente é inalterável;
- A máquina 1 tem de permanecer no mesmo local para que não se entre em gastos monetários excessivos na mudança de *layout*;
- Na mesma linha, existem processos distintos, ver ANEXO J;
- Aquisição de mais duas máquinas novas, que serão fundamentais para completar os processos já existentes: máquina 11, e máquina 10 que será igual à máquina 8 já existente na linha. A principal vantagem em possuir as máquinas 8 e 10 é, dividir os processos para cada uma, reduzindo assim a frequência de mudanças de referência. A desvantagem é que a aquisição destes dois equipamentos (11 e 10) irá ocupar mais espaço na linha e também levará a mais custos.

No início da sessão *Hoshin*, o especialista FES, colocou os seguintes objetivos:

- Distribuir e definir as tarefas por operador, ver subcapítulo 4.4;
- Dimensionar *Shop-Stocks*, ver subcapítulo 4.6;
- Melhorar com um novo *layout* o espaço de trabalho existente, ver anexos E e F;
- Atualizar tabelas de combinação de tarefas e esquemas de tarefas elementares após a alteração do *layout*. Este ponto só poderá ser realizado quando o novo *layout* estiver implementado.

No final, foi criado um plano de ações para dar resposta à mudança de *layout* acordada no *workshop Hoshin*, entre elas destacam-se as seguintes:

- Atualizar SW para as diferentes referências depois da alteração de *layout*;
- Melhorar programas das máquinas que compõem a linha, dando especial importância às máquinas 1 e 9 (*bottlenecks*);
- Adquirir *gabarits* para controlo geométrico intermédio;
- Mover as máquinas segundo o *layout* definido, ver anexos E e F;
- Retirar gradeamento lateral da máquina 1, para que seja possível ao operador entrar pela lateral, em vez de entrar pela frente para carregar/descarregar com matéria-prima como acontecia inicialmente. Em consequência, a proteção mecânica lateral irá ser removida e irão ser colocadas barreiras fotoelétricas, espelho e um radar para garantir a segurança dos operadores, ver figura 14.



Figura 14 – Máquina 1, antes da alteração de *layout*.

O *layout* proposto na ação *Hoshin* foi implementado progressivamente pela equipa de manutenção e com base nas indicações fornecidas pelo supervisor da linha, devido à necessidade de evitar paragens de produção. Embora não seja possível ver o novo *layout* totalmente implementado, espera-se que se consigam reduzir as operações que não acrescentam valor, o *lead-time* e aumentar o volume de produto final.

4.4 Número Ideal de Operadores

O motivo de a linha ser designada por capacitária é devido a haver:

- Equipamentos polivalentes e concebidos para receberem carga máxima: máquina 1 no posto 1, e máquina 9 no posto 2.
- *Bottlenecks*: máquina 1 no posto 1 e máquina 9 no posto 2.

O número ideal de operadores na linha, foi determinado com base no estudo da TRS das máquinas 1 e 9, sendo importante a visualização do plano de seguimento de produção que os operadores preenchem no final do turno. O plano de seguimento de produção, é um documento que contém as seguintes informações:

- Tempo em produção;
- Tempo de paragens programadas;
- Tempo despendido em mudanças de referência;
- Tempo despendido em anomalias organizacionais;

- Tempo perdido em avarias;
- Referências produzidas, tempo de ciclo respectivo e número de produção boa;
- Nº de peças defeituosas e correspondente tipo de defeito;
- Comentários deixados pelo operador.

Os cálculos a seguir apresentados foram realizados segundo informações do mês de Outubro de 2014, sendo de destacar que as melhorias de tempos de mudança de referência e alterações de *layout* previstas em ação *Hoshin* ainda não haviam sido realizadas.

Para o turno da manhã, tarde e noite verificamos no seguimento de produção, qual o número de peças boas produzidas diariamente e o correspondente tempo de ciclo padrão, ver equações 4 e 5. O exemplo dos lotes A e B serve para referir que as referências produzidas diariamente são distintas.

$$\text{Tempo útil do lote A} = \text{N}^{\circ} \text{ de peças boas} \times \text{Tempo de ciclo} \quad (4)$$

$$\text{Tempo útil do lote B} = \text{N}^{\circ} \text{ de peças boas} \times \text{Tempo de ciclo} \quad (5)$$

Onde:

Tempo útil do lote, é o tempo proveitoso necessário para produzir o lote,

Nº de peças boas, é o número total de produto final dentro das especificações, e

Tempo de ciclo, é o tempo que cada operador necessita para efetuar a sequência de operações descrita no *Standardized Work*.

De seguida, com base no tempo útil para realizar cada lote, obtemos o TRS diário, ver equação 6.

$$\text{TRS}_{\text{diário}} = \frac{\sum(\text{N}^{\circ} \text{ de peças boas} \times \text{Tempo de ciclo})_{\text{peça A+B}}}{\text{Tempo de abertura}} \quad (6)$$

Com base nos TRS diários dos dias úteis obtidos através da equação 6, foi possível obter o TRS médio mensal do mês de Outubro, ver equação 7. O TRS médio obtido para as máquinas 1 e 9 foram respetivamente 61% e 71%.

$$\text{TRS}_{\text{médio diário}} = \frac{\text{TRS}_{\text{dia 1}} + \dots + \text{TRS}_{\text{dia 31}}}{25} \quad (7)$$

As percentagens médias de não TRS (NTRS) do mês de Outubro a seguir apresentadas foram obtidas através da razão entre o tempo verificado no plano de seguimento de produção e o tempo total dos 3 turnos. Para a máquina 1, as causas mais comuns de não TRS foram:

- Anomalias organizacionais (2%);

- Paragens programadas (11%);
- Mudanças de referência (16,7%);
- Avarias (4,2%);
- Não qualidade (2%);
- Micro paragens e desacelerações (3,1%): como por exemplo as limpezas.

As causas de não TRS (NTRS) mais comuns para a máquina 9 foram:

- Anomalias organizacionais (2,5%);
- Paragens programadas (11%);
- Mudanças de referência (8,3%);
- Avarias (3%);
- Não qualidade (2,5%);
- Micro paragens e desacelerações (1,7%).

O tempo produtivo diário obtido foi de 14,6 horas para a máquina 1 e para a máquina 9 de 17 horas, sabendo que o tempo de abertura é de 24 horas, ver equação 8.

$$\textit{Tempo produtivo} = TRS_{\text{médio diário}} \times \textit{Tempo de abertura} \quad (8)$$

De seguida, foi possível calcular o *Takt Time*, ver equação 9. Os números médios de PDP não poderão ser divulgados, devido a ser informação confidencial, mas pode-se afirmar que os pedidos de componentes para a linha *forming* VS20 serão em média 33,5% maiores comparando com o PDP da linha Dobradora 2004.

O número médio diário de peças pedido pelo cliente tem em conta todas as referências produzidas na linha para o ano de 2015. A Faurecia usa a média aritmética simples aplicada na equação 9, que é válida se for apenas produzido um mesmo artigo, ver equação 9.

$$TT = \frac{\textit{Tempo produtivo}}{N^{\circ} \textit{ médio diário de peças pedido pelo cliente para 2015}} \quad (9)$$

Onde:

TT, é o *Takt Time*,

Tempo produtivo, é o tempo útil em que a linha esteve a produzir.

Como a linha Dobradora 2004/*forming* VS20 pode produzir 32 referências diferentes, e sabendo que no mês de Outubro não foi produzido apenas o mesmo artigo. Deste modo, é importante aplicar a equação 10, que emprega a média aritmética ponderada utilizando o TT de cada referência produzida no mês de Outubro, e não a média aritmética simples como usa a Faurecia.

$$TT = \frac{TT_1 \times p_1 + \dots + TT_{32} \times p_{32}}{p_1 + \dots + p_{32}} \quad (10)$$

Onde:

TT_n , é o *Takt Time* para cada referência,

p_n , é o peso de cada TT no mês de Outubro.

Uma vez que existem dois fluxos distintos de produção e 32 referências distintas, calculou-se o número ideal de operadores para as duas linhas em separado, tendo em conta as referências com maior volume de produção para o ano de 2015. O WC da linha, é a soma das operações elementares para obter uma peça boa por referência, ver equação 11.

$$Work\ Content = \sum Tempos\ de\ ciclo \quad (11)$$

Após ter-se obtido o WC, para as referências de alta cadência da linha Dobradora 2004 e para a linha *forming* VS20 e sabendo o TT para cada linha, calculou-se o número ideal de operadores por cada artigo, ver equação 12.

$$N^{\circ}\ de\ operadores = \frac{Work\ Content}{Takt\ Time} \quad (12)$$

No final, pôde-se concluir que são necessárias 3 pessoas na linha Dobradora 2004/*forming* VS20, sendo que um operador ficará na linha Dobradora 2004, garantindo que a máquina 1 estará em produção, e os outros dois operadores pertencerão à linha *forming* VS20, garantindo igualmente que a máquina 9 passa a maior parte do tempo a trabalhar.

De seguida, procedeu-se à distribuição de tarefas para os três operadores da linha Dobradora 2004/*forming* VS20 de maneira a que as somas dos tempos das tarefas atribuídas a cada um dos operadores fossem o mais equilibrada possível, ver equação 13.

$$Tempo\ de\ ciclo\ teórico = \frac{Work\ Content}{N^{\circ}\ de\ operadores\ na\ linha\ forming\ VS20} \quad (13)$$

Na prática, irá possivelmente verificar-se que é bastante difícil alcançar o tempo de ciclo teórico uma vez que as operações não poderão ser divididas a meio. O que se efetuou foi tentar realizar com os 3 operadores na linha uma equilibragem o mais próximo possível desse valor teórico.

4.5 Implementação de Ação SMED

A ação SMED que se desenrolou teve como objetivo reduzir os tempos de mudanças de referência, com base no *layout* existente, para as máquinas 1, 2, 5, 6 e 9, devido a serem estas que carecem de mais tempo numa mudança de referência.

As 5 etapas de aperfeiçoamento da mudança de referência realizadas para as máquinas referidas, foram:

1. Observação

Antes da primeira reunião de trabalho entre o GAP *leader* e o supervisor da linha, foi necessário filmar a mudança de referência das máquinas. Para isso, foram utilizados os sistemas de cronometragem da máquina de filmar, bem como se observaram duas mudanças de referências para cada máquina, com o objetivo de ser possível realizar um bom filme.

2. Organizar

A análise das sequências de mudança de referência foi mais fácil depois de se ter especificado todas as operações efetuadas e cronometrado o tempo de cada operação. Deste modo, foi possível classificar as operações por três categorias: internas, externas ou desperdício, ver anexo G.

Depois desta primeira classificação, tentou-se efetuar com a máquina em estudo a funcionar, todas as operações até agora internas para as quais a conversão de interno para externo, não necessita de modificações importantes. Nesta etapa, elaborou-se uma lista de preparativos do modo operatório, sendo que uma das ações é o GAP *leader* trazer para junto das máquinas os moldes e ferramentas necessárias, antes de o operador da linha de produção parar a máquina.

3. Implementar

Antes de se lançar em soluções dispendiosas, tentou-se na medida do possível, validar as melhorias registadas no *shopfloor*. Nesta fase, definiram-se duas etapas:

Estabelecimento de um plano de ações, dirigido às ações que necessitam de investimento ou prazos e a aprovação do UAP *manager*, tais como:

- Realização da alteração de *layout* que prevê que as ferramentas e/ou moldes estejam mais próximos das máquinas respetivas;
- Comprar roscas para todos os moldes da máquina 1, para evitar que se ande a tirar as roscas de uns moldes para os outros quando ocorrem mudanças de referência. As roscas possuem uma argola na extremidade que é por onde o gancho da grua irá entrar para ajudar a levantar o molde;
- Aquisição de uma mini-grua para que as mudanças de referências das máquinas 9 e 8 se efetuem mais rápido e sem esforços excessivos por parte dos operadores.

A implementação de soluções imediatamente aplicáveis (precisando de poucos meios), tais como:

- O GAP líder deverá preparar todas as ferramentas necessárias antes do operador terminar o processo produtivo;

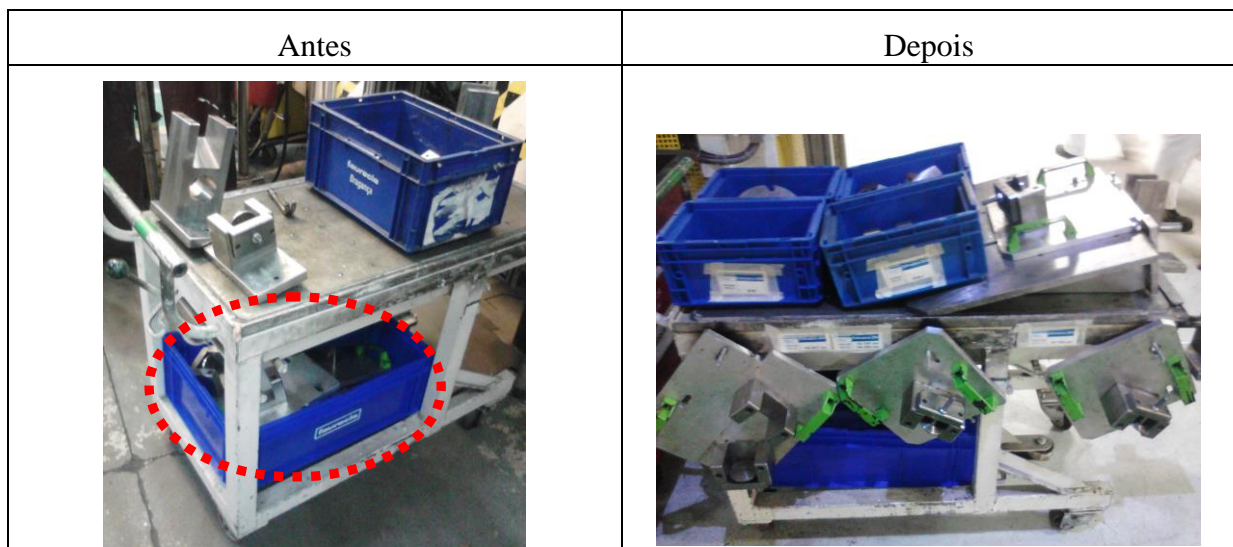
- O GAP líder deverá prestar auxílio ao operador em todas as mudanças de referência efetuadas na linha;
- O GAP líder e o operador têm funções e responsabilidades diferentes no decurso de uma ação SMED, definidas na lista de preparação do modo operatório, mas não impede que se entreajudem.
- Os colaboradores deverão colocar identificações e organizar ferramentas quer em estruturas onde assentam os moldes, quer nos carros de apoio à mudança de referência, em suma aplicar os 5S, ver tabelas 8, 9, 10 e 11.

Se houver organização, locais identificados e dedicados para as ferramentas, garante-se que o risco de perder ferramentas e o tempo perdido na sua procura não ocorre, ver tabela 8 e 9.

Problema detetado: O carrinho com as ferramentas da máquina 5 estava sem identificações, e não continha ferramentas que poderiam ser úteis em determinadas mudanças de referência, bem como os moldes estavam todos numa caixa, em baixo da mesa, amontoados.

Solução: Identificar e organizar os moldes, fixando-os na lateral do carrinho através de ganchos. Separar em caixas pequenas por diâmetro, as mordaças ($\varnothing 55$; $\varnothing 66,5$; $\varnothing 60$; $\varnothing 65$ [mm]).



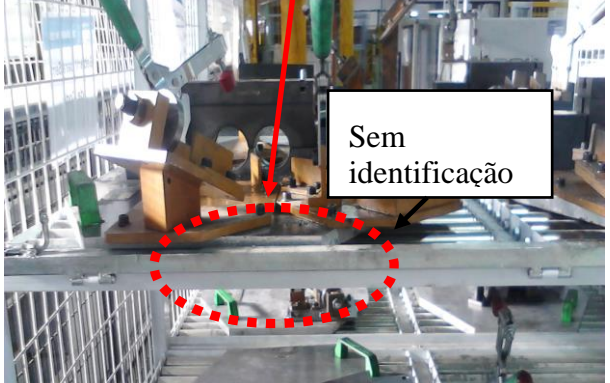

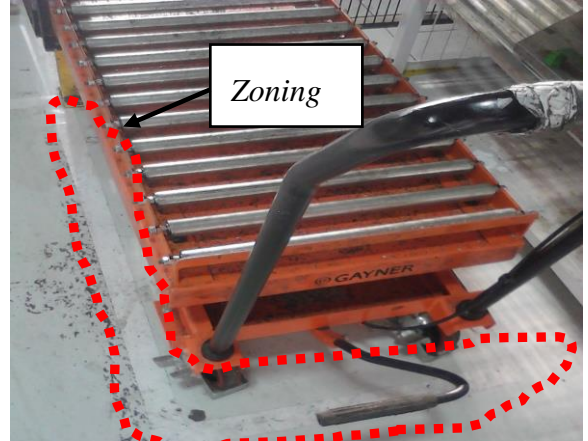
Tabela 8 – Diferenças entre o carro de ferramentas da máquina 5.



Problema detetado: A estrutura que contém as ferramentas da máquina 2 estava sem identificações, o que levava a que os operadores colocassem os moldes da máquina 2 em locais diferentes na estrutura, ver tabela 9.

Solução: Identificar e organizar os moldes. Como resultado, os moldes possuem atualmente locais dedicados, e ainda se colocou um *zoning* perto da estrutura para o carrinho de apoio à mudança de referência, ver tabela 9.

Tabela 9 - Diferenças entre a estrutura dos moldes da máquina 2.

Antes	Depois
	
	
	

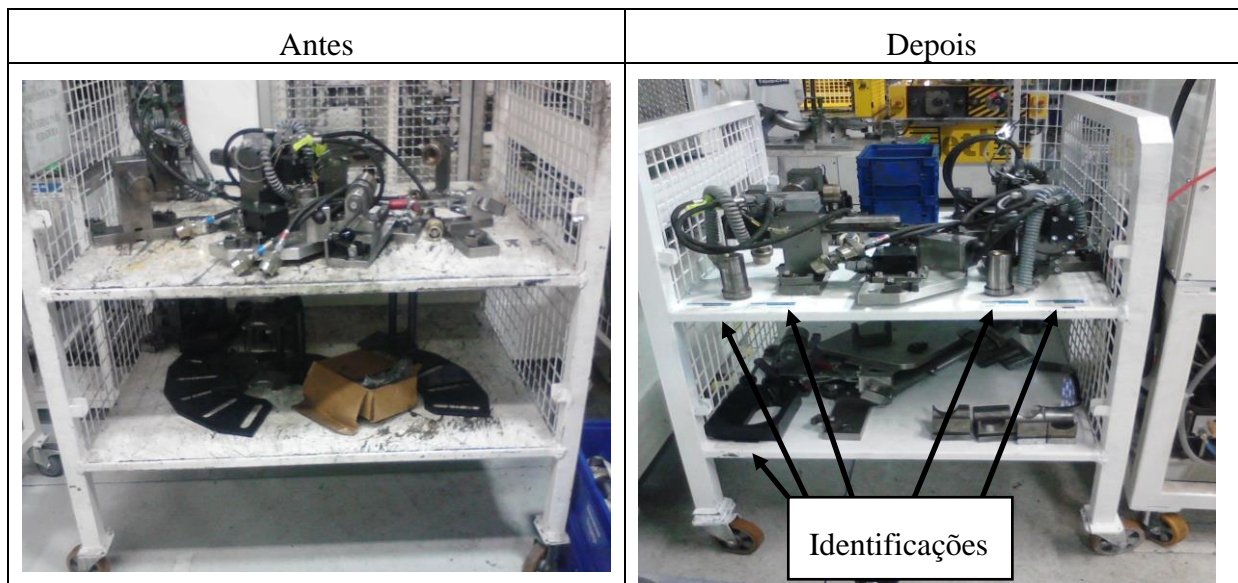
É fundamental evitar o retrocesso da melhoria conseguida, separando e eliminando todos os materiais desnecessários que aparecem no dia-a-dia, ver tabela 10.

Problema detetado: Os moldes da máquina 6 (estante de cima), encontravam-se na mesma estrutura que os suportes da máquina 9 (estante de baixo). Também, se constatou a presença de uma caixa e peças que não pertenciam a nenhuma das máquinas existentes na linha em

estudo. Outras ferramentas importantes utilizadas nas mudanças de referência da máquina 6 foram encontradas em outras estruturas na linha em estudo.

Solução: Inicialmente realizou-se a triagem. De seguida, a identificação e organização das ferramentas da máquina 6, o que permitiu constatar que não era necessário uma estrutura tão grande para receber as ferramentas necessárias. Deste modo, pediu-se a uma empresa especializada que procede-se à limpeza do carrinho, ao corte de 15 cm da mesa e posterior soldagem, para que esta fica-se mais pequena e mais prática. Atualmente, não ocupa tanto espaço na linha e é mais fácil de movimentar.

Tabela 10 – Diferenças entre a estrutura de ferramentas da máquina 6.

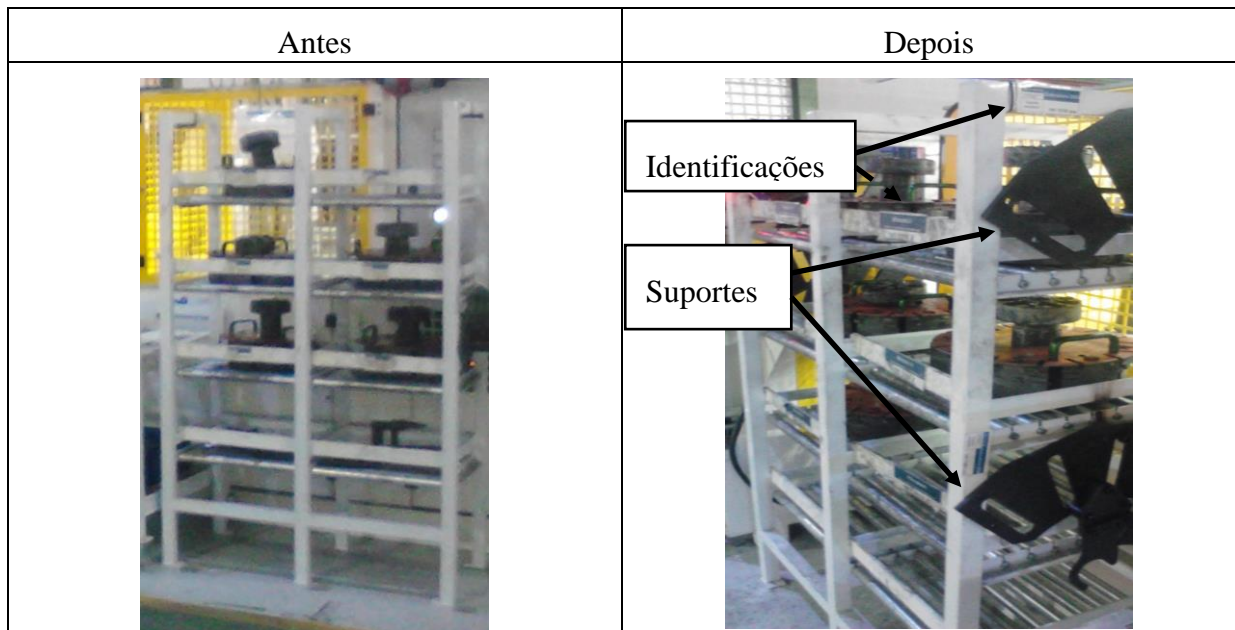


A acumulação de material e ferramentas desnecessárias, ou sem uma correta organização gera gastos de muitos recursos, perdas de tempo, gastos de dinheiro e riscos de segurança, ver tabela 11.

Problema detetado: A estrutura dos moldes da máquina 9 não possui espaço para receber os seus suportes, o que fazia com que estes não tivessem lugar fixo.

Solução: Colocar novas identificações e soldar na lateral da estrutura, ganchos, que permitem fixar os suportes da máquina 9.

Tabela 11 - Diferenças entre a estrutura da máquina 9.



Depois das alterações imediatamente aplicáveis no *shopfloor*, efetuou-se uma nova medição de tempos, verificando-se uma redução dos tempos de mudança de referência, comparando com o tempo medido no início da ação SMED, de:

- Máquina 1: 17%;
- Máquina 2: 23%;
- Máquina 5: 15%;
- Máquina 6: 10%;
- Máquina 9: 20%;

A Faurecia, segue o princípio de que a redução dos tempos de mudança de referência é diretamente proporcional à redução do tamanho de lote (tempo de produção de um lote igual a 10 vezes o tempo de mudança de referência), por isso quanto menor forem os tempos de mudança de referência, maiores serão as frequências dos *setups* e o tempo útil de produção, o que permite reduzir o tamanho dos lotes e custos de mão-de-obra.

Conclusão sobre eliminação de desperdícios

O conhecimento das causas de não TRS permite detetar mais facilmente onde se encontram as principais causas que levam uma determinada máquina perder capacidade produtiva.

As percentagens médias de não TRS para ambos os *bottlenecks* foram revistas nas 3 primeiras semanas de Dezembro, onde se pôde comprovar que houve melhorias na taxa de utilização da máquina 1 e da máquina 9, comparando com o mês de Outubro, ver figura 15 e 16.

De destacar, as melhorias dos tempos de mudanças de referência nos dois equipamentos, resultado da ação SMED realizada. As anomalias organizacionais também diminuíram, especialmente devido aos operadores informarem com antecedência o *GAP leader* que a matéria-prima nas *racks* ou contentores estava a acabar. Em relação às avarias e não qualidade, pode-se afirmar que ao longo do projeto os operadores menos experientes foram melhorando a experiência em relação ao manuseamento dos equipamentos que se

encontravam a utilizar, e em relação ao produto final que produziam, o que levou à deteção de não conformidades e avarias mais facilmente e com maior rapidez.

Os TRS médios obtidos para a máquina 1 e 9, no mês de Dezembro, foram de 69% e 75%, respetivamente.

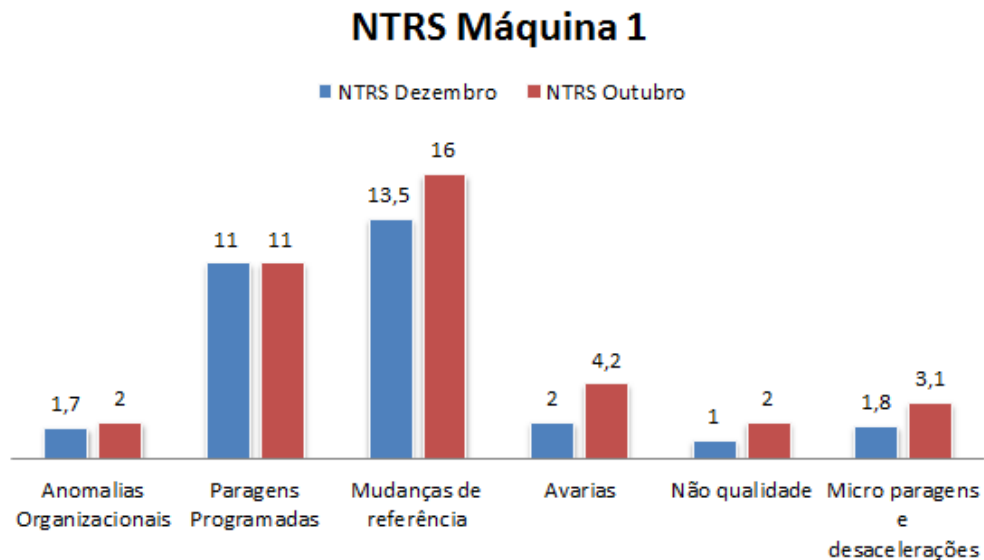


Figura 15 – Comparação do NTRS (%) do mês de Outubro e Dezembro, para o equipamento 1.

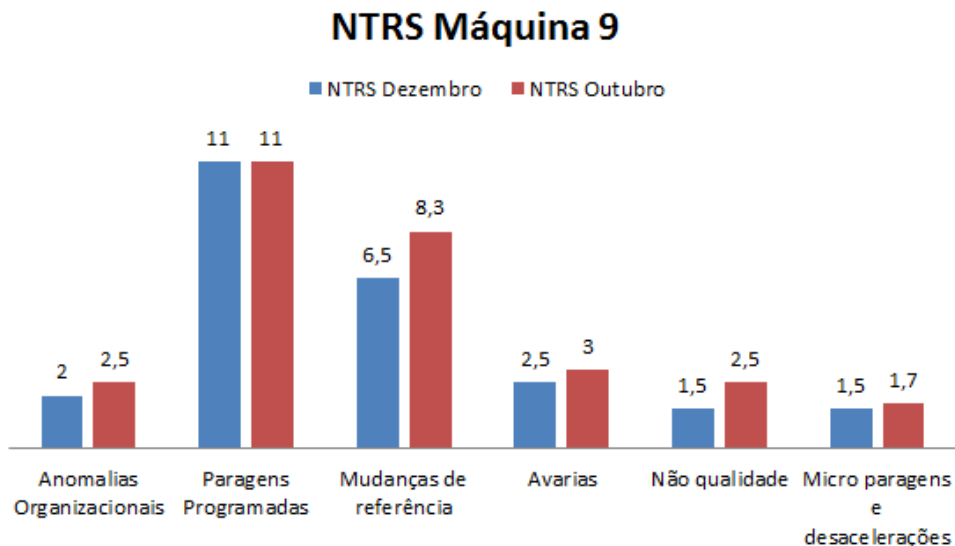


Figura 16 - Comparação do NTRS (%) do mês de Outubro e Dezembro, para o equipamento 9.

O TRS para ambos os *bottlenecks* continua abaixo do objetivo definido pelo grupo Faurecia, que é de 85% para máquinas do tipo capacitário. Em relação ao valor do *output* de produto final na linha Dobradora 2004/*forming* VS20, verificou-se um aumento médio diário de 9% nas três primeiras semanas de Dezembro face ao registado no mês de Outubro. Nos próximos meses espera-se que este valor aumente, devido:

- A linha passar a laborar de 2 para 3 operadores;

- Ao *layout* ser alterado, o que reduzirá alguns dos movimentos inúteis e operações sem valor acrescentado, ver anexo F;
- Com a prática os 3 operadores que irão estar presentes na linha, melhorarão a experiência e, estarão cada vez mais familiarizados com o novo *layout* a ser implementado;
- As mudanças de referência serão mais rápidas, pois com a prática, os tempos operatórios também serão reduzidos;
- Melhoria dos programas das máquinas que compõem a linha, em especial máquina 1 e 9 que representam os *bottlenecks* da linha capacitária.

4.6 Implementação do Sistema *Pull*

Um dos principais identificadores do sistema *Pull* vem na forma da utilização do método *kanban* em cada um dos ciclos de produção existentes numa fábrica. Deste modo, as figuras do *kanban* de produção são:

Shop-Stock

O *shop-stock* final é onde se encontram todas as referências produzidas pela linha, sendo que estas têm locais dedicados e corretamente identificados. Os *shop-stock* fazem a ligação entre a produção e a logística, sendo importante que estes estejam ligados a um circuito *kanban* de forma a minimizar o *shop-stock* final, ver figura 17.



Figura 17 – *Shop-stock* de rampas final na linha capacitária, antes da implementação do *Kanban*.

No início da implementação do sistema *Pull*, teve-se o cuidado de melhorar o número de peças por caixa que iria para o *shop-stock* final de rampas, tendo em atenção o peso da caixa que não poderia ser superior a 10 [kg].

Usando o programa SAP, foi possível saber qual o peso unitário das diferentes referências produzidas. Deste modo, foi possível verificar-se no *shopfloor*, se o número máximo de peças permitido caberia nos 3 tipos de caixas disponível cumprindo o peso permitido.

Os três tipos de caixas mais utilizados na Faurecia de Bragança para *shop-stock* de rampas ou WIP, são os seguintes:

- 300x400x220 [mm];
- 600x400x220 [mm];
- 600x400x112 [mm].

Dos três tipos de unidades de contenção para *shop-stock* de rampas, foi escolhida a caixa com as dimensões 300x400x220 [mm], para todas as referências, devido a ser a gama de embalagem mais vantajosa, tendo em consideração, o peso permitido por caixa pela Faurecia e o volume ocupado na rampa, ver tabela 12.

Tabela 12 – Número de peças e massas para algumas referências.

Tipo de caixa [mm]	Massa/caixa [kg]	Massa por peça [Kg]	Referência	Nº peças/caixa
300x400x220	8,5	0,34	141 xxx	25
300x400x220	8,7	0,347	142 xxx	25
300x400x220	8,8	0,11	144 xxx	98
300x400x220	6,8	0,17	126 xxx	40
300x400x220	7,8	0,16	145 xxx	50

Em 7 referências distintas, foi possível acrescentar em média mais 4 peças nas suas gamas de embalagem, 300x400x220 [mm], do que inicialmente continham e cumprindo os pesos permitidos. Deste modo, foi possível melhorar o número de peças por gama de embalagem.

Com base nas previsões de volume total de peças pedidas para o ano de 2015, foi possível obter a média diária do número de peças a produzir para cada referência. Deste modo, com base na folha de cálculo do ANEXO I, foi possível dimensionar as rampas de *shop-stock*, e os estendais para a colocação dos conformadores.

A figura 18, apresenta as rampas de *shop-stock* final antigas e não as novas que se encomendaram, e o estendal apresentado tem de dimensões 5 x 1,8 [m], sendo que irá receber os dois novos conjuntos de rampas de dois níveis.

As referências apresentam locais dedicados, geridas por FIFO (*First In First Out*).



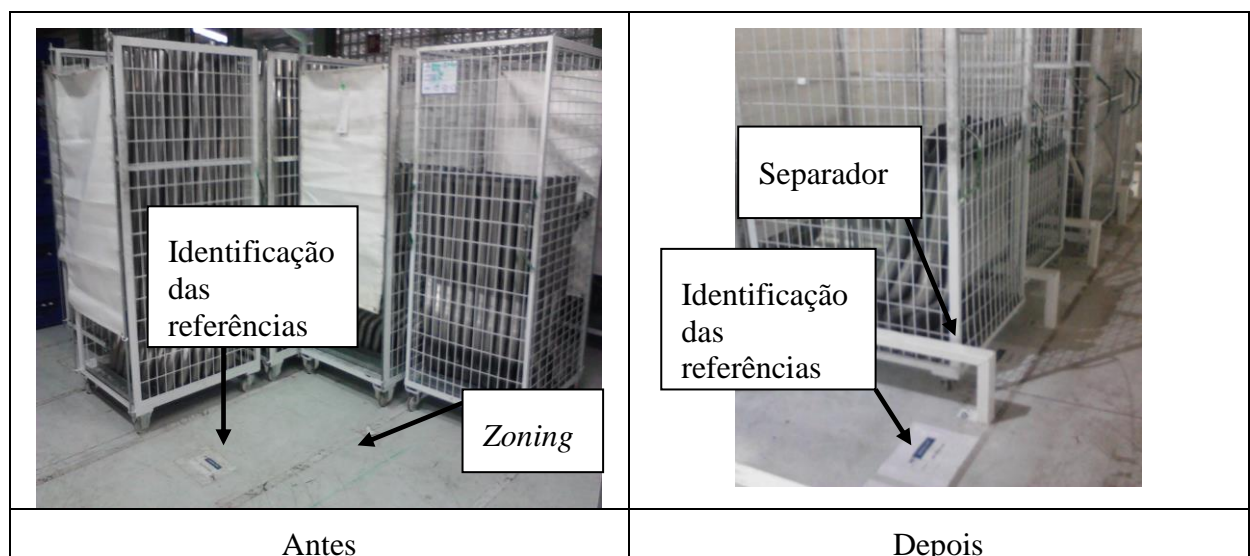
Figura 18 –Shop-stock final de rampas com estendal.

Finalmente, obteve-se para o *shop-stock* final de estruturas, 16 separadores com 4,5 metros de comprimento, que irão receber as 15 referências diferentes, ver ANEXO K. No caso do *shop-stock* final de rampas, verificou-se que seriam necessárias 24 rampas com 3 metros para as 17 referências diferentes, ver ANEXO L.

O *shop-stock* final terá espaço para cobrir todas as referências existentes na linha e para cada referência cobrir os *kanbans*, que foram calculados com base no número médio diário de pedidos do cliente para o ano de 2015.

Na tabela 13, pode-se observar que anteriormente o *shop-stock* final de estruturas apenas se encontrava demarcado pelo *zoning* que separava as diferentes referências. Atualmente, as estruturas estão separadas com guias separadoras o que leva a maior organização.

Tabela 13 – Shop-stock final de estruturas.



Etiquetas *Kanban* de Produção

Como temos dois fluxos distintos de produção, temos tempos de produção diferentes. Para que o fluxo de informação pudesse ser melhorado foram criadas etiquetas que continham a referência do cliente, nome da linha de produção, quantidade a ser produzida, gama de embalagem, fotografia e referência do tubo. As etiquetas de produção utilizam-se em unidades de contenção, lançadores e conformadores de lotes, ver figura 19.

Forming VS20			
P	REF INTERNA :	144	xxx
	REF CLIENTE:	144	xxx
7	QUANTIDADE / CAIXA	CONTENÇÃO	
	15		LOCAL
		Conformador de lotes ou Shopstock da linha	
Eu sou uma carta KANBAN, Se não estiver num quadro ou numa caixa, PODE DAR-ME COMO PERDIDA, POR FAVOR DEVOLVA-ME AO FORNECEDOR			

Dobradora 2004			
P	REF INTERNA :	125	xxx
	REF CLIENTE:	125	xxx
3	QUANTIDADE / CAIXA	CONTENÇÃO	
	72	Estrutura SHOP-STOCK	LOCAL
		Conformador de lotes ou Shopstock da linha	
Eu sou uma carta KANBAN, Se não estiver num quadro ou numa caixa, PODE DAR-ME COMO PERDIDA, POR FAVOR DEVOLVA-ME AO FORNECEDOR			

Figura 19 - Etiquetas *Kanban* de produção, da linha *forming* VS20 e da linha Dobradora 2004.

O número de etiquetas *kanban* foi calculado com base numa folha de excel fornecida pela Faurecia, e de acordo com o número médio diário de pedidos previstos para o ano de 2015, ver anexo I.

Conformador de Lotes e Lançador

Os conformadores possuem a identificação de todas as referências que são produzidas na linha, e cada espaço existente no conformador corresponde a uma etiqueta *kanban* de produção.

O lançador funciona segundo a regra FIFO e a sua ordem não pode ser alterada. Permite fazer a ligação entre a logística e a produção e é possível ver qual a situação da produção através do estado representado no lançador.

A linha em estudo, irá ter dois lançadores, um estará dedicado à linha Dobradora 2004 e outro estará presente na linha *forming* VS20.

Estas duas etapas não puderam ser realizadas durante o projeto, devido aos atrasos dos fornecedores na entrega dos conformadores de lotes e dos lançadores.

4.7 Auditoria ao SW na Linha COMAS 2

Como as empresas subcontratadas demoravam na entrega dos conformadores de lotes e dos lançadores. E, os técnicos de manutenção concluíam o trabalho de forma a garantir que não impactasse a produção, tentando realizar as operações interventivas, nos dias de fim de semana ou nas pausas programadas. Deste modo, nas últimas semanas para a conclusão do projeto, realizou-se a análise a uma outra linha de produção, Comas 2, que produz painéis para um cliente externo, e é constituída por 6 postos de trabalho.

Segundo a definição proposta por Hasan, Sarkis, e Shankar (2012), o *layout* da linha Comas 2 pode ser considerado um *layout* de produto, porque no caso de ocorrer uma avaria de um equipamento da linha, todo o fluxo é obrigado a parar, ver figura 20.



Figura 20 – Linha Comas 2.

Inicialmente, efetuou-se uma auditoria que se desenvolveu em 7 passos distintos, e para cada referência que era produzida na linha:

1. Observou-se se os seis postos de trabalho respeitam o *layout* representado no Esquema de Tarefas Elementares – Resultado: OK para as 5 referências;
2. Verificou-se se os operários utilizam os equipamentos de proteção individual referidos na Instrução de Trabalho e os apropriados – Resultado: OK para as 5 referências;
3. Observou-se e comparou-se durante 3 ciclos as tarefas realizadas pelos operários, em relação às operações e ordem das operações definidas na Tabela de Combinação de Tarefas, e no Esquema de Tarefas Elementares – Resultado: OK para as 5 referências;
4. Verificou-se se nos 3 ciclos, as peças em espera entre postos de trabalho previstas no Esquema de Tarefas Elementares são respeitadas – Resultado: Não OK para as 5 referências;
5. Analisou-se se o operário respeita a instrução de trabalho;
6. Realizaram-se 20 cronometragens que serão comparadas com o tempo padrão. Apontando variabilidades que aparecerem durante as cronometragens;

7. Todas as não conformidades, comentários, e variabilidades registadas, devem ser utilizadas com o objetivo de melhorar o SW.

No ponto 4, a auditoria foi interrompida para as 5 referências que foram possíveis de analisar na linha Comas 2 até ao final do projeto, e procedeu-se à realização de medições de tempos de ciclo para cada referência.

O problema identificado no ponto 4 ocorreu, devido à experiência adquirida pelos operadores da contínua repetição das tarefas. Os operadores tornaram-se mais rápidos a completar as tarefas que lhe eram destinadas, o que levava ao aumento do número de peças em WIP entre postos de trabalho, devido a haver postos com tempos de ciclo mais longo que outros.

A revisão dos tempos de ciclo para as 10 referências que são produzidas na linha, será vantajosa porque permitirá conhecer a duração de cada tarefa elementar desempenhada na linha, a realização de um rebalanceamento mais fidedigno e a melhoria do SW.

5 Conclusões e Perspetivas de Trabalho Futuro

Este projeto em ambiente industrial possibilitou a aplicação prática de algumas técnicas adquiridas ao longo do período de formação académica, bem como melhorar a experiência no meio industrial.

O projeto desenvolvido teve como principal objetivo, melhorar o *layout* da linha de produção Dobradora 2004/*forming* VS20, no sentido de tornar o fluxo de produção mais eficiente e aumentar o *output* de produto final da linha de produção. Como resultado da previsão de um aumento médio diário de 36% do número de pedidos em 2015, comparando com o ano de 2014.

No decurso do projeto, confirmou-se a importância do envolvimento de todos os colaboradores no processo de melhoria contínua. As competências interpessoais devem ser desenvolvidas, com o objetivo de motivar e conduzir os colaboradores para os objetivos delineados.

A implementação da metodologia 5S, foi essencial, devido a facilitar e melhorar as condições de trabalho dos colaboradores na linha capacitária. No entanto, verificou-se em algumas situações resistência à mudança e falta de apoio para que estas metodologias fossem aplicadas corretamente.

Conclui-se através da concretização deste projeto, que a construção de SW, garante uma forma de trabalhar mais organizada, sem indecisões acerca do que deve ser realizado e de como deve ser executado, sendo um enorme passo para a melhoria da produtividade na linha capacitária.

Para além da construção de SW, as principais atividades desenvolvidas foram, a implementação da metodologia 5S, realização de ação *Hoshin*, implementação de ação SMED, e realização de pequenas alterações de *layout*. Como resultado, verificou-se no mês de Dezembro de 2014, um aumento da produção média diária de 9%, comparando com o valor medio diário contado no mês de Outubro de 2014.

A auditoria ao SW na linha Comas 2 demonstrou-se vantajosa, porque permitiu facilmente identificar anomalias através da observação. A medição dos tempos de ciclo, para as 5 referências em que não foi possível medir será essencial, para que se possa efetuar um correto balanceamento da linha Comas 2, e melhorar o SW.

Futuramente, espera-se que, a implementação do *layout* definido na ação *Hoshin*, melhoria dos programas e o aumento do número de operadores na linha Dobradora 2004/*forming* VS20, se traduzam em crescimento do volume de produto final.

As tarefas essenciais, para que a Faurecia Sistemas de Escapes Portugal se consiga manter competitiva, são a continuação da eliminação de desperdícios, bem como a manutenção da filosofia 5S, em todas as linhas de produção. Sugere-se, também no futuro, a implementação de um *kanban* eletrónico ou *e-kanban*, para que seja possível evitar falhas de material, garantindo um fluxo de informação e de produção bem controlado, bem como o risco de perder cartões não venha a ocorrer quando iniciar o *Pull System*.

Finalmente, sugere-se uma maior aposta na formação das pessoas, por forma a garantir o cumprimento dos tempos de *Standardized Work*, com impacto na eficiência dos processos.

Referências

Faurecia - disponível em www.faurecia.com.

Intranet Faurecia.

Documentos do grupo Faurecia:

"Manual de acolhimento"

"Faurecia Group Presentation - July2014"

"Sizing kanban loops and shopstock FAU-S-PSG-5024-EN-2"

"Pull System Guideline-FAU-I-PSG-4650-EN"

"Workshop HOSHIN 2014"

"Workshop Standard de Trabalho (SW)"

"SW – Construção, formação e auditoria BRG-I-PSS-1700"

"Workshop SMED"

"5S Methodology FAU-S-PSG-5006"

"TRS: Taxa de Rendimento Sintético FAU-S-PS-5004/pt version2"

Drira, Amine, Henri Pierreval, and Sonia Hajri-Gabouj. 2007. "Facility layout problems: A survey." *Annual Reviews in Control* no. 31 (2):255-267. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.arcontrol.2007.04.001>.

Hasan, M. A., J. Sarkis, and R. Shankar. 2012. "Agility and production flow layouts: An analytical decision analysis." *Computers & Industrial Engineering* no. 62 (4):898-907. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cie.2011.12.011>.

Jacobs, F. Robert, Richard B. Chase, and Nicholas Aquilano. 2011. *Operations and supply chain management*. Vol. Global ed, *The McGraw-Hill/Irwin series operations and decision sciences*. New York: McGraw-Hill.

Sugai, M., R. I. McIntosh, and O. Novaski. 2007. "Shingo's methodology (SMED): Critical evaluation and case study." *Gestao e Producao* no. 14 (2):323-335. doi: <http://dx.doi.org/10.1080/00207540050031823>.

ANEXO A: Medição do Tempo de Ciclo

MEDIÇÃO DO TEMPO DE CICLO

PRODUTO:		OPERADOR N°: (N-1; N; N+1)																		
PROCESSO:		ANALISADO POR:																		
DATA:		HORA:				NOME DOS OPERADORES:														
OPERAÇÕES ELEMENTARES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
PM:																				
PM:																				
PM:																				
PM:																				
TEMPO DE CICLO (CT)																				

Identificar
"Tarefas
Elementares"

Cronometrar 20 ciclos consecutivos (baseando-se na sequencia de trabalho e nos pontos de medida)

Definir "Pontos de medida"

ANEXO B: Tabela de Combinações de Tarefas

TABELA DE COMBINAÇÕES DE TAREFAS

REFERÊNCIA:		OPERADOR Nº: ANALISADO POR: NOME: OPERADORES:		TAKT TIME:	
				CONF. LINHA:	
				NO. REV.:	
				DATA:	

Nº	DESCRIÇÃO DAS OPERAÇÕES	TEMPOS			TEMPO OPERATORIO (s)														
		MANU	AUTO	DESLOC.	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120			
1																			
2																			
3																			
4																			
5																			
6																			
7																			
8																			
9																			
10																			
T1	Total das Operações Elementares																		
Operações Periódicas																			
1																			
T2	Total das Operações Periódicas																		
T3	Total das Operações (T1 + T2)																		

SÍMBOLOS MANUAL: ——— AUTO: - - - DESLOC.: ~~~~~ ESPERA: □□□□

Tempo de deslocamentos do operador

Tempos automáticos das máquinas

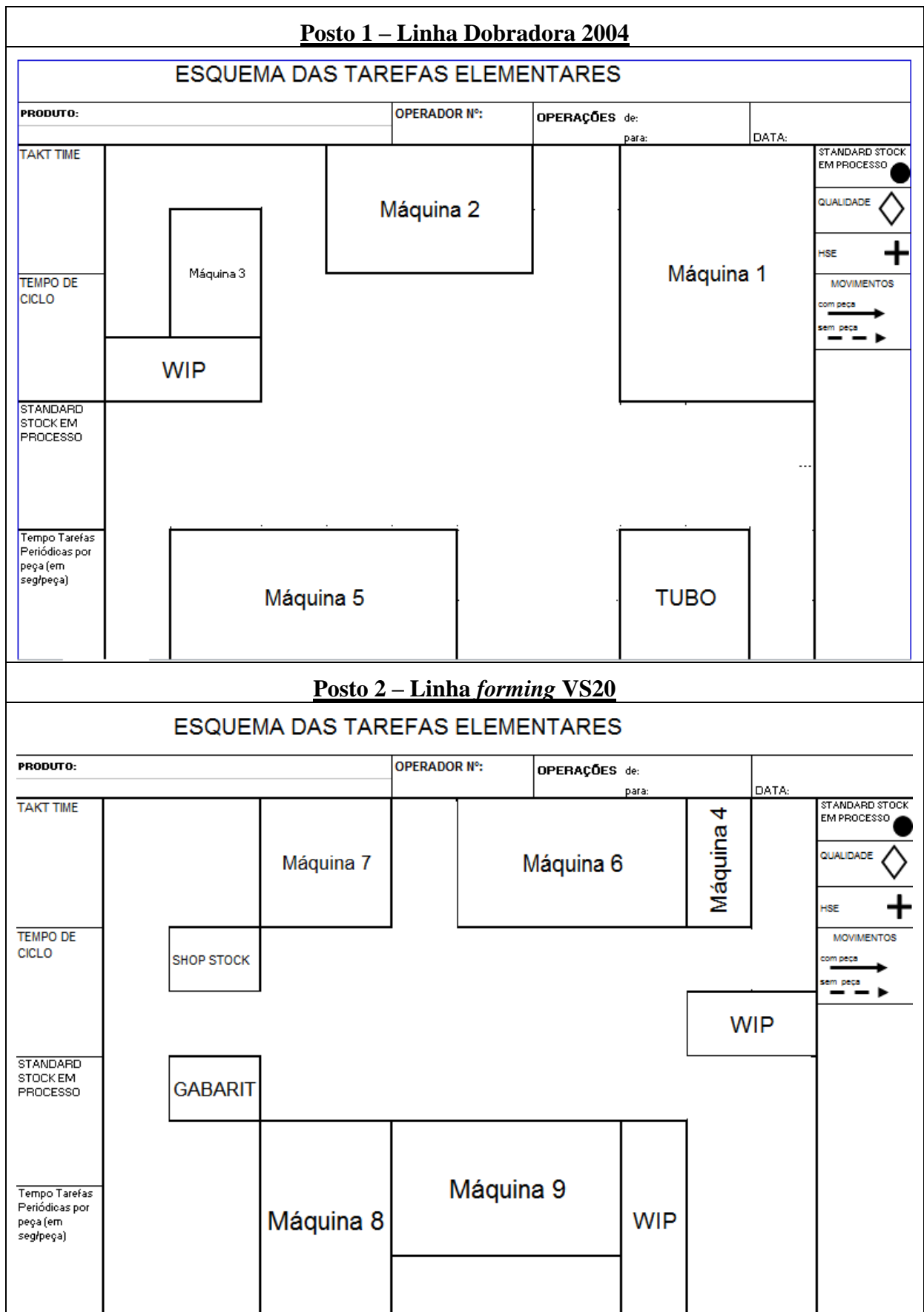
Tempos manuais do operador

Tarefas Elementares




Duração das operações periódicas, como por exemplo: remover caixa vazia

Frequência das operações periódicas.

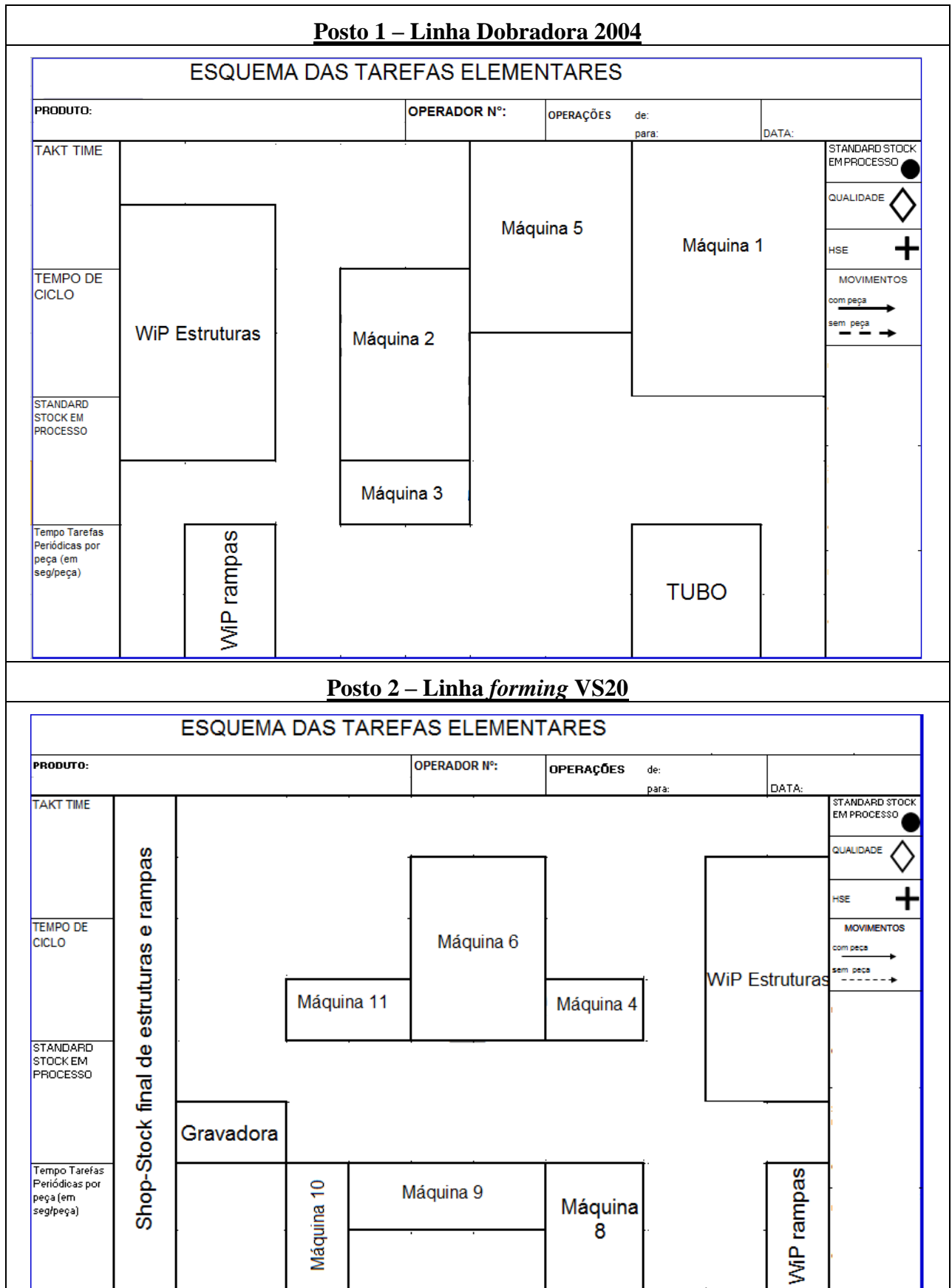
ANEXO C: Esquema de Tarefas Elementares Inicial



ANEXO D: Instrução de Trabalho

INSTRUÇÃO DE TRABALHO		
<p>0</p> <p>Respeito pelos EPI's</p>	<p>0.1 - Antes de iniciar a produção assegurar que todos os colaboradores utilizam os EPI'S.</p> <p>0.2 NÃO É PERMITIDO RECUPERAR COMPONENTES DE FORNECEDOR</p> <p>0.3 NÃO É PERMITIDO REALIZAR RETRABALHO A NÃO SER O DESCRITO NA INSTRUÇÃO DE TRABALHO E NA ÁREA DE RECUPERAÇÃO.</p>	<p>USO OBRIGATÓRIO</p> 
<p>1</p> <p>Dobrar Tubo</p>	<p>Descrição de “Como” fazer uma boa peça (incluindo tarefas de auto controlo)</p>	 <p>Descrição do processo através da visualização de imagens</p>
<p>AUTO CONTROLO</p> <p>Controlo Visual</p>	<p>Verificar visualmente a 100% a não existência de rugas, fissuras, riscos ou tubos rachados.</p>	
<p>A</p> <p>PEÇAS COM DEFEITO</p>	<p>RECUPERAR: Identificar a peça não conforme com etiqueta ou marcador amarelo. Registrar na folha de seguimento de produção. Alertar GAP Leader.</p> <p>SUCATA: Identificar a peça não conforme com etiqueta ou marcador vermelho. Registrar na folha de seguimento de produção. Alertar GAP Leader.</p>	

ANEXO E: Esquema de Tarefas Elementares Após *Workshop Hoshin*



ANEXO F: *Layout Antes e Após Workshop Hoshin*



ANEXO G: Folha de Análise da Mudança de Referência

Nº	Medida	Duração			Tipo de atividade (colocar um "x")			Aperfeiçoamento		Poupança (%)
		Hora	Minutos	Segundos	Interno	Externo	Desperdício	Opção	Medição	
1	"Descrever as medidas cronometradas"									
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
	Total (segundos)									

Legenda:

Opções de aperfeiçoamento (preencher na coluna "Opção"):

A- Eliminar

E- Externalizar

C- Tornar mais rápido

D- Tornar

paralelo

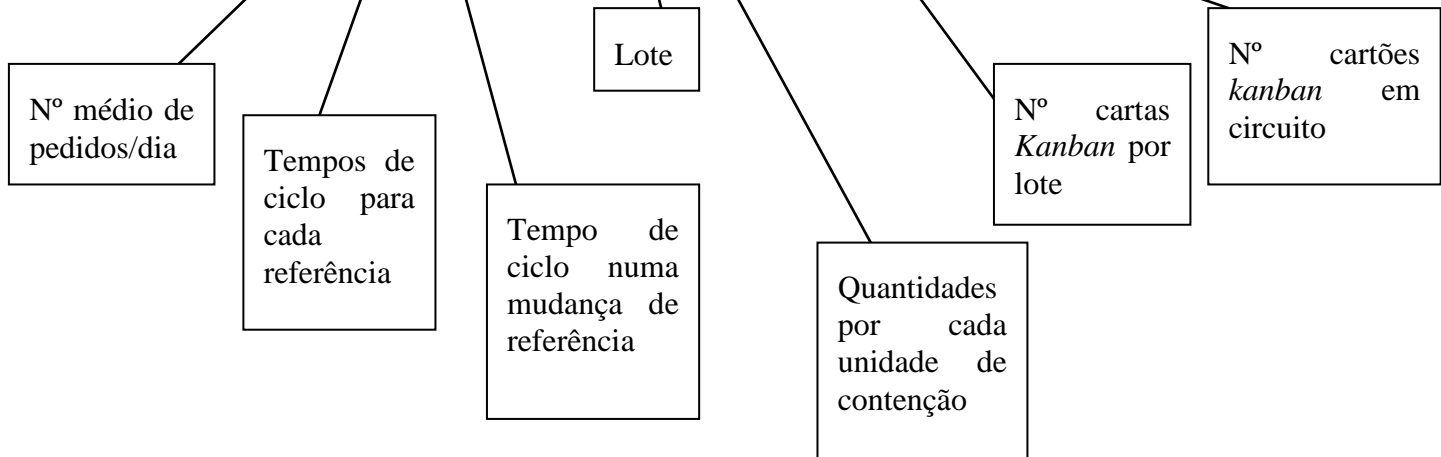
ANEXO H: Medidas e ações a tomar

#	Medida	Ação a tomar
1	O operador tem de parar a máquina para preparar as ferramentas, e iniciar a mudança de referência.	O GAP líder trazer para junto das máquinas os moldes e ferramentas necessárias, antes de se parar a máquina
2		
3		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

ANEXO I: Folha de cálculo *Kanban* de produção

Production Kanban loop calculation										kb = Kanban	p = parts
Give the information			Calculation results				You may change the value or formula				
Supplier			Client				Standard values				
Production time	v	(h)	Client opening time	s	(h)	Tool changeover time / production time*	w	10 %			
Cover for hazards	r	(h)	Withdrawals period	u	(min)	Number of batches in the queue**	y	2 batches			
Box length	l	(mm)									
Tool changeover time	d	(mn)									
Number of workstations	z	(p)									
Technical buffer	p	(h)									

	demand / day	Cycle time	C/O time	Batch size (s)	Batch size (parts)	Parts/box	Batch size (box)	shop stock size Box	shop stock size parts	Stock (days)
Referência 1				0	#DIV/0!		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Referência 2				0	#DIV/0!		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Referência 3				0	#DIV/0!		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!



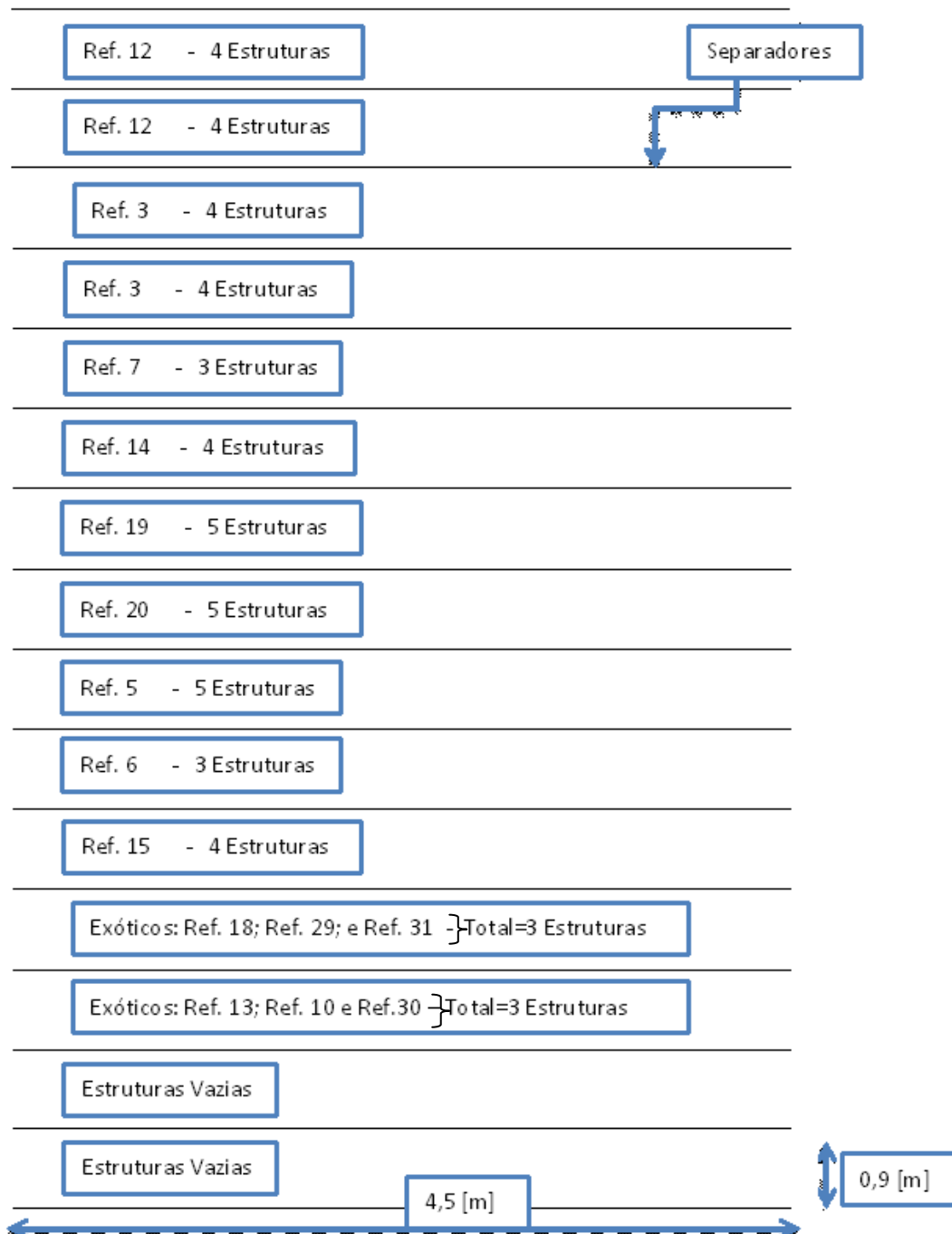
ANEXO J: Tabela de Processos

Referência Nº	Máq.1	Máq.2	Máq.5	Máq.3	Máq.4	Máq.8/Máq.10	Máq.9	Máq.6	Máq.7	Máq.11
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										
32										

Legenda:

Significa que a referência “X” passa por o processo da máquina “Y”.

ANEXO K: Dimensionar Separadores



ANEXO L: Dimensionar Rampas *Shop-Stock* Final

